



**CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO**
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



REPORTE TÉCNICO

INFORME TÉCNICO DEL CÓDIGO DE LOS PROGRAMAS DEL CURSO DE REDES NEURONALES



José Luis Pérez Silva
Antonio Garcés Madrigal
Francisco Cabiedes Contreras
Andrea Miranda Vitela

CCADET UNAM 2011

ÍNDICE

Introducción	4
1. Esquema general	7
2. El curso	8
3. Código	12
4. Prefacio	13
4.1. Aprendizaje, página principal	17
4.2. Conceptos básicos	23
4.3. Aprendizaje definido y relacionado a control adaptable	29
4.4. Técnicas de diseño	36
4.5. Clasificación de patrones	48
4.6. Sistemas de control que aprenden	59
4.7. Aprendizaje bayesiano en sistemas de control	68
4.8. Sistemas de control que aprenden por aproximación estocástica	77
4.9. Autómatas que aprenden	97
4.10. Autoaprendizaje	108
4.11. Aprendizaje por técnica bayesiana	121
4.12. Procesos de aprendizaje no supervisados.	129
4.13. Transición de procesos de aprendizaje supervisado a no supervisados	139
4.14. Los modelos neuronales como elementos universales de autoaprendizaje	150
4.15. Modelos neuronales de asociación y formación de conceptos	176
4.16. Procesamiento neuronal	188
4.17. Modelo de modificación sináptica	207
4.18. Propiedades de la interacción neuronal	216
4.19. Regulación sináptica. Procesos interactivos	256
4.20. Neocognitrón: red neuronal autoorganizada	277
4.21. Un modelo de célula neuronal compleja	292
4.22. Una red neuronal autoorganizada	305
4.23. Reglas para la formación de campos receptores de neuronas formales durante procesos de aprendizaje no supervisados	317
4.24. Tipos de campos receptores formados en el curso de un proceso de aprendizaje no supervisado	346
4.25. Aplicación del análisis de weiner a las transformaciones neuronales de señales estocásticas.	357
4.26. Propiedades ergódicas de la expansión	380
4.27. Extensión a cadenas de markov con memoria arbitraria	388
4.28. Aplicación de trenes azarosos de potenciales de acción	398
4.29. Modelos electrónicos de neurona. Introducción	412
4.30. Modelos de neurona artificial	417
4.31. Modelo electrónico de una neurona	431
5. Redes neuronales. Introducción	474
5.1. Red neuronal artificial	480
5.2. Topologías de redes neuronales artificiales	492
5.3. Redes competitivas	522
5.4. Back-propagation	558
5.5. Filtros adaptables	583
5.6. Aplicaciones	608
Conclusiones	617

RESUMEN

Las Redes Neuronales Artificiales (las cuales llamaremos **RNA**) son dispositivos o software programado de manera tal que funcionen como las neuronas biológicas de los seres vivos. Las neuronas son las células que forman la corteza cerebral de los seres vivos, cada una está formada por elementos llamados cuerpo, axón y dendritas.

Desde hace algunos años, algunos investigadores han estado creando modelos, tanto en hardware como en software, que interpretan la actividad cerebral en un esfuerzo por producir una forma de inteligencia artificial.

Muchos modelos teóricos o paradigmas, datan desde los años 50's. Muchos de ellos tenían aplicaciones limitadas en el mundo real, teniendo como consecuencia que las Redes Neuronales Artificiales (**RNA**) permanecieran en la oscuridad por décadas.

Las RNA están compuestas de un gran número elementos de procesamiento altamente interconectados (Neuronas) trabajando al mismo tiempo para la solución de problemas específicos. Las RNA, tal como las personas, aprenden de la experiencia.

En el ámbito de la ciencia y la técnica, los Modelos Neuronales ha jugado un papel importante, podríamos asegurar que la vida actual, como la entendemos, no podría existir sin la participación de la teoría matemática del aprendizaje y su aplicación técnica en las redes neuronales, por lo que estudiarlas y entenderla es fundamental para poder entender la tecnología actual.

Es por esta razón que en el posgrado en Ingeniería de la UNAM, se imparte el curso de redes neuronales, curso que se ha dado por muchos semestres y para el cual preparamos este curso.

El énfasis del curso está colocado en lo fundamental, ya que consideramos que si se entienden los conceptos fundamentales, los estudiantes estarán preparados para resolver los problemas de aprendizaje que actualmente requiere la Ciencia y la Técnica.

Por este motivo el curso está dividido en los cursos, de Aprendizaje, Neuronas y Modelos electrónicos de Neuronas y Redes Neuronales.

INTRODUCCIÓN

Las Redes Neuronales Artificiales (las cuales llamaremos **RNA**) son dispositivos o software programado de manera tal que funcionen como las neuronas biológicas de los seres vivos. A continuación hablaremos un poco sobre ellas.

El cerebro humano continuamente recibe señales de entrada de muchas fuentes y las procesa a manera de crear una apropiada respuesta de salida. Nuestros cerebros cuentan con millones de neuronas que se interconectan para elaborar "Redes Neuronales". Estas redes ejecutan los millones de instrucciones necesarias para mantener una vida normal.

Las neuronas son las células que forman la corteza cerebral de los seres vivos, cada una está formada por elementos llamados cuerpo, axón y dendritas, como se muestra en la siguiente figura 1..

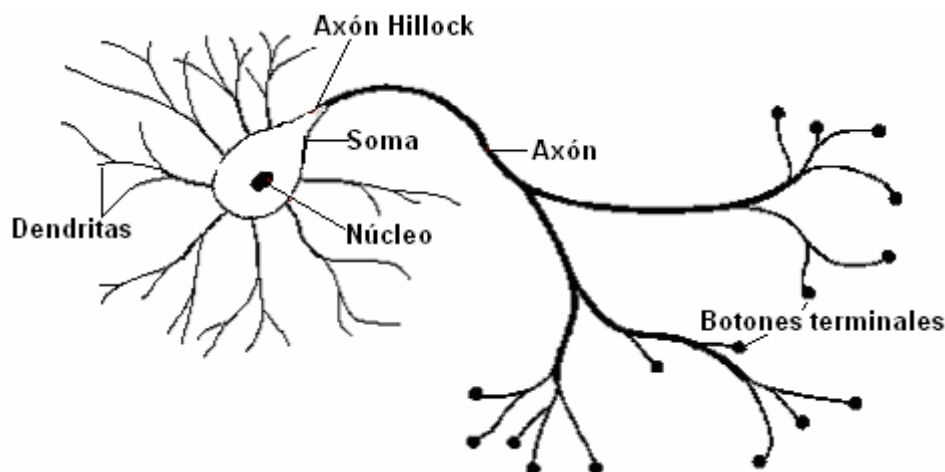


Figura 1. Esquema de una neurona.

Las dendritas forman una estructura de filamentos muy fina que rodean el cuerpo de la neurona. El axón es un tubo largo y delgado que se ramifica en su extremo en pequeños bulbos finales que casi tocan las dendritas de las células vecinas. La pequeña separación entre los bulbos finales y las dendritas se le denomina sinápsis.

Las neuronas, al igual que las demás células del cuerpo, funcionan a través de impulsos eléctricos y reacciones químicas. Los impulsos eléctricos que utiliza una neurona para intercambiar información con las demás, viajan por el axón que hace contacto con las dendritas de la neurona vecina mediante las sinápsis. La intensidad de la corriente transmitida depende de la eficiencia de la transmisión sináptica. Una neurona en especial transmitirá un impulso eléctrico por su axón si suficientes señales de las neuronas vecinas transmiten a través de sus dendritas en un tiempo corto. La señal que se transmite a la neurona podrá ser además ya sea inhibidora o excitadora. La neurona dispara, esto es, manda el impulso por su axón, si la excitación excede su inhibición por un valor crítico, el umbral de la neurona.

Desde hace algunos años, algunos investigadores han estado creando modelos, tanto en hardware como en software, que interpretan la actividad cerebral en un esfuerzo por producir una forma de inteligencia artificial.

Muchos modelos teóricos o paradigmas, datan desde los años 50's. Muchos de ellos tenían aplicaciones limitadas en el mundo real, teniendo como consecuencia que las Redes Neuronales Artificiales (**RNA**) permanecieran en la oscuridad por décadas.

Las RNA están compuestas de un gran número elementos de procesamiento altamente interconectados (Neuronas) trabajando al mismo tiempo para la solución de problemas específicos. Las RNA, tal como las personas, aprenden de la experiencia.

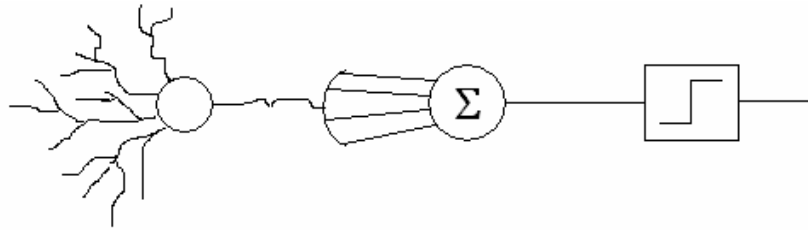


Figura 2. Esquema de una neurona artificial.

En cualquier caso, se trata de una nueva forma de computación que es capaz de manejar las imprecisiones e incertidumbres que aparecen cuando se trata de resolver problemas relacionados con el mundo real (reconocimiento de formas, toma de decisiones, etc.), ofreciendo soluciones robustas y de fácil implantación.

Las RNA están compuestas de muchos elementos sencillos que operan en paralelo, el diseño de la red está determinado mayormente por las conexiones entre sus elementos. Al igual que las conexiones de las neuronas cerebrales.

Las RNA han sido entrenadas para la realización de funciones complejas en variados campos de aplicación. Hoy en día pueden ser entrenadas para la solución de problemas que son difíciles para sistemas computacionales comunes o para el ser humano.

La idea de las redes neuronales fue concebida originalmente como un intento de modelar la biofisiología del cerebro humano, esto es, entender y explicar como funciona y opera el cerebro. La meta era crear un modelo capaz de emular el proceso humano de razonamiento. La mayor parte de los trabajos iniciales en redes neuronales fue realizada por fisiólogos y no por ingenieros.

Las RNA pueden tener factores de peso fijo o adaptable. Las que tienen pesos adaptables emplean leyes de aprendizaje para ajustar el valor de la fuerza de una interconexión con otras neuronas. Si las neuronas utilizan pesos fijos, entonces su tarea deberá estar previamente definida. Los pesos serán determinados a partir de una descripción completa del problema. Por otra parte, los pesos adaptables son esenciales si no se conoce previamente cual deberá de ser su valor correcto.

Existen dos tipos de aprendizaje: supervisado y no supervisado. El primero ocurre cuando se le proporciona a la red tanto la entrada como la salida correcta, y la red ajusta sus pesos tratando de minimizar el error de su salida calculada. Este tipo de entrenamiento se aplica por ejemplo, en el reconocimiento de patrones. El entrenamiento no supervisado se presenta cuando a la red se le proporcionan únicamente los estímulos, y la red ajusta sus interconexiones basándose únicamente en sus estímulos y la salida de la propia red. Las leyes de aprendizaje determinan como la red ajustará sus pesos utilizando una función de error o algún otro criterio. La ley de aprendizaje adecuada se determina en base a la naturaleza del problema que se intenta resolver.

Las RNA adaptables tienen dos fases en su operación.

Entrenamiento de la red. El usuario proporciona a la red un número "adecuado" de estímulos de entrada, y de salida, la red entonces ajusta sus pesos de interconexión o sinápsis hasta que la salida de la red está "lo suficientemente cerca" de la salida correcta.

Recuperación de lo aprendido. A la red se le presenta un conjunto de estímulos de entrada y esta simplemente calcula su salida. Cuando la red emplea entrenamiento no supervisado, algunas veces será necesario que reajuste su sinápsis durante la fase de recuperación.

La gran diferencia del empleo de las redes neuronales en relación con otras aplicaciones de la computación radica en que no son algorítmicas, esto es no se programan haciéndoles seguir una secuencia predefinida de instrucciones. Las RNA generan ellas mismas sus propias "reglas", para asociar la respuesta a su entrada; es decir, aprende por ejemplos y de sus propios errores.

El conocimiento de una RNA se encuentra en la función de activación utilizada y en los valores de sus pesos.

Las redes neuronales formadas por los perceptrones se interconectan en forma muy similar a como las neuronas humanas se disponen en la corteza cerebral humana, y lo más importante, son capaces de asociar y generalizar sin reglas. Han sido utilizadas con gran éxito para reconocer retornos de sonar bajo el agua, escritura a mano, voz, topografía de terrenos, controlar brazos de robots, evaluar datos personales, modelar fenómenos cognoscitivos, y, predecir tendencias financieras.

La clase de problemas que mejor se resuelven con las redes neuronales son los mismos que el ser humano resuelve mejor: Asociación, evaluación, y reconocimiento de patrones. Las redes neuronales son perfectas para problemas que son muy difíciles de calcular pero que no requieren de respuestas perfectas, sólo respuestas rápidas y buenas. Tal y como acontece con el escenario bursátil en el que se quiere saber ¿compro?, ¿vendo?, ¿mantengo?, o en el reconocimiento cuando se desea saber ¿se parece? ¿es el mismo pero tienen una ligera modificación?

Por otra parte, las redes neuronales son muy malas para cálculos precisos, procesamiento serie, y no son capaces de reconocer nada que no tenga inherentemente algún tipo de patrón. Es por esto, que no pueden predecir la lotería, ya por definición es un proceso al azar.

Como describimos con anterioridad, las redes neuronales, inspiradas en el funcionamiento del sistema nervioso, son arreglos de procesadores elementales interconectados entre sí. Cada uno de estos procesadores o neuronas suma las entradas ponderadas y su resultado pasa a través de una función no lineal conocida como función de activación. Las entradas a una neurona pueden provenir de fuentes externas o de otras neuronas en la red. Así mismo la salida de una neurona es enviada a otras neuronas o al entorno.

El conocimiento en una red neuronal está distribuido a lo largo de todo el sistema, debido a esto, se utilizan muchas interconexiones para obtener la solución de un problema en particular.

Una red neuronal puede estar compuesto por un gran número de elementos de procesamiento simples llamados neuronas, unidades, células o nodos. Cada nodo esta conectado a otros nodos por varias ligas de comunicación directa, cada una asociada a un peso. Los pesos representan la información utilizada por la red para resolver un problema.

Los nodos no tienen una relación biunívoca con las neuronas biológicas reales. Sin embargo como una neurona biológica, el elemento de procesamiento tiene varias entradas y una sola salida que se puede aplicar a muchos otros nodos.

Entre las entradas que recibe el j -ésimo nodo se encuentra la procedente del i -ésimo nodo (x_i). La salida del j -ésimo nodo se denota x_j . En la analogía la salida corresponde con la frecuencia de disparo.

1. ESQUEMA GENERAL

Cada conexión con el j -ésimo nodo tiene asociada a él una magnitud, peso o intensidad de conexión. El peso de la conexión que procede del i -ésimo nodo y llega al j -ésimo nodo se denota como w_{ij} . Estos pesos en analogía con la neurona biológica corresponden a la intensidad de las conexiones sinápticas entre neuronas (excitadora o inhibidora).

Cada elemento de procesamiento obtiene un valor de entrada neto basándose en todas las conexiones de entrada. La forma típica es calcular el valor de entrada neto sumando los valores de entrada, ponderados (multiplicados) con sus pesos correspondientes. La entrada neta del j -ésimo nodo se escribe

$$Neta_j = \sum_i x_i w_{ij}$$

donde el índice i recorre todas las conexiones que posea el j -ésimo nodo. Lo anterior se esquematiza en la figura 3.

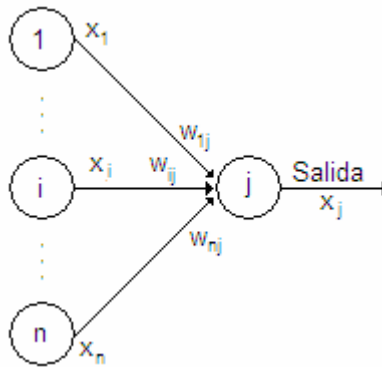


Figura 3. Esquema de una neurona

Cada neurona tiene un estado interno llamado activación, la cual es una función de las entradas recibidas. Típicamente una neurona envía su activación como una señal a otras neuronas. Es importante hacer notar que una neurona puede enviar solo una señal a la vez, aunque esta misma se distribuya a otras neuronas. La activación de una neurona está en función de su entrada neta. La forma mas fácil de definir la activación de una neurona es considerar que ésta es binaria.

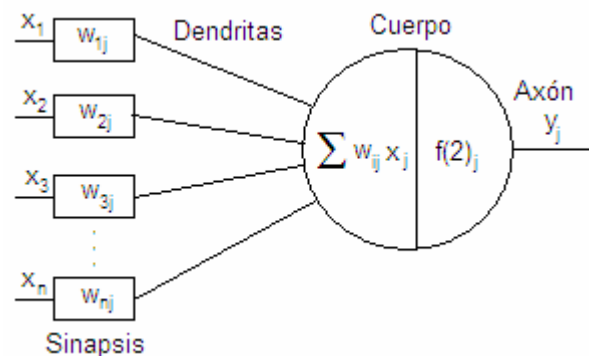


Figura 4. Modelo de una neurona artificial.

Las neuronas de una red neuronal artificial pueden organizarse en estratos o niveles, y dependiendo de la presencia de caminos de retroalimentación se pueden clasificar como

recurrentes o no recurrentes. Las redes neuronales no recurrentes y en particular las feedforward han ido ampliamente utilizadas en una variedad de problemas debido a su estabilidad inherente y la simplicidad del algoritmo de entrenamiento de retro propagación del error.

En las redes neuronales multinivel las neuronas de primer nivel reciben sus entradas directamente del entorno. Las salidas de estas neuronas se conectan a las entradas de las neuronas del segundo nivel, y así sucesivamente, hasta el último nivel, cuyas salidas son entregadas al entorno.

Todas las neuronas que componen la red se hallan en cierto estado. En una visión simplificada, se puede decir que hay dos posibles estados, reposo o excitado, a los que se denominan estados de activación. Los valores de activación pueden ser continuos o discretos. Si consideramos una descripción binaria el estado activo se indicaría por 1, y se caracteriza por la emisión de un impulso por parte de la neurona, mientras que un estado pasivo se indicaría por 0, y significaría que la neurona está en reposo. Generalmente se consideran modelos con un conjunto continuo de estados de activación, en lugar de solo dos estados, en cuyo caso se les asigna un valor entre $[0,1]$ o en el intervalo $[-1,1]$, generalmente siguiendo una función sigmoide.

En el ámbito de la ciencia y la técnica, los Modelos Neuronales ha jugado un papel importante, podríamos asegurar que la vida actual, como la entendemos, no podría existir sin la participación de la teoría matemática del aprendizaje y su aplicación técnica en las redes neuronales, por lo que estudiarlas y entenderla es fundamental para poder entender la tecnología actual.

2. EL CURSO

El énfasis del curso está colocado en lo fundamental, ya que consideramos que si se entienden los conceptos fundamentales, los estudiantes estarán preparados para resolver los problemas de aprendizaje que actualmente requiere la Ciencia y la Técnica.

Por este motivo el curso está dividido en los cursos, de Aprendizaje, Neuronas y Modelos electrónicos de Neuronas y Redes Neuronales.

El curso comienza en una página principal en la cual está presente el índice general del curso y cada uno de ellos nos lleva a la página principal del nuevo tema Para ver esto, en la figura 1 se presenta la pantalla de presentación del curso.

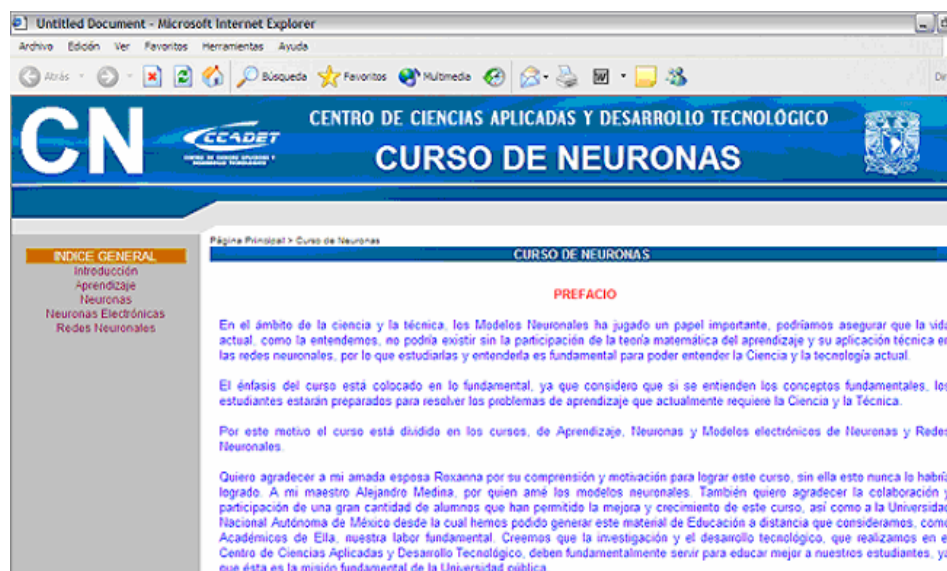


Figura 5. Página principal o de inicio del curso.

En la figura 2, se muestra la página del nuevo tema seleccionado a partir del índice general en la página inicial. En esta nueva página el el recuador superior derecho existe una nueva liga marcada como «Regreso a la Página Principal», cuya función es regresarnos desde cualquier tema de este capítulo a la página anterior del curso. Esto es válido e igual para cada página temática a la cual se navega a partir de la página principal. La páginas del curso tienen su cursor deslizable con el cual se puede uno mover a lo largo del documento, construido de tal forma que nunca se pierde a los estudiantes el encabezado de cada tema y las posibles ligas para navegar en los temas y poder regresar a la página principal desde el tema en el que se esté.

En las figuras que siguen desde la 6 hasta la 10 se presenta páginas secundarias de cada tema

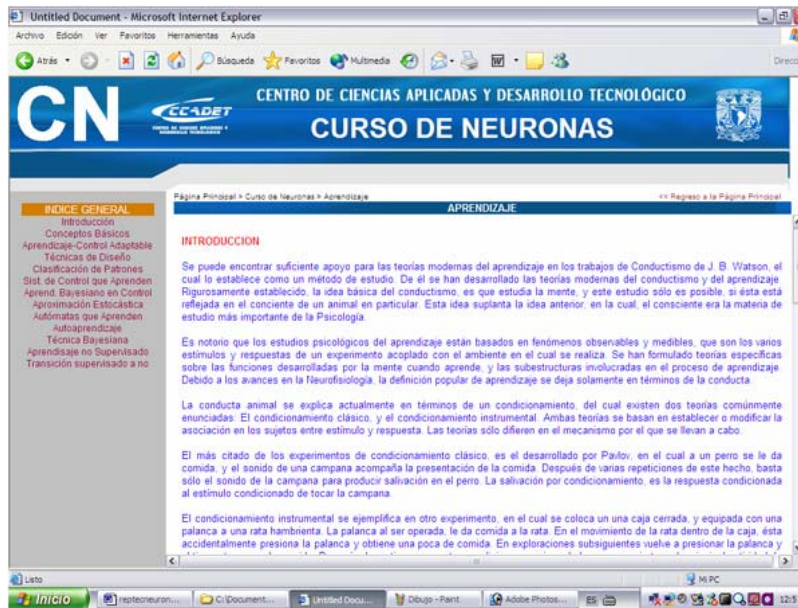


Figura 6. Página secundadia de aprendizaje

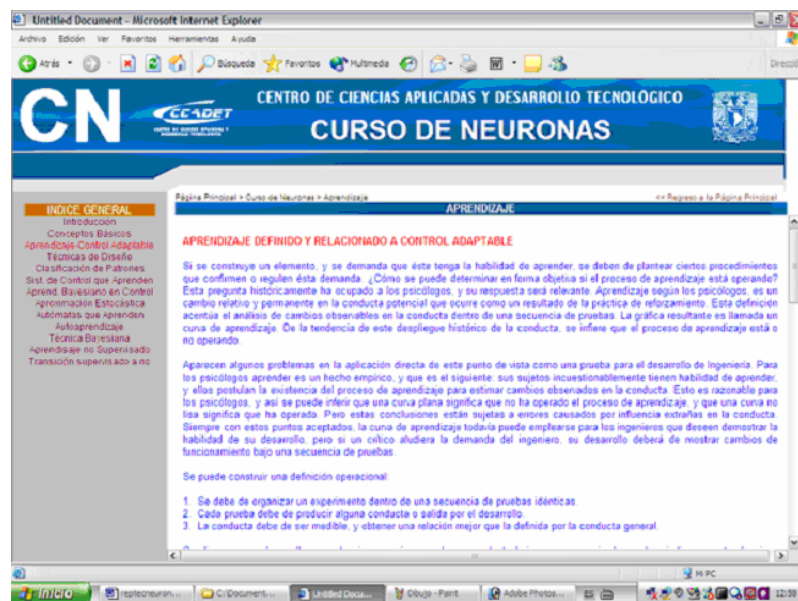


Figura 7. Página de segundo orden en la navegación del tema de Aprendizaje.

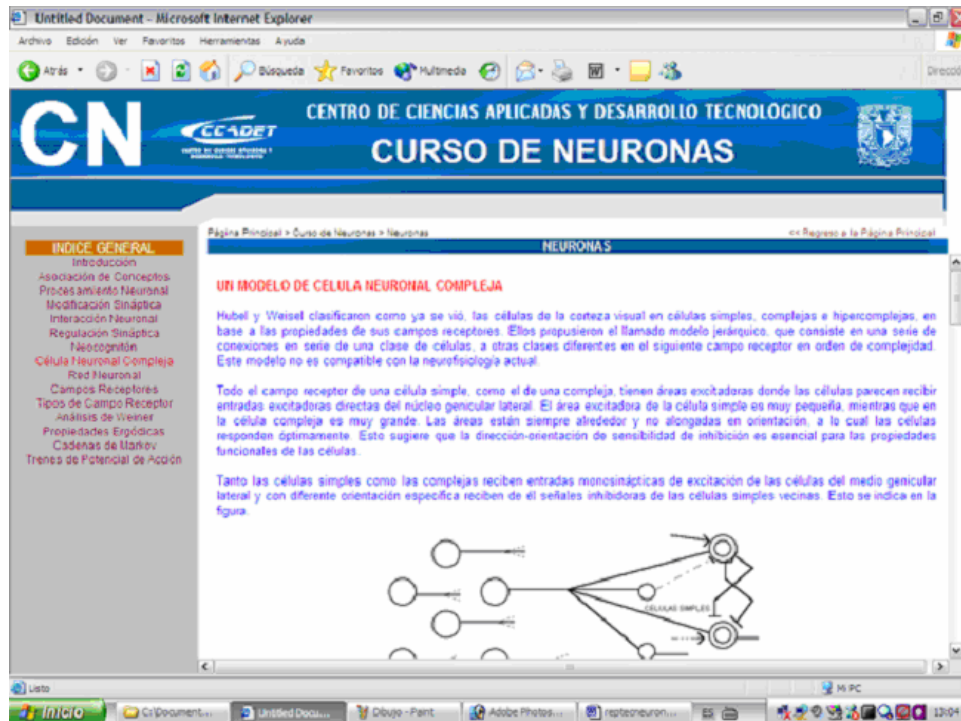


Figura 8. Página secundaria del tema de Neuronas

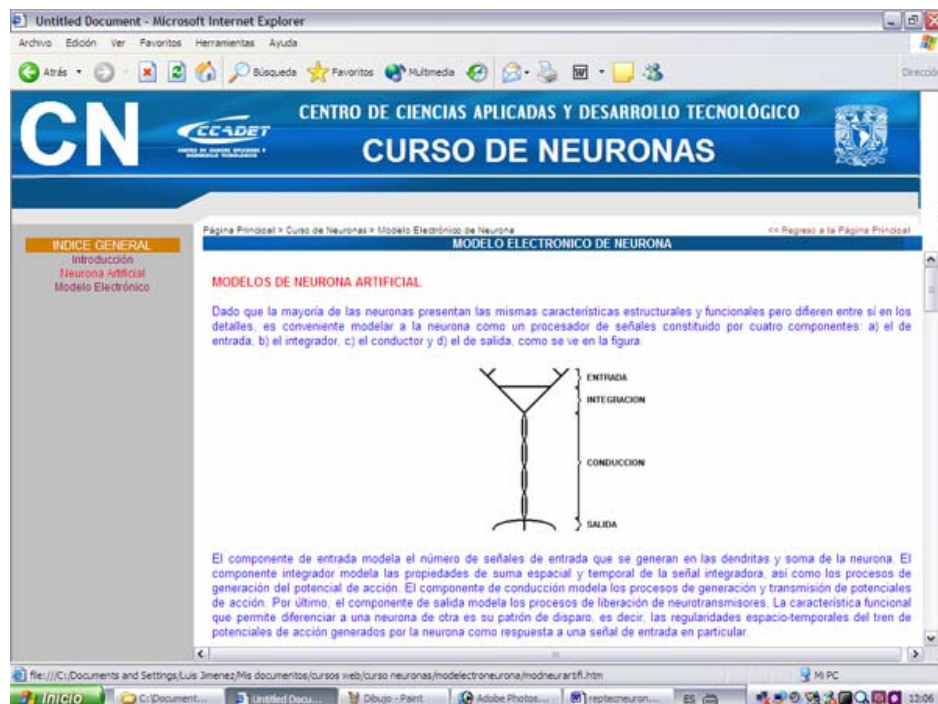


Figura 9. Página secundaria del tema de Modelos electrónicos

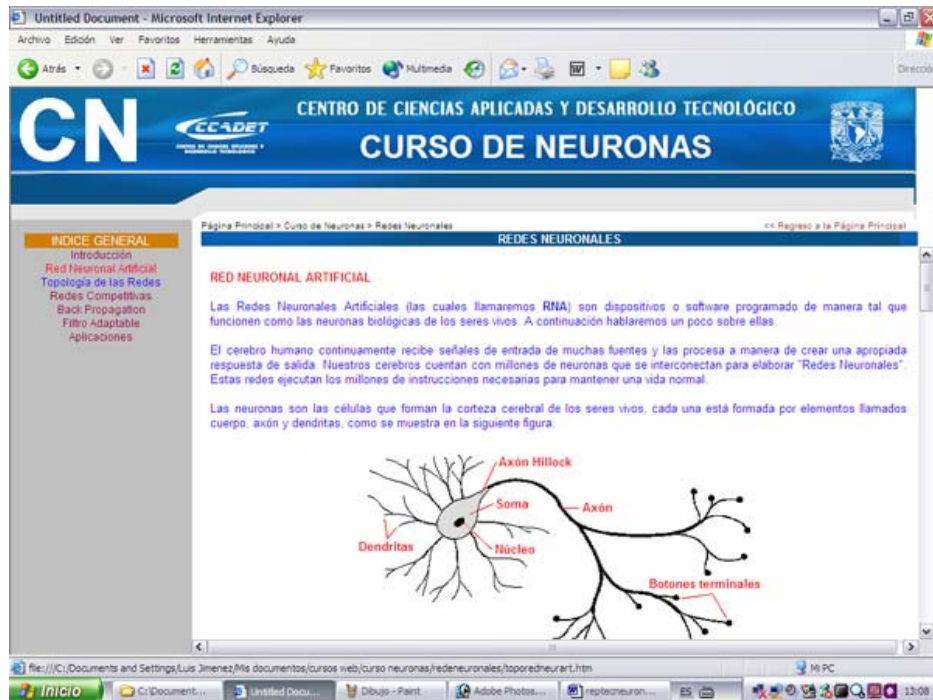


Figura 10. Página secundaria del tema de Red neuronal Artificial

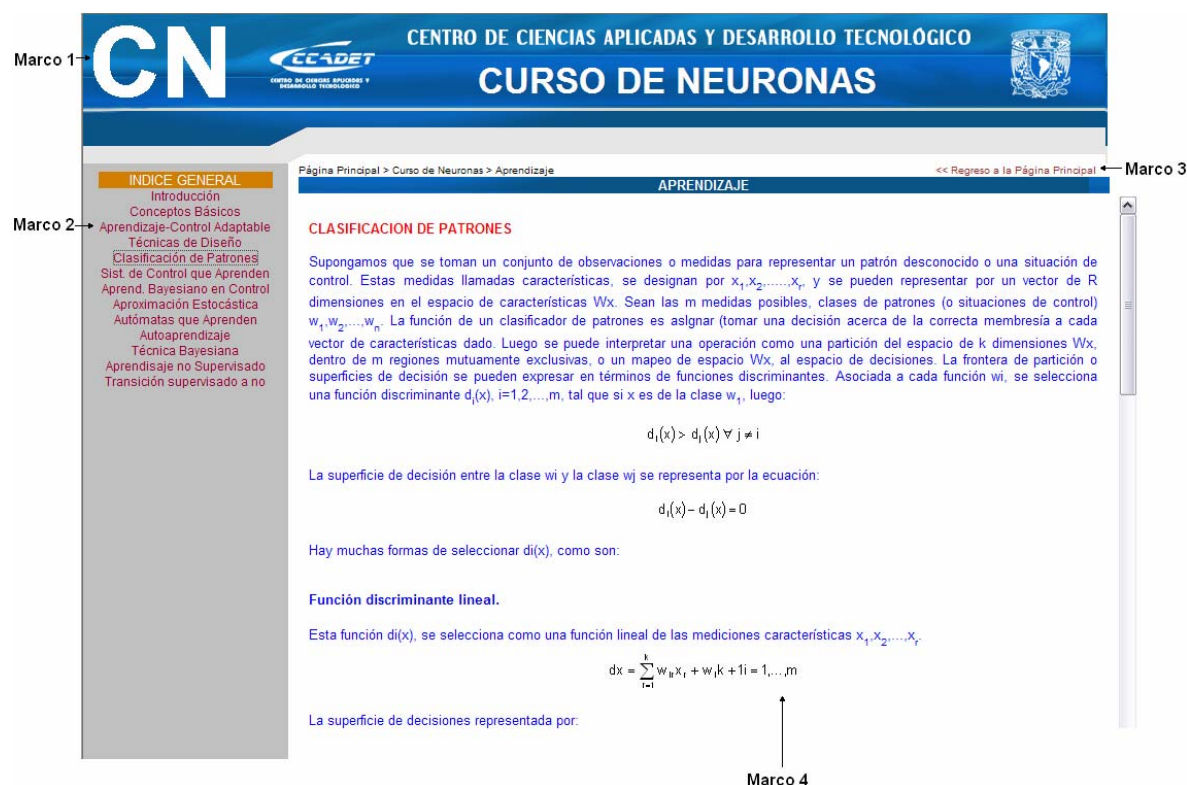
En la figura 11 se muestra el grafico de la portada al curso.



Figura 11. Grafico de la portada al curso.

3. CÓDIGO

En las siguientes páginas se muestra el código de todas las pantallas del curso.



El marco 1 es el correspondiente al identificador del curso. En este identificador van los logos, y el nombre del curso

El marco 2 es el marco del índice general del curso.

El marco 3 es el marco de la navegación del curso, nos indica en donde estamos y el retorno a la página principal.

El marco 4 es el marco del texto del curso, en él se coloca el material escrito y gráfico.

En todos las diferentes partes del código se marca a que corresponde. El código, define el tipo de letra, los márgenes de la página y el formato de esta. También se da la estructura del marco y sus ligas. Se indica la incrustación de las ecuaciones por medio de su localización y número de figura, lo mismo para las figuras.

4. PREFACIO

En esta parte se presenta el código de texto del prefacio del curso, en el cual se define el tipo de letra, los márgenes de la página y el formato de esta. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
<style type="text/css">
<!--
body {
    background-color: #FFFFFF;
    background-image: url();
    margin-left: 0px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style2 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    color: #FFFFFF;
}
a:link {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
a:hover {
    color: #FF0000;
    text-decoration: none;
}
a:active {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
.style3 {font-family: Arial, Helvetica, sans-serif}
.style4 {color: #FFFFFF}
-->
</style></head>

<body>
<table width="994" height="149" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0"
background="figuras/neurona1.gif">
<tr>
<td width="289" height="20" align="left" valign="top"
background="figuras/logicas.gif">&nbsp;  </td>
</tr>
</table>
```

</body>
</html>

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="prefcurso_archivos/filelist.xml">
<title>PREFACIO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:Template>Normal</o:Template>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>8</o:Revision>
<o:TotalTime>264</o:TotalTime>
<o:Created>2007-05-11T17:55:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-24T16:18:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>250</o:Words>
<o:Characters>1381</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>11</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1628</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";

```

        margin:0cm;
        margin-bottom:.0001pt;
        mso-pagination:widow-orphan;
        font-size:12.0pt;
        font-family:Arial;
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.0pt 792.0pt;
    margin:70.85pt 70.9pt 70.85pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="11266"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
    <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=792
style='width:594.0pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b
style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
color:red;mso-ansi-language:ES-TRAD'>PREFACIO<o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;color:blue;mso-ansi-language:ES-TRAD'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

```


En el ámbito de la ciencia y la técnica, los Modelos Neuronales ha jugado un papel importante, podríamos asegurar que la vida actual, como la entendemos, no podría existir sin la participación de la teoría matemática del aprendizaje y su aplicación técnica en las redes neuronales, por lo que estudiarlas y entenderla es fundamental para poder entender la Ciencia y la tecnología actual.

El énfasis del curso está colocado en lo fundamental, ya que considero que si se entienden los conceptos fundamentales, los estudiantes estarán preparados para resolver los problemas de aprendizaje que actualmente requiere la Ciencia y la Técnica.

Por este motivo el curso está dividido en los cursos, de Aprendizaje, Neuronas y Modelos electrónicos de Neuronas y Redes Neuronales.

Quiero agradecer a mi amada esposa Roxanna por su comprensión y motivación para lograr este curso, sin ella esto nunca lo habría logrado. A mi maestro Alejandro Medina, por quien amé los modelos neuronales. También quiero agradecer la colaboración y participación de una gran cantidad de alumnos que han permitido la mejora y crecimiento de este curso, así como a la Universidad Nacional Autónoma de México desde la cual hemos podido generar este material de Educación a distancia que consideramos, como Académicos de Ella, nuestra labor fundamental. Creemos que la investigación y el desarrollo tecnológico, que realizamos en el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, deben fundamentalmente servir para educar mejor a nuestros estudiantes, ya que ésta es la misión fundamental de la Universidad pública.

José Luis Pérez Silva

4.1. APRENDISAJE, PÁGINA PRINCIPAL

Este es el código de la página principal del aprendizaje, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
<head>
<title>Untitled Document</title>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=iso-8859-1">
<style type="text/css">
<!--
body {
    background-color: #FFFFFF;
    background-image: url();
    margin-left: 0px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style2 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    color: #FFFFFF;
}
a:link {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
a:hover {
    color: #FF0000;
    text-decoration: none;
}
a:active {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
.style3 {font-family: Arial, Helvetica, sans-serif}
.style4 {color: #FFFFFF}
-->
</style></head>

<body>
<table width="994" height="149" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0"
background="../figuras/neurona1.gif">
<tr>
<td width="289" height="20" align="left" valign="top"
background="figuras/logicas.gif">&nbsp;  </td>
</tr>
</table>
</body>
```

```

</html>

<html xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aprendanimales_archivos/filelist.xml">
<title>APRENDIZAJE EN ANIMALES</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-13T00:52:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-13T00:58:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1520</o:Words>
<o:Characters>8364</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>69</o:Lines>
<o:Paragraphs>19</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>9865</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;

```

```

        mso-layout-grid-align:none;
        punctuation-wrap:simple;
        text-autospace:none;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span style="font-family: Arial; font-size: 10.0pt;
color: red;"><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'>INTRODUCCION</b></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD

```

Se puede encontrar suficiente apoyo para las teorías modernas del aprendizaje en los trabajos de Conductismo de J. B. Watson, el cual lo establece como un método de estudio. Desde allí se han desarrollado las teorías modernas del conductismo y del aprendizaje. Rigurosamente establecido, la idea básica del conductismo, es que estudia la mente, y este estudio sólo es posible, si ésta está reflejada en el consciente de un animal en particular. Esta idea suplanta la idea anterior, en la cual, el consciente era la materia de estudio más importante de la Psicología.

Es notorio que los estudios psicológicos del aprendizaje están basados en fenómenos observables y medibles, que son los estímulos y respuestas de un experimento acoplado con el ambiente en el cual se realiza. Se han formulado teorías específicas sobre las funciones desarrolladas por la mente cuando aprende, y las subestructuras involucradas en el proceso de aprendizaje. Debido a los avances en la Neurofisiología, la definición popular de aprendizaje se deja solamente en términos de la conducta.

La conducta animal se explica actualmente en términos de un condicionamiento, del cual existen dos teorías comúnmente enunciadas: El condicionamiento clásico, y el condicionamiento instrumental. Ambas teorías se basan en establecer o modificar la asociación en los sujetos entre estímulo y respuesta. Las teorías sólo difieren en el mecanismo por el que se llevan a cabo.

El más citado de los experimentos de condicionamiento clásico, es el desarrollado por Ivan Pavlov, en el cual a un perro se le da comida, y el sonido de una campana acompaña la presentación de la comida. Después de varias repeticiones de este hecho, basta sólo el sonido de la campana para producir salivación en el perro. La salivación por condicionamiento, es la respuesta condicionada al estímulo condicionado de tocar la campana.

El condicionamiento instrumental se ejemplifica en otro experimento, en el cual se coloca en una caja cerrada, y equipada con una palanca a una rata hambrienta. La palanca al ser operada, le da comida a la rata. En el movimiento de la rata dentro de la caja, ésta accidentalmente presiona la palanca y obtiene una poca de comida. En exploraciones subsiguientes vuelve a presionar la palanca y obtiene otra poca de comida. Después de un tiempo en estas condiciones presionar la barra se convierte en la principal actividad de la rata hambrienta. Presionar la barra es la respuesta condicionada al estímulo fijo (hambre). Este tipo de modelo condicionado fue fuertemente desarrollado por Thorndike.

Estos dos tipos de condicionamiento son similares en el hecho de que se establecen nuevos tipos de asociaciones de estímulo respuesta, y en ningún caso se puede establecer la asociación sin ningún

elemento intermedio; hambre en los dos casos. En el caso del perro de

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>El término Aprendizaje, es ciertamente más intuitivo que condicionado, ya que generalmente incluye una actividad mental que no es medible ni observable, como relaci&ocute;n entrada-salida. Condicionar puede s&ocute;lo incluir parte de esta actividad de aprender, pero este es el único concepto que ha sido descrito o definido como tal, y en efecto el condicionamiento es considerado por algunos autores, como el prototipo de la actividad mental. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Kimble define el aprendizaje de la siguiente manera: Aprendizaje es el cambio relativo y permanente en la potencialidad de la conducta que ocurre como un resultado de prácticas reforzadas. La frase, relativo y permanente, elimina a aquellos cambios en la conducta atribuidos a la fatiga, cambios de motivaci&ocute;n, etc. El cambio se define como en la potencialidad de la conducta por el hecho de que la aplicaci&ocute;n de la informaci&ocute;n aprendida no se lleva a cabo en forma inmediata, como en el caso de aprender en libros por medio de la lectura. ?C&ocute;mo dice Kimble: La práctica debe de ser reforzada para asegurar que se lleva a cabo el aprendizaje. El efecto del reforzamiento es tender a incrementar la probabilidad de que se realice alguna asociaci&ocute;n de estímulo-respuesta, cuando las condiciones apropiadas ocurran. Se puede ver que la habilidad superior de aprender de hombre, se debe en parte a la habilidad de crearse reforzamientos abstractos, como el de aprender por aprender. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>La única forma de aprendizaje en la cual se han realizado estudios con un número considerable de experimentos es el condicionamiento, y por lo tanto s&ocute;lo dentro de esta área encontraremos medidas del aprendizaje. Funcionamiento o conducta, es la variable medida. Una curva de aprendizaje, es una gráfica del funcionamiento como funci&ocute;n del tiempo, o del número de prácticas intentadas para medir el aprendizaje. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>La distinci&ocute;n que existe entre aprendizaje y funcionamiento, es la siguiente: Aprendizaje es uno de los varios factores que afecta el funcionamiento, y en lo general este tiene un término grande o un efecto relativo permanente, efecto que se opone a los términos cortos como son: Fatiga, manejo, etc. No se puede asumir que cualquier cambio en el funcionamiento refleja los efectos del aprendizaje, si todos los efectos e corto término están presentes. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>El hecho de que aprendizaje y funcionamiento son fen&ocute;menos diferentes, nos lleva a un tercer efecto no observable y desconocido, el experimentador que interviene e invalida la conexi&ocute;n aprendizaje-conducta. Por lo que las curvas de aprendizaje usadas para medir el fen&ocute;meno de aprendizaje, son realmente

curvas de conducta lo que en ausencia de cualquier medida directa de fenômenos de aprendizaje, es por medio de las curvas de conducta que podemos seguir midiéndolo.

<0:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>En lo general, la aproximaciôn Psicolôgica no se puede aplicar en forma directa a los problemas de control, ya que sus definiciones no nos permiten una síntesis de los sujetos, cuya conducta se pueda establecer como aprendizaje, ya que los Psicôlogos hasta el presente han dejado de lado el conocimiento detallado de las conductas y estructuras de los sujetos en los que se lleva a cabo el aprendizaje. En control se diseña sobre estructuras y conductas, con la seguridad de obtener ventajas al ser operado por cualquiera, y aún del tipo de definiciôn como las usadas en Psicología. Existen muchas analogías aparentes entre los sistemas de aprendizaje animal, y posibles sistemas electromecânicos, sin embargo no parece posible basar la síntesis de mâquinas que aprenden bajo las simples analogías. Ciertos conceptos de la estructura Psicolôgica parecen poder emplearse, por lo que los mencionaremos brevemente. <0:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Desde el punto de vista psicolôgico de aprendizaje y especialmente de conocimiento, la formaciôn de asociaciones entre variables (estímulo-respuesta) es a menudo el mâs usado de los resultados del proceso. La misma idea se puede aplicar a sistemas de control formando nuevas asociaciones entre problemas específicos de control, o situaciones de control particular que representan la soluciôn ôptima. La situaciôn de control y el control, juegan el papel de estímulo y respuesta. <0:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Los psicôlogos consideran que estas asociaciones estân basadas en la experiencia, prâctica o historia pasada, y esta idea también se puede emplear para formular una aproximaciôn. La asociaciôn entre la situaciôn de control y la elecciôn de control cambiarâ como una funciôn de la operaciôn observada del sistema. <0:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>También se considera que el reforzamiento es necesario para el aprendizaje de los animales. En mâquinas este reforzamiento no estân pensado en forma de recompensa como en el caso de los animales para su aprendizaje. En mâquinas el reforzamiento toma la forma de indicadores posiblemente preestructurados, que dan cambios de asociaciôn que alteran o no el funcionamiento en la direcciôn deseada. <0:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>El concepto de curva de aprendizaje, serâ llevado dentro de la definiciôn de sistema de control, como un medio de demostraciôn de resultados. El concepto de un índice de funcionamiento (IF), se usa comúnmente en estudios de control automâtico, especialmente en el control adaptable y ôptimo. <0:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><0:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Un índice de funcionamiento es cualquier medida del funcionamiento del sistema. Para poderlo emplear debemos de tener una definición específica en términos de ciertos experimentos a realizar, o una función a ser evaluada. Este es el criterio por el cual el funcionamiento del sistema se puede medir o comparar. Esta es una medida instantánea de la conducta, en el sentido de que el IF de un sistema se define en cualquier instante de tiempo, y se puede evaluar por medio de colocar al sistema estacionario en el tiempo, y aplicando la prueba o evaluación apropiada. </p></p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><p> </p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>La curva de aprendizaje, más apropiadamente la curva de conducta, es una gráfica de las funciones del sujeto como una función del tiempo o del número de pruebas. No es una medida instantánea de la conducta, pero una gráfica como ésta, es una medida a través de algunos intervalos de experiencia operativa. </p></p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><p> </p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Un comentario extra sobre conducta influenciada por aprendizaje, y conducta como normalmente se mide en un IF. El primero usualmente implica conducta en el sentido más universal que la segunda. Esto significa que el término relativo permanente en la definición psicológica de aprendizaje, donde la permanencia se pueda interpretar a ser en ambos, en espacio y en tiempo operativos. En contraste, una medida IF de la conducta bajo ciertas circunstancias restrictivas, tales como respuesta a un escalón unitario como entrada. Luego una curva de conducta es de nuevo una gráfica de la nueva experiencia de la suma pesada o integración de valores del más restrictivo IF sobre algunos espacios operativos típicos. </p></p></p>

<p class=MsoNormal><p> </p></p>

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

4.2. CONCEPTOS BÁSICOS

Este es el código de la página principal reconceptos básicos, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="concepbasicaprend_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="concepbasicaprend_archivos/editdata.mso">
```

```

<link rel=OLE-Object-Data href="concepbasicaprend_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>CONCEPTOS BÁSICOS EN ESTUDIOS DE APRENDIZAJE</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>7</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-13T00:58:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-13T01:08:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>424</o:Words>
<o:Characters>2335</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>19</o:Lines>
<o:Paragraphs>5</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2754</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;

```



```

        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:696927597;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

```

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">

<tr>

<td><div class=Section1>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight: normal'>CONCEPTOS BÁSICOS EN ESTUDIOS DE APRENDIZAJE</p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Empleado en un sentido restrictivo en algunas escuelas específicas del pensamiento en psicología, el témino reforzamiento se aplica generalmente a aquel proceso en el cual la frecuencia de ocurrencia de ciertas respuestas fuera del conjunto de alternativas de respuestas, se incrementa como una experiencia que se acumula en una situación propia. Esta definición es la preferida en el estudio porque el reforzamiento se puede mecanizar en tantas formas, que una definición más específica sería restrictiva. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>En los experimentos con animales, el reforzamiento se implementa por medio de la manipulación controlada de algún elemento del ambiente del animal como posible comida, agua o severos toques eléctricos. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El agente reforzador tiene dos propiedades que afectan directamente el experimento: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list: l0 level1 lfo1;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>

<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family: Arial;color:blue'>1.

<![endif]>

Sirve como un indicador al animal de que ocurren ciertos modos de conducta.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list: l0 level1 lfo1;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>

<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family: Arial;color:blue'>2.

<![endif]>

El agente de reforzamiento sirve para forzar o inducir al animal a ejecutar de cualquier forma las experiencias indicadas. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El reforzamiento es un resguardo y un valor de motivación, pero en la mayoría de las máquinas que aprenden, sólo se implanta explícitamente, el formador que el indicador necesita. La tendencia a ejecutar, la motivación, será construida o preestructurada, y cualquier fenómeno designado como recompensa, se empleará sólo como indicador. En respuesta a ciertas salidas del elemento indicador, el mecanismo de aprendizaje puede hacer ajustes en un conjunto de sus propios parámetros, de acuerdo con una ley predefinida de ajuste.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Cómo se dijo antes, el reforzamiento se puede implantar en una multitud de variantes, algunas de las cuales pueden tener una conveniente descripción matemática. Estos se representan en la figura<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas><v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:146.25pt; height:78pt'><v:imagedata src="concepbasicaprend_archivos/image001.png" o:title=""/></v:shape><![endif--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>en

la cual el operador T se aplica al conjunto apropiado de parámetros del sistema cuando el entrenador reconoce la correspondencia deseada de estímulo-respuesta.

Consideremos un ejemplo de reforzamiento lineal. Supongamos que a cada presentación de un estímulo de entrada S, un animal o un sistema elige, por ejemplo girar a la derecha o a la izquierda, y que la probabilidad de girar a la derecha o a la izquierda al ensimo intento es p . Supongamos que el entrenador quiere que gire a la derecha, y así cuando esto ocurre, el entrenador gratifica al sistema aplicando el operador de reforzamiento

$T+$, así que:

Esto mueve p hacia 1 una fracción $(1-p)$ del intervalo P hacia 1. El mismo entrenador se puede estructurar para el giro a la izquierda aplicando el reforzamiento negativo en el operador T-, tal que:

```

DrawAspect="Content" ObjectID="_1245776102">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right;tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Podemos establecer que alguna forma de
reforzamiento se puede observar para operar en cualquier mecanismo que
aprenda.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.3. APRENDIZAJE DEFINIDO Y RELACIONADO A CONTROL ADAPTABLE

Este es el código de la página principal del aprendizaje definido y relacionado a control adaptable, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aprenycontadaptable_archivos/filelist.xml">
<title>APRENDIZAJE DEFINIDO Y RELACIONADO A CONTROL ADAPTABLE</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>3</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-13T01:09:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-13T01:12:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1521</o:Words>
<o:Characters>8366</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>69</o:Lines>
<o:Paragraphs>19</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>9868</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>

```

```

<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
  <w:BreakWrappedTables/>
  <w:SnapToGridInCell/>
  <w:WrapTextWithPunct/>
  <w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:318270915;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;

```

```

        mso-level-legacy-space:0cm;
        margin-left:14.15pt;
        text-indent:-14.15pt;}
@list l1
    {mso-list-id:1159424326;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l1:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>APRENDIZAJE      DEFINIDO      Y      RELACIONADO      A      CONTROL
ADAPTABLE<o:p></o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si se construye un elemento, y se demanda que
&eacute;ste tenga la habilidad de aprender, se deben de plantear ciertos procedimientos que
confirman o regulen &eacute;sta demanda. &quest;C&oacute;mo se puede determinar en forma
objetiva si el proceso de aprendizaje est&aacute; operando? Esta pregunta hist&oacute;ricamente

```

ha ocupado a los psicólogos, y su respuesta será relevante. Aprendizaje segmental; los psicólogos, es un cambio relativo y permanente en la conducta potencial que ocurre como un resultado de la práctica de reforzamiento. Esta definición; acentúa el análisis de cambios observables en la conducta dentro de una secuencia de pruebas. La gráfica resultante es llamada

curva de aprendizaje. De la tendencia de este despliegue histórico de la conducta, se infiere que el proceso de aprendizaje está; o no operando.

Aparecen algunos problemas en la aplicación directa de este punto de vista como una prueba para el desarrollo de Ingeniería. Para los psicólogos aprender es un hecho empírico, y que es el siguiente: sus sujetos incuestionablemente tienen habilidad de aprender, y ellos postulan la existencia del proceso de aprendizaje para estimar cambios observados en la conducta. Esto es razonable para los psicólogos, y así; se puede inferir que una curva plana significa que no ha operado el proceso de aprendizaje, y que una curva no lisa significa que ha operado. Pero estas conclusiones están sujetas a errores causados por influencia extrínsecas en la conducta. Siempre con estos puntos aceptados, la curva de aprendizaje todavía puede emplearse para los ingenieros que deseen demostrar la habilidad de su desarrollo, pero si un crítico aludiera la demanda del ingeniero, su desarrollo debería; de mostrar cambios de funcionamiento bajo una secuencia de pruebas.

Se puede construir una definición operacional:

Se debe de organizar un experimento dentro de una secuencia de pruebas idénticas.

Cada prueba debe de producir alguna conducta o salida por el desarrollo.

elecciones del control. La colección de todas las mediciones realizadas en un instante se llama muestra de la mediciones.

La elección del control, son las salidas del controlador. El intervalo de cada elección es dado, y constituye la restricción física con la cual el controlador debe manipular la planta. Estas restricciones definen la clase admisible de control. La colección de todos los parámetros de la planta y señales de control generados por el controlador en cualquier instante se llama elección del control.

Nótese que el controlador que asigna una elección de control a cada muestra de mediciones, se debe de diseñar con la capacidad de memoria y lógica que permita el procesamiento de los datos en la muestra de medida. No se puede hacer más que generar una elección de control basada en estos datos. El proceso de aprendizaje debe de operar para mejorar la asignación de elecciones admisibles de control a muestras de mediciones disponibles. Si las muestras de mediciones no incluyen datos describiendo una variable física particularmente importante, luego la ley de control no puede estimar para esta variable una elección de control. Se puntualiza este argumento porque la complejidad relativa de las muestras de mediciones no es básica para el concepto de aprendizaje. Si una muestra completa de mediciones es relativa al ambiente en el cual el elemento opera, es la llave para entender los procesos de aprendizaje que no caen en la riqueza de los arreglos de transductores de mediciones, y la complejidad asociada de la memoria del controlador y su lógica, por lo que se debe de enfocar la atención en el simple concepto de una ley de control cambiante.

El mecanismo de búsqueda para la ley de control se puede llevar a cabo en dos formas diferentes, una búsqueda exhaustiva es el método más simple para encontrar las igualdades preferidas entre mediciones y elecciones del control. Este método directo es de valor cuando la enumeración de todas las muestras de medida y la derivación por prueba y error de la elección correspondiente de control, no está prohibida por limitaciones prácticas en el tiempo de búsqueda o capacidad de memoria. Una técnica de búsqueda poderosa incorporar a las ideas de reconocimiento de patrones.

¿Donde existen los patrones de un sistema de control? La colección de todas las muestras de posibles medidas, abundan en patrones, ya que éstas no ocurren azarosamente. La dinámica de la planta y del ambiente, determinan que las variables medidas cambien en una forma ordenada. Esta es la tarea del controlador, causar patrones preferidos de nuestras mediciones que ocurren haciendo elecciones aprobadas de control. Para aplicar el concepto de reconocimiento de patrones, es necesario extraer las características de patrones de nuestras medidas. Esto requiere la división de la colección de todas las muestras de medidas en clases que se llaman situaciones de control. Cada situación de control se puede describir listando sus características, luego la ley de control es una regla de clasificación. El controlador asigna cada posible muestra de mediciones, a una situación de control para la cual debe de existir una elección correspondiente de control.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El reforzamiento involucra los problemas de evaluación y modificación de las elecciones. Para reforzar una elección, debe de medirse el resultado de esta conducta y debe de tener una relación mejor que la definida en la conducta. El problema central del diseño es la selección de la regla de reforzamiento que específica exactamente como se modifica la ley de control como una función de la conducta. En un sistema determinista, el problema de discriminar entre elecciones admisibles de control es más difícil, porque la selección de una elección de control significa que sus alternativas no se pueden elegir. La comparación de conducta para detectar mejorías relativas no es fácil de hacer, a menos que se sumen algunas perturbaciones dentro de la elección del control, así que se puedan determinar los máritos relativos de la elección de control vecino. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Cuando la selección de una regla de control de reforzamiento no se hace de forma directa, la necesidad de reforzamiento es clara. Este es el instrumento que permite la incorporación del pasado del elemento (experiencia pasada), que es el centro de la maquinaria por la cual puede hacer elecciones futuras el control. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Cuando la regla de reforzamiento quía la búsqueda para un controlador mejorado, se crean ciertas características únicas de especial interés. Si el diseñador especifica la regla de reforzamiento, está listo para colocar su desarrollo directamente dentro del ambiente de operaciones sin entrenamiento a priori, y aprende en línea. La modificación del controlador de guía cerrada, si converge, proveerá para la evolución de la ley de control de su forma primitiva, a una forma refinada, luego la gráfica de la historia de la conducta, reflejará la tendencia a mejoras que se requieren por la definición operacional. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El aprendizaje es un proceso que automáticamente mejora la ley de control por las siguientes funciones: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:l0 level1 lfo2;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>

<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family:

Arial;color:blue'>1.

<![endif]>

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:blue'>La evaluación de los resultados de la selección del control hecho por el controlador, para una situación de control dada de acuerdo al criterio prescrito. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:

36

```

<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>2269</o:Words>
<o:Characters>12480</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>104</o:Lines>
<o:Paragraphs>29</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>14720</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1

```

```

    {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:430275343;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l1
    {mso-list-id:508328237;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l1:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l2
    {mso-list-id:649481631;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l2:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l3
    {mso-list-id:1563756307;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l3:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l4
    {mso-list-id:2053387119;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1052044656;}
@list l4:level1
    {mso-level-tab-stop:none;

```

```

        mso-level-number-position:left;
        mso-level-legacy:yes;
        mso-level-legacy-indent:14.15pt;
        mso-level-legacy-space:0cm;
        margin-left:14.15pt;
        text-indent:-14.15pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>TECNICAS DE DISE&Ntilde;O<o:p></o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para el dise&ntilde;o de los sistemas, los
siguientes pasos son comunes: <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:
l0 level1 lfo1;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>
        <![if !supportLists]>
        <span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family:
Arial;color:blue'><span style='mso-list:ignore'>1.<span style='font:7.0pt "Times New
Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>
        <![endif]>
        <span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;

```

font-family:Arial;color:blue">Se escoge una estrategia de búsqueda, la cual luego determina la forma básica de la mecanización de la ley ajustable de control.

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:10 level1 lfo1;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>
2.
<![endif]>

Se suma un criterio de evaluación para detectar cualquier mejora relativa en funcionamiento, que indicará una configuración preferida de control. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:10 level1 lfo1;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>
3.
<![endif]>

Se elige la regla de modificación para estipular el ajuste de guía cerrada de los controladores basados en los resultados de la evaluación. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Existen dos estrategias de búsqueda que se pueden emplear como base para diseñar un controlador que aprende, la búsqueda exhaustiva o enumerativa, y la búsqueda usando reconocimiento de patrones. Cada uno de ellos hace uso de algún esquema de partición que divide la colección de todas las muestras de mediciones en clases, situaciones de control, y luego provee para la igualdad de la elección de control a cada situación de control. La estrategia de búsqueda exhaustiva usa un esquema de partición que llamaremos celular. La estrategia de búsqueda por reconocimiento de patrones usa un esquema que se llamará extracción de características. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Si el intervalo de la salida de cada transductor de medida se divide en un número finito de intervalos, luego el espacio de muestras de medida M, se divide en celdas de tamaño y forma fija. Si cada celda es una situación de control, las muestras de medida dentro de una celda dada, son equivalentes para el propósito de hacer una elección de control. Una mecanización obvia de tal partición es ordenar los transductores de tal forma que sus salidas cuantizadas constituyen una etiqueta numérica, única y común a cualquier elemento en una situación de control. La memoria de una computadora digital puede direccionar, así que la elección del control puede asociarse con cualquier situación de control. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD

En esta aplicaci&ocute;n, el controlador se diseña para permitir una igualdad entre la situaci&ocute;n de control, y el control correspondiente, de forma tal que la igualaci&ocute;n no dependa de la existencia de ningún patr&ocute;n, además de las muestras de medida. Cada situaci&ocute;n de control es tratada como si fuera independiente de las situaciones vecinas.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Una variante de esta estrategia es una en la cual la partici&ocute;n se ejecuta por el sistema mismo. Aquí la colecci&ocute;n de muestras de medida, es cubierta por un número finito de células circulares. La cobertura se forma progresivamente, empezando con la primera célula que rodea la primera muestra de medida de la historia operativa del elemento. Cuando se encuentra que una muestra de medida no pertenece a la cobertura existente, se suma una nueva celda. La vasta cobertura se puede refinar por subdivisi&ocute;n de cualquier celda circular original dentro de pequeñas celdas. Este esquema tiene la ventaja práctica de requerir menor capacidad de memoria para dar la soluci&ocute;n, comparada con el método de células fijas. Puede usar una basta cobertura de regiones no críticas, y una cobertura fina de regiones críticas.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Si consideramos que las muestras de mediciones ocurren en patrones, luego es posible partir el conjunto de muestras de mediciones M, tal que la dependencia de las muestras vecinas se pueda emplear para decrecer la capacidad de memoria requerida. Se pueden emplear desigualdades para partir M subconjuntos de varias formas, cuyos elementos posean en común alguna característica usual. Estas desigualdades definen hipersuperficies en M, y no son necesariamente estáticas. En particular se emplean a menudo los hiperplanos, ya que la desigualdad correspondiente es una simple combinaci&ocute;n lineal de los componentes de las muestras de mediciones.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Cada plano establece una divisi&ocute;n del conjunto M en dos partes distintas, y luego genera una variable binaria, cuyo valor se determina por la posici&ocute;n de la corriente de la muestra medida respecto al plano. Se pueden combinar varios planos para brincar una regi&ocute;n irregular de M definiendo una funci&ocute;n booleana de variables binarias. Esta regi&ocute;n de M es definida así en una situaci&ocute;n de control, y el valor binario de esta funci&ocute;n se puede emplear para adicionar una o dos elecciones de control.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Criterio de evaluaci&ocute;n. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El resultado medible de una elecci&ocute;n de control es su conducta. Hay al menos dos maneras de evaluar la conducta que se genera de acuerdo a una ley de control dada. Se puede emplear una funcional para medir la calidad de la ley de control, o las características discretas de la respuesta pueden servir para indicar la calidad de la ley de control.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><span lang=ES-TRAD

Una funcional asigna un número real a una función, en este caso, la respuesta del sistema sobre el intervalo de tiempo. Este método se emplea mucho en la teoría de control óptimo.

Una característica discreta de la referencia de respuesta es un evento en el que la ocurrencia de un sobretiro de la salida del sistema, o el logro de un mínimo local en un problema de subida de montaña.

Una característica discreta de la referencia de respuesta es un evento en el que la ocurrencia de un sobretiro de la salida del sistema, o el logro de un mínimo local en un problema de subida de montaña.

Modificación de la ley de control.

Es difícil establecer los pasos de modificación necesarios por la naturaleza individual de la modificación.

Una característica discreta de la referencia de respuesta es un evento en el que la ocurrencia de un sobretiro de la salida del sistema, o el logro de un mínimo local en un problema de subida de montaña.

Adaptabilidad y aprendizaje.

Mostraremos como un control adaptable se relaciona con el aprendizaje. El tema de discusión es preguntar por la condición necesaria y suficiente que distingue un proceso de aprendizaje. Esta discusión académica tiene dos objetivos:

Una característica discreta de la referencia de respuesta es un evento en el que la ocurrencia de un sobretiro de la salida del sistema, o el logro de un mínimo local en un problema de subida de montaña.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Relacionar control adaptable con aprendizaje.

Enfatizar que las ideas de curva de aprendizaje y reconocimiento de patrones, son lógicamente subordinados a las matemáticas ideas de ley cambiante de control y reforzamiento.

Una característica discreta de la referencia de respuesta es un evento en el que la ocurrencia de un sobretiro de la salida del sistema, o el logro de un mínimo local en un problema de subida de montaña.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Un sistema de control adaptable, es aquel provisto con un medio para continuamente revisar su propia conducta, en relaciøn con un øndice de conducta o condiciones øptimas, como un medio de modificar sus propios parømetros por una acciøn en gasa cerrada, tal que se aproxime al øptimo.

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Se pueden preguntar las siguientes cuestiones: øCømo es el aprendizaje esencialmente diferente de la adaptabilidad? øCuøles son las condiciones necesarias y suficientes para el aprendizaje? øPuede ser descrito un sistema simple de aprendizaje?. Para ayudar a encontrar respuestas a estas preguntas elegimos el elemento conocido como ratøn de Shanon, como ejemplo para la discusiøn.

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Las caracterøsticas bøsicas de este elemento no las analizaremos en detalle. Tiene una ley de control cambiøble que es mecanizada por un banco de relevadores, y su løgica tiene un esquema de reforzamiento que cambia el controlador como un resultado de la experiencia. Si no se emplea reconocimiento de patrones es porque define una clase de conductas llamadas las trayectorias a la meta, por lo tanto cada conducta es tratada como una situaciøn independiente de control porque solamente la direcciøn existente es la almacenada para cada comportamiento. Si el laberinto cambia, el ratøn destruye la vieja ley de control, y establece una nueva ley de control por prueba y error. Este ratøn de Shanon se clasifica como un elemento adaptable, no digno del tøtulo de aprendizaje. Para aprender el dispositivo debe de hacer møs, digamos ser capaz de recorrer cualquier clase de laberinto. Debemos de considerar por dos razones esta objeciøn:

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:l4 level1 lfo3;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>
1.
<![endif]>

Debe de tener cierta habilidad relativa de aprender de acuerdo a la complejidad del ambiente, que conducirøa conclusiones no satisfactorias en las cuales un dispositivo a veces es, y a veces no, un sistema que aprende.

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:l4 level1 lfo3;tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>
2.
<![endif]>

La definiciøn operacional prestada de los psicølogos especøficamente excluye las variaciones del ambiente durante una prueba para la habilidad de aprender.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Habiendo excluido variaciones del ambiente, la materia en cuestiôn permanece. En un ambiente estocâtico, es un prototipo del proceso de aprendizaje mâs simple. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>La respuesta es sí, pero es una forma cruda de aprender, cruda o no, esta afirmaciôn nos lleva a conclusiones donde la condiciones suficientes y necesarias para aprender son: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l1 level1 lfo4; tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>

1.

<![endif]>

Una ley de control cambiâble. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l1 level1 lfo4; tab-stops:36.0pt 136.8pt'>

<![if !supportLists]>

2.

<![endif]>

Una regla de reforzamiento. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>Juntas estas dos condiciones aseguran una curva de aprendizaje. Ahora no se trabaja en control con este caso trivial. Minsky en su artículo escribe: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>"Se obtienen funcionamientos no triviales, cuando los sistemas de aprendizaje se suplen con la calificaciôn de reconocimiento de patrones de alguna habilidad inductiva". <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>De la variedad de objetos encontrados en una investigaciôn no trivial, es enormemente grave que no podamos depender de recurrencias, y la mera acumulaciôn de datos de experiencia pasada puedan tener sôlo un valor limitado. Así el reconocimiento de patrones se suma algunas veces a sistemas que aprenden, para mejorar su valor prâctico o eficiencia. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'>El ratón de Shanon, es un dispositivo de sistema adaptable, y es también indistinguible de un sistema que aprende en un medio estocástico, esto nos lleva a la conclusión que un sistema de control que aprende, forma una extensión del arte de los controles adaptables, y en un caso simple se igualan. Pero para el caso práctico, los sistemas que aprenden deben también de ser adaptables, en el sentido de que deben de proveer con más que las características necesarias y suficientes de un sistema simple que aprende. En particular las técnicas de reconocimiento de patrones nos dan la más fuerte aproximación a la síntesis de los controles no triviales que aprenden. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 136.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>En el diseño de un sistema óptimo de control, si se conoce a priori toda la información acerca del proceso de control, y éste se puede describir de una forma determinista. El controlador óptimo usualmente se diseña por técnicas deterministas de optimización. Si todo, o partes de la información a priori se pueden describir subestadísticamente, por ejemplo en términos de distribución de probabilidad o funciones de densidad, se emplean las técnicas estadísticas o estocásticas de diseño, por lo tanto, si la información a priori requerida es desconocida o incompleta, en lo general no se puede obtener un control óptimo por las técnicas clásicas de diseño como son: Programación dinámica, principio del máximo, cáculo de variaciones, etc. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>Existen dos aproximaciones diferentes para resolver este tipo de problemas. Una es diseñar un controlador basado solamente en la información obtenida. En este caso la información desconocida siempre se ignora, o se considera que toma un cierto valor que el diseñador considere por mejor. La segunda es la de diseñar un controlador que tenga la posibilidad de estimar la información desconocida durante su operación, y se determina la acción óptima de control en base a la información estimada. En el primer caso se emplea a menudo un criterio de diseño conservador, y el sistema diseñado es en general ineficiente y subóptimo. En el segundo caso, si la información estimada se aproxima a la información verdadera conforme pasa el tiempo, el controlador diseñado se aproximará al control óptimo, en otras palabras, el funcionamiento del control diseñado será eventualmente bueno como en el caso en el que se conoce la información requerida, ya que gradualmente mejorará su conducta debido al mejoramiento de la información desconocida, lo que hace que este tipo de sistemas de control se denominen sistemas de control que aprenden. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>El controlador aprende la información desconocida durante la operación, y la información aprendida es usada en turno como una experiencia para decisiones o controles futuros. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD

Del concepto antes introducido, se puede ver el problema del aprendizaje como un problema de estimacién de aproximaciones sucesivas de las cantidades desconocidas, o de una funcional que representa el proceso controlado bajo estudio. Las cantidades desconocidas a ser aprendidas o estimadas por el controlador, pueden ser simplemente parámetros, o la forma y parámetros que describen una funcién probabilística o determinista. La relacién entre la ley de control y esta funcién se escoge usualmente por el diseñador, por lo tanto, como el controlador acumula más informacién acerca de la funcién o parámetros desconocidos, la ley de control se podrá alterar de acuerdo con la actualizacién de la informacién, para mejorar la conducta del sistema. En la figura (2) se muestra un diagrama simple de bloques de un sistema que aprende. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'>

```
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:196.5pt;
height:78.75pt'>
<v:imagedata src="tecnicdise&ntilde;o_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
```

```
<![if !vml]>

<![endif]>
```

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>Se supone la dinámica de la planta bajo un disturbio del ambiente como conocida o parcialmente conocida, por lo tanto aquí es necesario diseñar un controlador que aprenda o estime la informacién desconocida que se requiere para establecer la ley éptima de control. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La acción actuante del control se determina en base a la información aprendida o estimada, y es en general subóptima. Ahora si la información aprendida converge a la información cierta, conforme corre el tiempo, el controlador subóptimo se aproximará asintóticamente a un controlador óptimo. El maestro evalúa la conducta del controlador y dirige el proceso de aprendizaje ejecutado por el controlador de tal forma, que el funcionamiento sobre todo el sistema se mejore gradualmente. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>Dependiendo de si existe o no supervisión externa, el proceso de aprendizaje se puede clasificar en: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l2 level1 lfo5; tab-stops:36.0pt 72.0pt'>

<![if !supportLists]>

<span lang=ES-TRAD

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family:Arial; color:blue'>1.

<![endif]>

Aprendizaje con supervisión externa, o fuera de línea. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l2 level1 lfo5; tab-stops:36.0pt 72.0pt'>

<![if !supportLists]>

<span lang=ES-TRAD

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family:Arial; color:blue'>2.

<![endif]>

Aprendizaje sin supervisión externa, o en línea. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>En aprendizaje con supervisión externa, la respuesta deseada se considera conocida exactamente . Dirigido por la respuesta conocida, el controlador modifica su estrategia de control, o sus parámetros de control para mejorar el funcionamiento del sistema. Por otro lado, en los procesos de aprendizaje sin supervisión externa la respuesta deseada no se conoce exactamente. Usualmente se emplean dos aproximaciones en el diseño de los controladores. La primera es que el proceso se lleva a cabo considerando todas las posibles respuestas (la aproximación de mezcla en aprendizaje Bayesiano). La segunda aproximación es que el controlador emplea una medida de la conducta para dirigir el proceso de aprendizaje (aproximación por retroalimentación de la conducta). La información aprendida se considera como una experiencia del controlador, y la experiencia la puede emplear para mejorar la calidad del control cuando ocurran situaciones similares. La nueva información extraída de una situación de control recurrente, se emplea para actualizar la estimación o la experiencia asociada con una situación de control. De la información extraída de diferentes situaciones de control, se obtienen diferentes

experiencias, y las situaciones similares de control se pueden agrupar para formar una clase de situaciones de control. Una función superior también realizada por algunos controladores que aprenden, es la clasificación de diferentes clases de situaciones de control, tal que se pueda gradualmente establecer una ley óptima de control para las varias clases de situaciones de control, y las acciones admisibles de control.

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

4.5. CLASIFICACIÓN DE PATRONES

Este es el código de la página principal de clasificación de patrones, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">
```

```
<head>
```

```
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
```

```
<meta name=ProgId content=Word.Document>
```

```
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
```

```
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
```

```
<link rel=File-List href="clasifpatrones_archivos/filelist.xml">
```

```
<link rel=Edit-Time-Data href="clasifpatrones_archivos/editdata.mso">
```

```
<link rel=OLE-Object-Data href="clasifpatrones_archivos/oledata.mso">
```

```
<!--[if !mso]>
```

```
<style>
```

```
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
.shape {behavior:url(#default#VML);}
```

```
</style>
```

```
<![endif]-->
```

```
<title>CLASIFICACION DE PATRONES</title>
```

```
<!--[if gte mso 9]><xml>
```

```
<o:DocumentProperties>
```

```
<o:Author>HHMM</o:Author>
```

```
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
```

```
<o:Revision>2</o:Revision>
```

```
<o:TotalTime>11</o:TotalTime>
```

```
<o:Created>2007-07-13T01:30:00Z</o:Created>
```

```
<o:LastSaved>2007-07-18T19:57:00Z</o:LastSaved>
```

```
<o:Pages>1</o:Pages>
```

```
<o:Words>760</o:Words>
```

```
<o:Characters>4184</o:Characters>
```

```
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
```



```

<o:Lines>34</o:Lines>
<o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4935</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>

```

```

<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>CLASIFICACION DE PATRONES</span></b></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Supongamos que se toman un conjunto de
observaciones o medidas para representar un patr&ocute;n desconocido o una situaci&ocute;n
de control. Estas medidas llamadas caracter&iacute;sticas, se designan por  $x_1, x_2, \dots, x_r$ , y se pueden representar por un vector de R dimensiones en
el espacio de caracter&iacute;sticas <span class=SpellE>Wx</span>. Sean las m medidas
posibles, clases de patrones (o situaciones de control)  $w_1, w_2, \dots, w_n$ , <span
class=SpellE>w</span>. La funci&ocute;n de un clasificador de patrones es <span
class=SpellE>asgnar</span> (tomar una decisi&ocute;n acerca de la correcta membres&iacute;a
a cada vector de caracter&iacute;sticas dado. Luego se puede interpretar una operaci&ocute;n
como una partici&ocute;n del espacio de k dimensiones <span class=SpellE>Wx</span>, dentro
de m regiones mutuamente exclusivas, o un mapeo de espacio <span
class=SpellE>Wx</span>, al espacio de decisiones. La frontera de partici&ocute;n o superficies
de decisi&ocute;n se pueden expresar en t&eacute;rminos de funciones discriminantes. Asociada
a cada funci&ocute;n <span class=SpellE>wi</span>, se selecciona una funci&ocute;n
discriminante  $d_i(x)$ , <span class=SpellE>i=1, 2, \dots, m</span>, tal que si x es de la clase  $w_1$ , luego:
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

```

```

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:84.75pt;
height:15.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275845">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La superficie de decisi&oacute;n entre la clase
<span class=SpellE>wi</span> y la clase <span class=SpellE>wj</span> se representa por la
ecuaci&oacute;n: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:69pt;height:15.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image026.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"

```

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275846">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>Hay muchas formas de seleccionar $di(x)$, como son: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Función discriminante lineal. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'>Esta función $di(x)$, se selecciona como una función lineal de las mediciones características $x_{₁}$, $x_{₂}$, ..., $x_{_r}$.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 72.0pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:140.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image027.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275847">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;tab-stops:36.0pt 72.0pt'>La superficie de decisiones representada por: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 72.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:257.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image028.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275848">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>es<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> también una
 función lineal de xr, o en otras palabras un <span
 class=SpellE>hiperplano en el espacio x. Sea: <span
 class=SpellE>w_r = w_{ir} - <span
 class=SpellE>w_{jr}<span
 style='mso-spacerun:yes'> r = 1,...,k+1, luego la
 ecuación anterior es: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt
 108.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image029.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275849">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> m = 2, se puede implantar
 fácilmente un clasificador de segunda clase, por un umbral lógico como en la
 figura.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt
 108.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>

```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;height:133.5pt' o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image015.gif" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>

<![endif]>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275850">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si la característica de entrada  $x$  es de
 $w <sub>1</sub>$ , <span class=SpellE>pij</span>  $x = w <sub>1</sub>$ , luego la salida del umbral
lógico ser, +1, si: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt
108.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:146.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image030.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275851">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Por otro lado si:<span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt
108.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image031.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>

```

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275852">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right;tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'>La salida será-1 y $x = w_{\text{sub}2}$. Para $m > 2$ se pueden emplear varios umbrales lógicos conectados en paralelo para propósitos de clasificación. Las varias combinaciones de +1 y -1 en las salidas de cada umbral lógico darán diferentes clasificaciones.</o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Función discriminante polinomial. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'>Las funciones discriminantes seleccionadas en las primeras clases, usualmente se consideran como funciones de la variable vectorial determinista x . Por lo tanto, si el ruido contamina las mediciones características, y se consideran las ecuaciones de todos los patrones en cada clase, se asume a x como una variable vectorial azarosa. En tal caso uno puede seleccionar una función discriminante de la forma:
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image032.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275853">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 57.6pt 108.0pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'>donde π es la probabilidad a priori de clase
 $w_{\text{sub}i}$, y $p(x|$ <span

class=SpellE>w_i), es una funci´n multivariable de probabilidad condicionada de x , dado $x =$ w_i. la regla de decisi´n para clasificar clases de patrones empleando la ecuaci´n <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image032.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275854">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'>como funci´n discriminante correspondiente a la decisi´n Bayesíana, con funci´n de perdida cero-uno, en la teoría estadística de decisi´n. En la figura se da un diagrama de bloques de esto.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:260.25pt;height:119.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="clasifpatrones_archivos/image018.gif" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1038"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246275855">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt decimal 57.6pt left 108.0pt'><span

Si se considera el costo de tomar mediciones de caracteres, o las mediciones de caracteres son secuenciales por naturaleza, uno puede emplear una aproximación secuencial, en este caso, las mediciones de caracteres se toman en secuencia. Después de cada medición, el clasificador toma una decisión siempre que termina el proceso, y hace una decisión terminal acerca de la pertenencia de clase, o de tomar una nueva medición. La probabilidad de error se puede preespecificar, y no se fija el número de mediciones de caracteres a tomar que se requieren para una decisión terminal, sino que se pone como una variable azarosa. La ventaja de usar una decisión secuencial, es que en promedio el número de mediciones de caracteres es menor que el requerido en el caso no secuencial para la misma probabilidad de error. Por ejemplo, en el caso de un clasificador de segunda clase, se puede aplicar la prueba de relación de probabilidad secuencial de control.

La función discriminante polinomial se selecciona como de n-ésimo orden polinomial ($n \geq 1$) de $x_1, x_2, \dots, x_n$. En particular si $n = 2$:

$$N = k + \frac{k-1}{2} + k = k + \frac{k+3}{2}$$

donde $N = k + \frac{k-1}{2} + k = k + \frac{k+3}{2}$

Sea $A = [a_{ij}]$ donde $a_{jj} = \frac{1}{2}(w_{jj} - w_{jj})$, $j = 1, \dots, k$, $a = \frac{1}{2}(w)$


```

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
class=SpellE>yi</span>(x) es un conjunto completo de funciones definidas en <span
class=SpellE>Wx</span> y <span class=SpellE>c<sub>i</sub></span> los coeficientes de la
expansi&oacute;n. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.6. SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN

Este es el código de la página principal de sistemas de control que aprenden, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="siscontaprenreforza_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="siscontaprenreforza_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="siscontaprenreforza_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN CON REFORZAMIENTO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>23</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T20:51:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T21:14:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>962</o:Words>

```

```

<o:Characters>5293</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>44</o:Lines>
<o:Paragraphs>12</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6243</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}

span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}

@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}

div.Section1
{page:Section1;}
-->

```

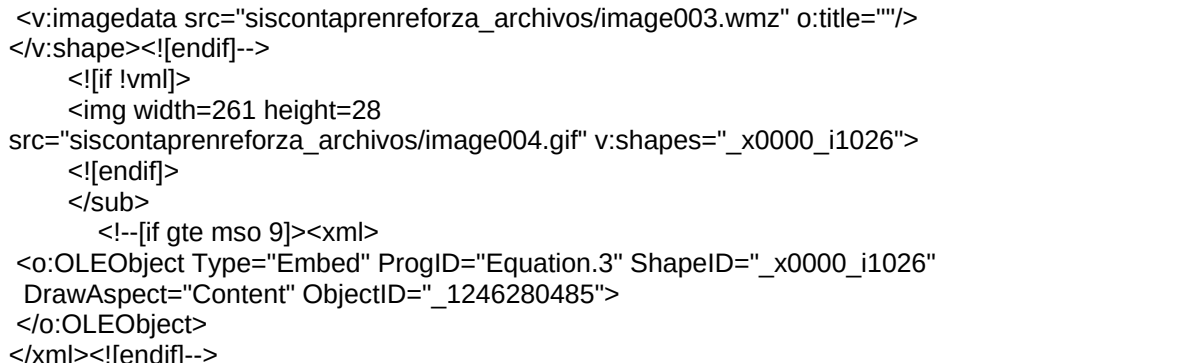
```

</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 180.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN CON
REFORZAMIENTO</span></b></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Los psicólogos consideran que cualquier
cambio sistemático en la conducta, con una meta específica es aprendizaje. Se
deben de distinguir varias clases de respuesta en virtud de describir el cambio de funcionamiento
del sistema. En general, se consideran clases mutuamente exclusivas y exhaustivas de respuestas
w<sub>1</sub>,...<span
class=GramE>,<span class=Spelle>w<sub>m</sub></span></span>. Sea <span
class=Spelle>p<sub>i</sub></span> la probabilidad de ocurrencia de la i-<span
class=Spelle>eacute;sima</span> clase de respuesta. Consideremos el cambio de funciones
expresado por el cambio de reforzamiento del conjunto de probabilidad de respuestas, {<span
class=Spelle>p<sub>i</sub></span>} se puede describir por la siguiente relaci&ocirc;n:
<span></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 180.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

```

$$y = w + i \cdot u$$

Se notar que es la probabilidad ímite de $p_i(n)$. Luego $i_i(n)$ ser en general, relacionada a la información o conducta evaluada de la entrada x en el instante. En sistemas de control que aprenden, la entrada x al controlador que aprende es usualmente la salida de la planta y w_i puede directamente representar la n -ésima acción de control. i_i i se puede identificar como el índice normalizado de conducta asociado con la i -ésima clase de respuesta del controlador. En algunos casos simples, $i_i(n)$ puede ser 0, o 1, para indicar cuando la conducta del sistema en el instante n , debido a la i -ésima acción de control sea satisfactoria o insatisfactoria, o $i_i(n)$ puede ser 0, o 1 para indicar cuando o no la decisión w_i hecha por el controlador en el instante n para la entrada x es correcta. En general se puede probar que $i_i(n)$ convergir a su máximo cuando $n \rightarrow \infty$.

En promedio, y en probabilidad si se desea que la i -ésima acción de control sea 1.

En el diseño de un controlador reforzado, las posibles clases de respuesta w_i , con $i = 1, \dots, m$ del controlador, son las acciones admisibles de control correspondientes, y la calidad de la acción de control para diferentes situaciones de control, o el funcionamiento del controlador a las salidas de las plantas.

El controlador est´ diseñado para aprender la mejor acciøn de control en cada instante de tiempo en la ausencia de informaciøn completa acerca de la planta y el disturbio ambiental. El proceso de aprendizaje est´ dirigido por la evaluaciøn de la conducta del sistema en cada instante de tiempo, por lo que el sistema est´ listo para aprender sin una supervisiøn externa, o como se dice aprender en línea. En la figura se muestra un diagrama de bloques de un control de aprendizaje en línea:

El controlador est´ diseñado para aprender la mejor acciøn de control en cada instante de tiempo en la ausencia de informaciøn completa acerca de la planta y el disturbio ambiental. El proceso de aprendizaje est´ dirigido por la evaluaciøn de la conducta del sistema en cada instante de tiempo, por lo que el sistema est´ listo para aprender sin una supervisiøn externa, o como se dice aprender en línea. En la figura se muestra un diagrama de bloques de un control de aprendizaje en línea:

Woltz y Fu han simulado f´cilmente, una clase de sistema de aprendizaje con reforzamiento en una computadora híbrida. El vector de características X es esencialmente el mismo que el vector de estado de planta. El índice de conducta J del sistema es de la forma:

El índice de conducta J del sistema es de la forma:

el instante

$U_1, U_2, \dots, U_m$

El controlador primero clasifica cualquier entrada x dentro de una clase de situaciones de control, y luego aprende la mejor acción de control a través de un algoritmo lineal de reforzamiento. La conducta evaluada en cada instante de tiempo n , algunas veces llamada conducta instantánea, o $submeta$, se elige como:

t es el periodo de muestreo, el cual debe de ser grande para poder obtener un cambio significativo en x para una acción de control d . Esta dado el conjunto de acciones admisibles de control

$U_1, U_2, \dots, U_m$

El controlador primero clasifica cualquier entrada x dentro de una clase de situaciones de control, y luego aprende la mejor acción de control a través de un algoritmo lineal de reforzamiento. La conducta evaluada en cada instante de tiempo n , algunas veces llamada conducta instantánea, o $submeta$, se elige como:

t es el periodo de muestreo, el cual debe de ser grande para poder obtener un cambio significativo en x para una acción de control d . Esta dado el conjunto de acciones admisibles de control

$U_1, U_2, \dots, U_m$

El controlador primero clasifica cualquier entrada x dentro de una clase de situaciones de control, y luego aprende la mejor acción de control a través de un algoritmo lineal de reforzamiento. La conducta evaluada en cada instante de tiempo n , algunas veces llamada conducta instantánea, o $submeta$, se elige como:

t es el periodo de muestreo, el cual debe de ser grande para poder obtener un cambio significativo en x para una acción de control d . Esta dado el conjunto de acciones admisibles de control

$U_1, U_2, \dots, U_m$

El controlador primero clasifica cualquier entrada x dentro de una clase de situaciones de control, y luego aprende la mejor acción de control a través de un algoritmo lineal de reforzamiento. La conducta evaluada en cada instante de tiempo n , algunas veces llamada conducta instantánea, o $submeta$, se elige como:

t es el periodo de muestreo, el cual debe de ser grande para poder obtener un cambio significativo en x para una acción de control d . Esta dado el conjunto de acciones admisibles de control

$U_1, U_2, \dots, U_m$

El controlador primero clasifica cualquier entrada x dentro de una clase de situaciones de control, y luego aprende la mejor acción de control a través de un algoritmo lineal de reforzamiento. La conducta evaluada en cada instante de tiempo n , algunas veces llamada conducta instantánea, o $submeta$, se elige como:

hecho de que los puntos de la vecindad de un punto dado en el espacio de estados que usualmente tienen características similares y requieren acciones similares de control. La distancia D , puede variar durante el proceso. El conjunto muestreado (situaciones de control establecidas en el proceso) en el espacio de estados, debe de ser partido en m clases tales, que se pueda establecer una mejor acción de control para cada clase de situaciones. Esto se complementa aplicando el algoritmo de aprendizaje por reforzamiento.

Sea la probabilidad que U sea la mejor acción de control para la situación de control S en un instante. Inicialmente, considerando un conocimiento no a priori, todos los

se modificar de acuerdo con el siguiente reforzamiento:

</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>donde N_j(n) se considera siempre 1 o 0, dependiendo si se reduce o no el IPS(n) definido como: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:87pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenreforza_archivos/image015.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246280490">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>aplicando u^j, donde a, se llama parámetro de aprendizaje. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>La mayor a es la menor de las probabilidades de que p_{ij} converja, y este resultado nos lleva a aprender con el menor cambio. En el proceso de aprendizaje, a se puede ajustar de acuerdo con la cantidad de reducción en IPS debida a la acción de control u_i. Conforme el aprendizaje procede de p_{ij}, se aproxima a 1 para un ui, y cada s_j, con la posible excepción de aquellos conjuntos de muestras localizadas en la superficie de decisión. Una acción de control u_i se emplea para la situación de control s_j, con probabilidad p_{ij}, sólo algunos p_{ij} exceden un valor presente de umbral. En este caso las u_i para las cuales p_{ij} es máximo, se emplean como la acción de control para s_j. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

</div></td>

```

</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.7. APRENDIZAJE BAYESIANO EN SISTEMAS DE CONTROL

Este es el código de la página principal de aprendizaje bayesiano en sistemas de control, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aprenbayesianosiscont_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aprenbayesianosiscont_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aprenbayesianosiscont_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>APRENDIZAJE BAYESIANO EN SISTEMAS DE CONTROL</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>29</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T21:15:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T21:44:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>709</o:Words>
<o:Characters>3902</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>32</o:Lines>
<o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4602</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>

```

```

<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
  <w:BreakWrappedTables/>
  <w:SnapToGridInCell/>
  <w:WrapTextWithPunct/>
  <w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;

```

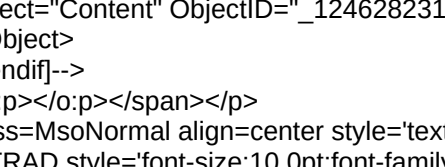
```

        mso-para-margin:0cm;
        mso-para-margin-bottom:.0001pt;
        mso-pagination:widow-orphan;
        font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

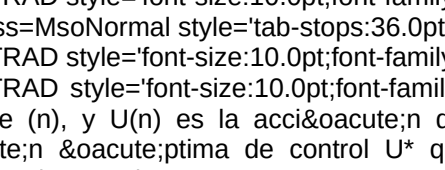
<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

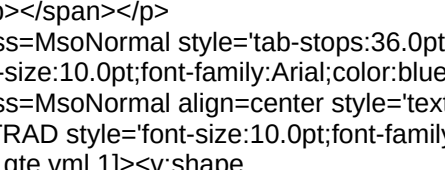
<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>APRENDIZAJE BAYESIANO EN SISTEMAS DE
CONTROL</span></b></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En el dise&ntilde;o estad&iacute;stico de un
controlador &oacute;ptimo empleando programaci&oacute;n din&aacute;mica, o teor&iacute;a
estad&iacute;stica de decisiones, se requieren el conocimiento verdadero de la distribuci&oacute;n
de probabilidad de la salida de la planta o de los par&aacute;metros del ambiente. Consideremos
una planta estoc&aacute;stica discreta, caracterizada por la ecuaci&oacute;n:
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:93pt;
height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aprenbayesianosiscont_archivos/image001.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

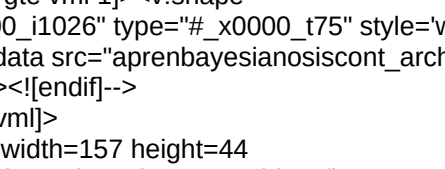
```



donde $X(n)$ es el vector de estado en un instante (n) , y $U(n)$ es la acción de control en el instante (n) . Para determinar la acción de control U^* que minimice el índice de funcionamiento:







Se debe de derivar una relación de recurrencia empleando programación dinámica con la función de densidad de probabilidad $p(x)$ desconocida.

Supongamos que se debe de aprender la función de densidad de probabilidad $p(x|w_i)$, cuando w_i representa la i -ésima clase de situación de control. Sean $x(1), \dots, X(n)$ las características medidas con una clasificación de situaciones de control conocidas, digamos todas las w_i . Este es ciertamente un caso de aprendizaje supervisado. Si la forma $p(x|w_i)$ es conocida, pero algunos parámetros θ son desconocidos, entonces el problema se reduce a aquel de estimar los parámetros θ para las medidas dadas de x

Es de notar que la consideraci&ocute;n de una distribuci&ocute;n Gausiana para $p(X(r)/w_1, q)$ simplificar&ocute;n de la ecuaci&ocute;n, si el producto de $p(X(r)/w_1, q)$ es también una distribuci&ocute;n Gausiana. Empleando esta propiedad de reproducir distribuciones de $p(X(r)/w_1, q)$, y aplicando el teorema de Bayes en forma iterativa, después de n muestras aprendidas, se da una expresi&ocute;n recursiva para estimar $q = M$ como:

En términos de las estimaciones iniciales $M(0)$ y $q(0)$, las dos ecuaciones anteriores serán:

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246282329">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

 </p>

donde
q es el parámetro desconocido asociado con p w_i y q = {q_i, i = 1,...,m} p = {p_i, i = 1,...,m}, y considere que la secuencia de medidas independientes $X(1), \dots, X(n)$ son tomadas de la mezcla con densidad de probabilidad $p(x)$. Luego la aplicación sucesiva del teorema de Bayes nos da:
 </p>

 </p>

_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style="width: 269.25pt; height: 29.25pt; o:ole=""><v:imagedata src="aprenbayesianosiscont_archivos/image021.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246282330"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 </p>

 </p>

Es necesario seleccionar la probabilidad a priori
p₀(q) que no es igual a cero, y el valor verdadero de q caracteriza la mezcla bajo consideración. También la condición de identificación para un tipo dado de mezcla, se debe imponer en base a únicamente aprender los parámetros desconocidos, cuando la mezcla $p(X|q,p)$ es identificable, o no es un problema de caracterización únicamente. Esto es, para una familia particular de la $i\acute{e}sima$ componente, la función de densidad $p(X|w_iq_i)$ y el conjunto de parámetros q y p , la mezcla s_{i0} determina el conjunto de parámetros $\{q_i\}$ y $\{p_i\}$. Es luego claro que si el aprendizaje no supervisado es tal que la mezcla no está únicamente caracterizada por $\{q_i\}$ y $\{p_i\}$, luego debe existir una solución no única para el problema de estimación. <o:p></o:p></p>

</p>
</div></td>

```

</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.8. SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN POR APROXIMACION ESTOCASTICA

Este es el código de la página principal de sistemas de control que aprenden por aproximación estocástica, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="siscontaprenaproxestoc_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="siscontaprenaproxestoc_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="siscontaprenaproxestoc_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN POR APROXIMACION ESTOCASTICA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>24</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T21:44:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T22:20:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>710</o:Words>
<o:Characters>3906</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>32</o:Lines>
<o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4607</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>

```

```

<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
  <w:BreakWrappedTables/>
  <w:SnapToGridInCell/>
  <w:WrapTextWithPunct/>
  <w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;

```

```

mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
  <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>SISTEMAS DE CONTROL QUE APRENDEN</span></b><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <b style='mso-bidi-font-weight:
normal'>POR APROXIMACION ESTOCASTICA<o:p></o:p></b></span></p>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta es la t&eacute;cnica general de
dise&ntilde;o m&aacute;s empleada. La idea b&aacute;sica es la aplicaci&oacute;n de los
procedimientos de aproximaci&oacute;n estoc&aacute;stica al dise&ntilde;o de controladores que
aprenden. En otras palabras, el controlador emplea las t&eacute;nicas de aproximaci&oacute;n
estoc&aacute;stica para aprender la mejor acci&oacute;n de control para cada clase de situaciones
de control. Se toma la siguiente aproximaci&oacute;n para implementar la idea: Primero se realiza
una evaluaci&oacute;n, se puede emplear para dirigir el proceso de aprendizaje, pero si es un
problema de control de aprendizaje, las caracter&iacute;sticas de la planta-ambiente son
desconocidas o incompletamente conocidas, es imposible realizar la evaluaci&oacute;n exacta del
&iacute;ndice de funcionamiento. En suma, se debe de elegir aproximadamente una
evaluaci&oacute;n instant&aacute;nea tal que garantice que la direcci&oacute;n de aprendizaje del
sistema idealizada por esta evaluaci&oacute;n, lo llevar&aacute; a la optimalidad con respecto a la
conducta total especificada. Bajo tales circunstancias se propone que la aproximaci&oacute;n
estoc&aacute;stica producida se aplique para estimar el primer &iacute;ndice de funcionamiento, y
luego aprender la mejor acci&oacute;n de control. <o:p></o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideremos la planta descrita por la
ecuaci&oacute;n: <o:p></o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
    <!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>

```

```

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:96pt;
height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image076.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284391">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> Y(<span
class=Spelle>n+1</span>) es la respuesta observada de la planta en el instante <span
class=Spelle>n+1</span>, cuando es aplicada la acci&oacute;n de control U(<span
class=Spelle>n+1</span>). La evaluaci&oacute;n instant&aacute;nea de la conducta se elige
como: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:138pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image077.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284392">
</o:OLEObject>

```


</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>donde f es una función definida positivamente y preespecificada. Para una planta estocática estacionaria, la función condicional de densidad será; <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:122.25pt;height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image078.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284393">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>no depende explícitamente de n. Por ejemplo:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:252pt;height:24pt' o:ole="">

<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image079.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284394">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>para<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> cualquier n. El índice de conducta del sistema es: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:81.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image080.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284395"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>La acción de control ´ptima U, est´ definida por: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1061" type="#_x0000_t75" style='width:156.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image081.emz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1061" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284396"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p><p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'>Si: <o:p></o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:123pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image083.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284397">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>son<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> desconocidas,
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image084.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284399">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>sóo<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se puede obtener por
aproximaciones sucesivas. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:126pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image085.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284400">

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>converge a: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:60pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image086.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284401">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>con probabilidad 1, para toda U_f. También si la condición asociada con la estimación de: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:60pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image087.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284402">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>es siempre:
<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:39.75pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image088.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284403">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>sea:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:69pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image089.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284404">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>luego:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:120.75pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image090.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284405">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>Sea ZN_{qj}+1) designe el valor de Z(N+1) distribu&iacutedo de acuerdo a:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:51pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image091.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284406">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>donde N_{qj} es el número de veces en n instantes que U_j sigue la ocurrencia de X^q<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>La aproximación estocástica se emplea para estimar:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'> <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:51.75pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image092.wmz" o:title=""/>

```

</v:shape><![endif]-->
    <![if !vml]>
        
    <![endif]>
</sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284407">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>por</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>ejemplo:
<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
    <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:266.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image093.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
    <![if !vml]>
        
    <![endif]>
</sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284408">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
class=Spelle>N<sub>qj</sub></span> = 0,1,... donde:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><sub>
    <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1041"
type="#_x0000_t75" style='width:2in;height:24pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image094.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
    <![if !vml]>
        

```

```

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284409">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La figura da un diagrama de bloques de la
operaci&oacute;n.</o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:324pt;height:80.25pt'>
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image036.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><i
style='mso-bidi-font-style:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></i></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El controlador se dise&ntilde;a para emplear una
estrategia puramente azarosa<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>en la acci&oacute;n
propia de control, a cada instante. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La ley &oacute;ptima deseada es:
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt
194.4pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image095.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284410">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD

```


style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las probabilidades subjetivas:

$P(\text{sub} \leq k | \text{Xq} = n) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$

de la estrategia azarosa para la modificaci3n se hace en base a la estimaci3n:

$$P(\text{sub} \leq k | \text{Xq} = n) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$$

el n3mero de ocurrencias de X en n instantes, y:

$$P(\text{sub} \leq k | \text{Xq} = n) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}$$

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1045" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image097.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284412">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Se pueden aplicar varios algoritmos para
 modificar la probabilidad subjetiva. El algoritmo que describiremos a continuaci´n
 est´ basado en un procedimiento de aproximaci´n estoc´stica.
 Después de (nq+1) ocurrencias de X_q las estimaciones de los índices de
 funcionamiento ser´n: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:78pt;height:18pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image098.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

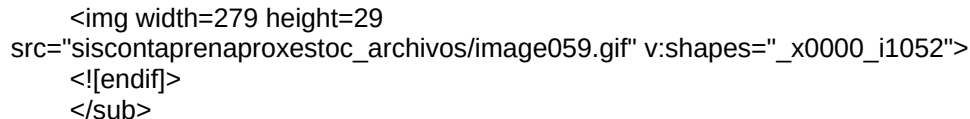
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1046"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284413">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La probabilidad subjetiva se calcula
 recursivamente para todo <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

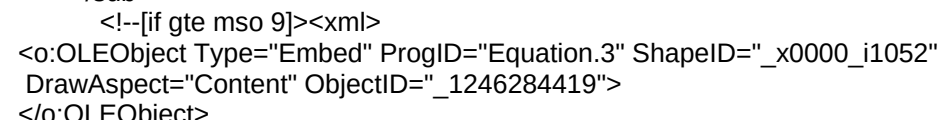
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1047" type="#_x0000_t75" style='width:59.25pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image099.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

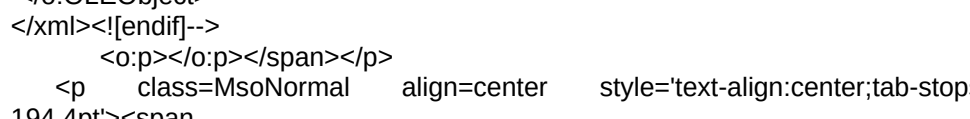
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1047" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284414">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>por<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1048" type="#_x0000_t75" style='width:216.75pt;height:15.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image100.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

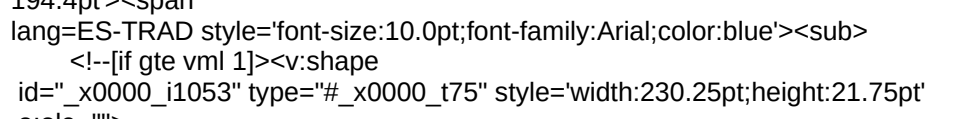
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1048" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284415">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>donde<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'> <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:174.75pt;height:32.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image101.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

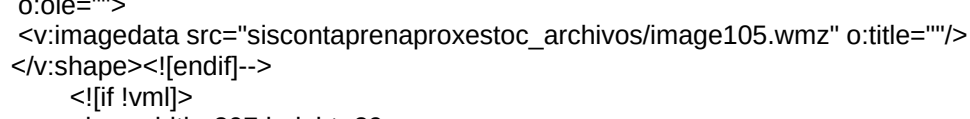
 <![endif]>

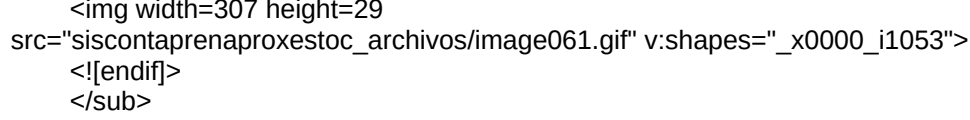


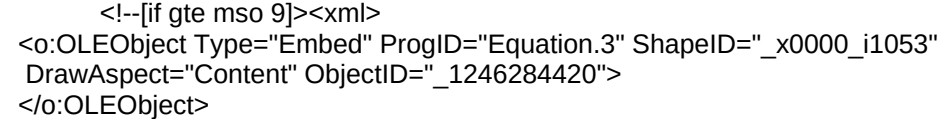


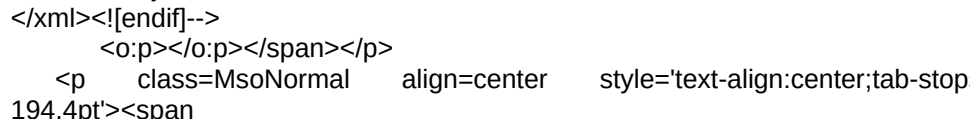


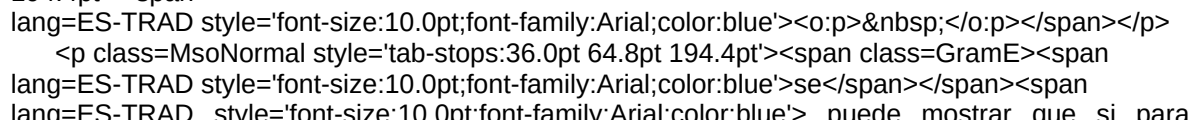


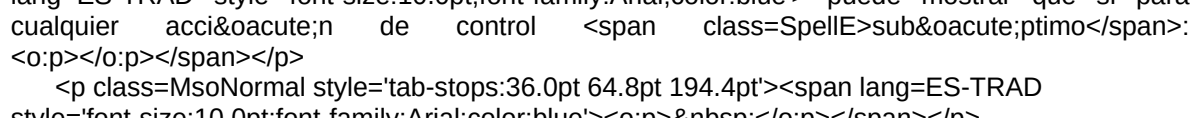


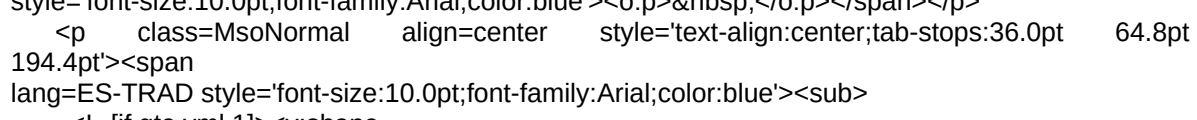


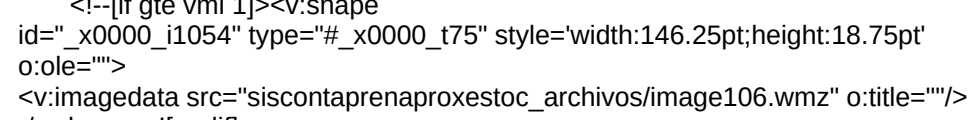


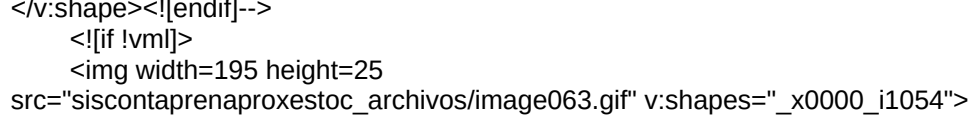


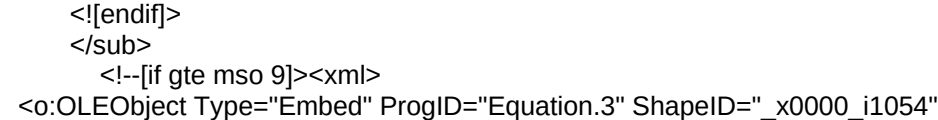


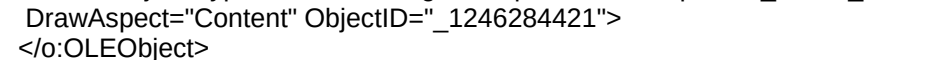












</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

luego: <o:p></o:p></p>

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1055" type="#_x0000_t75" style='width:102.75pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image107.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image065.gif" v:shapes="_x0000_i1055">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1055"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284422">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

Esta ecuación indica que la ley
óptima de control deseada: <o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1056" type="#_x0000_t75" style='width:81.75pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image108.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image067.gif" v:shapes="_x0000_i1056">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1056"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284423">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>eventualmente se obtendrá con probabilidad uno. Si la respuesta de la planta está continuamente distribuida, se ha propuesto que se puede aplicar el método de potencial para estimar el índice de funcionamiento.

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>En el caso donde la ley óptima de control sea de la forma: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1057" type="#_x0000_t75" style='width:156.75pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image109.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1057" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284424">

</o:OLEObject>

</xml><![endif-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>la ley de control se puede representar como: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1058" type="#_x0000_t75" style='width:96pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image110.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1058" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284425">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>donde $j_1(V)$, $i = 1, \dots, N$ son funciones linealmente independientes. Los coeficientes C_1 pueden estimarse aplicando el procedimiento de aproximaciones estocásticas y la n-Spelle´sima estimación de h(Y), se designa como: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1059" type="#_x0000_t75" style='width:128.25pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image111.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1059" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284426">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'>luego, el control estimado, <sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1060" type="#_x0000_t75" style='width:21pt;height:18pt' o:ole="">

<v:imagedata src="siscontaprenaproxestoc_archivos/image112.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1060" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246284427">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 se aproximar´ a $U(n)$ en el sentido de mínimos cuadrados. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;


```

color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
  </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.9. AUTÓMATAS QUE APRENDEN

Este es el código de la página principal de sistemas de autómatas que aprenden por aproximación estocástica, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="automataaprende_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="automataaprende_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="automataaprende_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>AUTOMATAS QUE APRENDEN </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>43</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T22:21:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T23:11:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1041</o:Words>
<o:Characters>5730</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>47</o:Lines>
<o:Paragraphs>13</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6758</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>

```

```

<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
  <w:BreakWrappedTables/>
  <w:SnapToGridInCell/>
  <w:WrapTextWithPunct/>
  <w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";

```

```

mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>AUTOMATAS QUE APRENDEN</span></b><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideremos la pareja estudiante maestro. El
estudiante tiene una pregunta y un conjunto finito de alternativas de respuesta. El estudiante puede
seleccionar alguna de las alternativas seguido de la respuesta del maestro en forma binaria,
indicando cuando la respuesta elegida es cierta o es falsa. El profesor es por lo tanto,
probabil&iacute;stico, existe siempre una probabilidad no cero de evocar alguna de las dos
respuestas binarias, para cualquier respuesta evocada por el alumno. La siguiente
caracter&iacute;stica de la situaci&ocute;n, es que si ya conoce la respuesta negativa del
maestro, tiene la probabilidad menor de contestar correctamente. Bajo estas circunstancias, el
inter&eacute;s es encontrar la manera mediante la cual el estudiante pueda planear la
elecci&ocute;n de la secuencia de alternativas, y procesar la informaci&ocute;n obtenida por el
maestro, tal que aprenda la respuesta correcta. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En los modelos de aut&ocute;matas
estoc&aacute;sticos, el aut&ocute;mata estoc&aacute;stico corresponde al alumno y el ambiente
azaroso en el que opera, corresponde al maestro probabil&iacute;stico. La acci&ocute;n de
aut&ocute;mata estoc&aacute;stico, son las varias alternativas de respuestas que fuesen. Las
respuestas del ambiente para una acci&ocute;n en lo particular del aut&ocute;mata
estoc&aacute;stico, son las respuestas probabil&iacute;sticas del maestro. El problema es obtener
la acci&ocute;n que corresponda a la respuesta correcta. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt 194.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El aut&ocute;mata estoc&aacute;stico llega a la
soluci&ocute;n del problema como sigue: Para empezar como no tiene informaci&ocute;n,
asume una acci&ocute;n &ocute;ptima, y &eacute;sta consiste en asignar a todas las acciones la
misma probabilidad. Una acci&ocute;n se selecciona al azar, y se observa la respuesta del
ambiente a esta acci&ocute;n, y en base a esta respuesta, se cambia la probabilidad de la

```

acción. Ahora se selecciona una nueva acción en base a la probabilidad de acción actualizada, y el proceso se repite. Un autómata estocástico actuando de esta manera y que mejore su funcionamiento se dice que es un autómata que aprende. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'>Un autómata estocástico es un séxtuple {X,f,a,p,A,G}, donde X es un conjunto de entradas, $f = \{f_1, \dots, f_n\}$ es el conjunto de estados internos, $a = \{a_1, \dots, a_n\}$ con r <math>s</math> son las salidas o conjunto de acciones, es el vector probabilístico de estado que gobierna la elección del estado en cada etapa.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 122.4pt'>
$$p(n) = \{p_1, \dots, p_n\}$$
</p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'>es un algoritmo llamado esquema de reforzamiento, el cual genera P_{n+1} de $p(n)$ y $G: f$ </p>

Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>®</p>

<p class=MsoNormal style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>a es la función de salida. G será en nuestro caso una función estocástica pero no se pierde generalidad, si se considera determinista. Consideraremos para simplemente clarificar nuestra discusión, a G como una función determinista y 1 a 1 , o sea: $r = s$, para cada acción un estado. Se notará claramente que los estados en esta discusión de autómatas estocásticos corresponden a los estados de un proceso de Markov de estados y parámetros discretos. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'>Sólo un ambiente con respuestas características azarosas será de interés en nuestra discusión. El ambiente tiene entradas: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 122.4pt'>an = {$a_1, \dots, a_n$</p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 122.4pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 122.4pt'>y salidas respuestas que pertenecen al conjunto x de entradas al autómata. Frecuentemente las respuestas son

binarias, 0,1, con el cero empleado para reconocer una respuesta no penada, y el uno para la respuesta penada. La probabilidad de emitir una salida particular (1) depende de la entrada y se denota por

$p_i = 1, \dots, n$ donde las p_i se denominan probabilidades penadas. Si las p_i no dependen de n , se dice que el ambiente es estacionario, de otra forma sería dinámico. Consideraremos que las p_i se desconocen inicialmente.

En las figuras (a), (b), (c) representaremos a un autómata estocástico, el ambiente, y a un autómata que aprende, respectivamente.

```
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:213pt;
height:210pt'>
<v:imagedata src="automataaprende_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
```

```
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
```

La figura (c) representa una conexión de retroalimentación entre el autómata estocástico y el ambiente. Las acciones del autómata en este caso forman las entradas del ambiente, y las respuestas del ambiente en turno son las entradas del autómata e influyen en actualizar la probabilidad de acción. Como estas respuestas son azarosas, el vector $p(n)$ de probabilidad de acción es también azaroso.

<o:p> </o:p></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:99pt;height:27pt' o:ole=""><v:imagedata src="automataaprende_archivos/image005.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]><![endif]></p>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287466"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:86.25pt;height:18.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="automataaprende_archivos/image007.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]><![endif]></p>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287467"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:33.75pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="automataaprende_archivos/image009.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287468"></o:OLEObject></xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

Se dice que un aut´mata que aprende es ´ptimo, si: <o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:164.25pt;height:18.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="automataaprende_archivos/image011.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287469"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

La optimalidad aquí implica que asint´ticamente la acci´n asociada con la mínima probabilidad de penalizaci´n, se elige con probabilidad 1. Aunque esto sería muy deseable, es difícil, por lo que se define un aut´mata que aprende en forma sub´ptima, como ´ptimo de la siguiente manera: <o:p></o:p></p>

<o:p> </o:p></p>

<span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:86.25pt;height:18.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="automataaprende_archivos/image013.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>

 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287470">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Se puede obtener para cualquier e arbitrario, por la elección de los parámetros del esquema de reforzamiento.
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>Por últime se puede decir que un autómata que aprende, es absolutamente experimentado si: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:101.25pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="automataaprende_archivos/image014.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>

 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287471">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>para toda n. Toda p_r(n) (0,1) (r = 1,...,r) y todos los posibles valores de c_i (<span

class=SpellE>super,...,r). Experiencia absoluta implica que $M(n)$ es un super sistema, y que $EM(n)$ es estrictamente monótonamente decreciente con n en todos los ambientes azarosos estacionarios. Si<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:45.75pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="automataaprende_archivos/image016.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]><![endif]>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246287472">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'>inicialmente la experiencia absoluta implica experiencia. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

4.10. AUTÓAPRENDIZAJE

Este es el código de la página principal de sistemas de autómatas que aprenden por aproximación estocástica, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="autoaprendizaje_archivos/filelist.xml">
```

```

<link rel=Edit-Time-Data href="autoaprendizaje_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="autoaprendizaje_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>AUTOAPRENDIZAJE</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>26</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T23:11:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T23:37:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>937</o:Words>
<o:Characters>5158</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>42</o:Lines>
<o:Paragraphs>12</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6083</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;

```

```

        text-autospace:none;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.SpellE
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>AUTOAPRENDIZAJE</span></b></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Despu&eacute;s de todo lo que hasta
aqu&iacute; se ha planteado, se nos ocurre proponer si ser&iacute;a posible que un sistema <span
class=SpellE>autoaprendiera</span>. &iquest;Qu&eacute; entender&iacute;amos por

```

autoaprendizaje? Autoaprender desde este punto de vista sería aprender sin que hubiera una indicación externa relativa a la corrección de la respuesta del sistema, que en el caso de un reconocedor de patrones, que en este punto en particular y por simplicidad en la presentación será nuestro objetivo, es la corrección o no de la respuesta del sistema automático a los patrones presentados.

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style=tab-stops:36.0pt><span lang=ES-TRAD
<p class=MsoNormal style=tab-stops:36.0pt><span lang=ES-TRAD
>A primera vista se ve que autoaprender en principio es imposible, ya que si la clasificación de patrones tiene diferentes características, se ve improbable que un sistema automático sólo pueda decidir que características debe de considerar, y cuales descartar, por lo que el sistema no podrá lograr la clasificación como el ser humano a propósito lo logra, y si el sistema logra una clasificación arbitraria es muy probable que no vuelva a satisfacer ninguna otra. Ante esto, en qué bases puede un sistema autoaprender. Intentaremos describir este mecanismo en la forma más simple y general: Consideremos un conjunto de patrones X consistentes en un número de subconjuntos disjuntos X_r (r = 1,2,...) que corresponden a diferentes clases de patrones; los patrones se caracterizan por vectores X. La ocurrencia de los patrones X del subconjunto X_r es azarosa con probabilidad P_r. La función de densidad condicionada de probabilidad para la clase k-ésima de patrones es:

<p class=MsoNormal style=tab-stops:36.0pt><span lang=ES-TRAD
<p class=MsoNormal align=center style=text-align:center;tab-stops:36.0pt><span
<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype

id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke jointstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style=width:63pt;
height:21pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image001.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif-->

<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289081">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se considerará que el
máximo de p_k(x) cae en el centro del
subconjunto correspondiente X_k (k = 1,2,...,n), por lo que
si la secuencia de entrenamiento del patrón no existe, luego es imposible recuperar <span
class=SpellE>p_k(x). Justamente la información completa acerca de los
conjuntos está contenida en la función de densidad de
probabilidad:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:78.75pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289082">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Bajo ciertas condiciones se puede esperar que la
máxima p(x) corresponda al centro de las clases. Por lo tanto el problema de
autoaprendizaje se reduce con frecuencia a encontrar primero p(x), y luego el centro y las fronteras
de las clases. Si se dan las formas de las funciones de densidad de probabilidad, el problema
naturalmente se simplifica. ?Pero es imposible determinar los centros y las fronteras de las
clases sin información a priori acerca de la forma de la función de densidad de
probabilidad, y sin estimar p(x)?<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para formular el problema del autoaprendizaje,
introduciremos para cualquier región X_k (k =
1,2,...,n) una función de perdida F(x,

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>Si introducimos la función característica: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:117pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image009.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289085"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

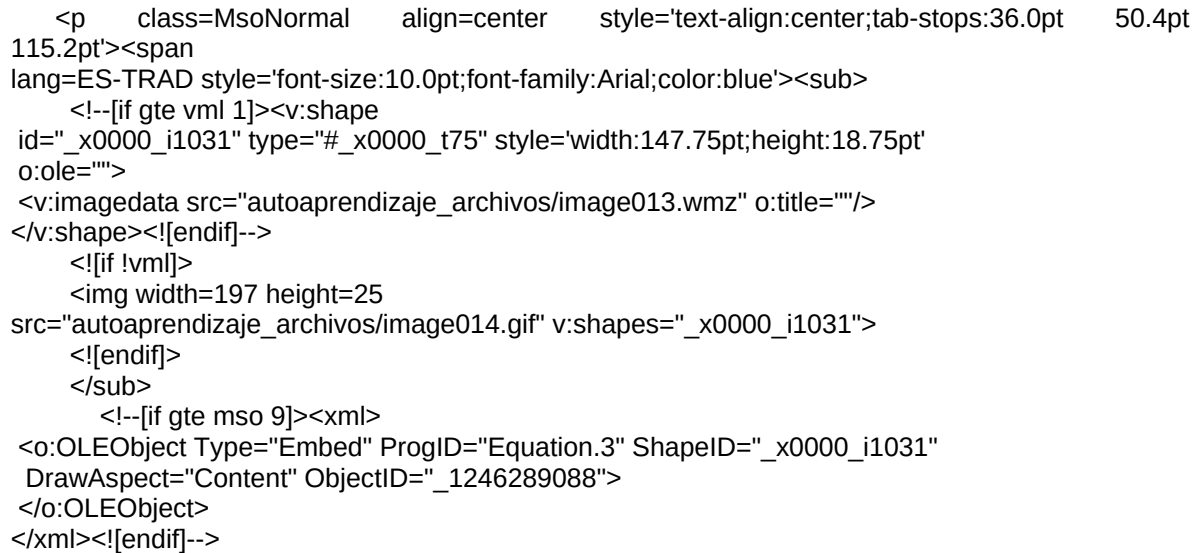
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>

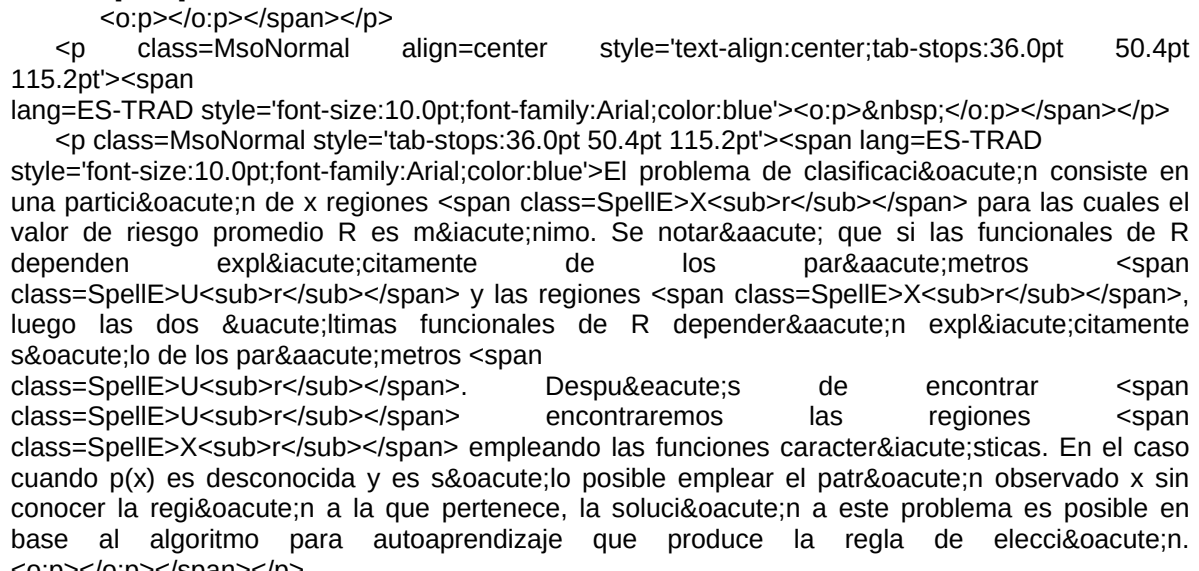
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>El riesgo promedio se puede escribir como:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:231.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image011.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289087"></o:OLEObject></xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>onuevamente: <o:p></o:p></p>

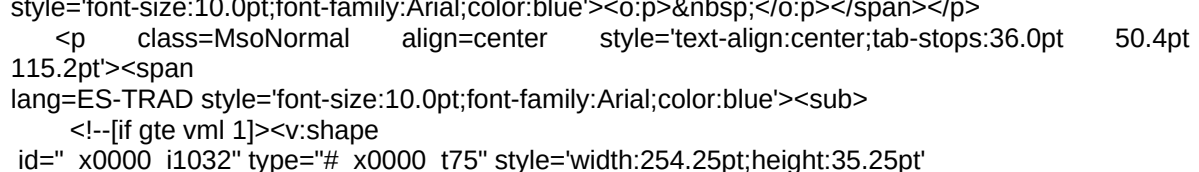


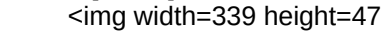
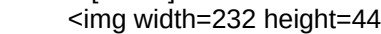
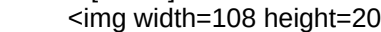


El problema de clasificaci3n consiste en una partici3n de x regiones X para las cuales el valor de riesgo promedio R es m3ximo. Se notar3 que si las funcionales de R dependen expl3citamente de los par3metros U y las regiones X , luego las dos 3ltimas funcionales de R depender3n expl3citamente s3lo de los par3metros U . Despu3s de encontrar U encontraremos las regiones X empleando las funciones caracter3sticas. En el caso cuando $p(x)$ es desconocida y es s3lo posible emplear el patr3n observado x sin conocer la regi3n a la que pertenece, la soluci3n a este problema es posible en base al algoritmo para autoaprendizaje que produce la regla de elecci3n.

El m3todo todo para obtener la condici3n necesaria para el m3ximo esperado de riesgo R , depende de la forma de la funcional R . Esta condici3n se obtiene tomando la variaci3n de R respecto a U , y la regi3n X igual a cero.

Como R depende expl3citamente de los par3metros U , la condici3n para un m3ximo de R se puede escribir haciendo el gradiente de R con respecto a U igual a cero.



o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image015.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image016.gif" v:shapes="_x0000_i1032">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289089">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:174pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image018.gif" v:shapes="_x0000_i1033">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289090">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Considerando más cuidadosamente el
segundo término se verá que el gradiente de la función
característica: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:81pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image020.gif" v:shapes="_x0000_i1034">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289091">

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>es la función generalizada de una superficie. Consideremos las propiedades de la función d, el segundo término es igual a cero para toda x, excepto para los puntos $X = X_0$, los cuales pertenecen a la frontera D_m entre las regiones X_m y X_k(k,m = 1,2,...,N), por lo que: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:354pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image021.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289092">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>Para el punto frontera $X = X_0$ se preguntarán si:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:165pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image023.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036">

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289093">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
 class=Spelle>R,M = 1,2,...,n. Por lo que podemos tener: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:266.25pt;height:33pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289094">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>que<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> son las condiciones para un
 mínimo de riesgo esperado. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para obtener las reglas de decisión
 emplearemos el hecho de que en la frontera de la región, como se ve del hecho de que:
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:162pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image027.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

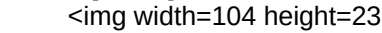

```

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289095">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>o</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> que: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:39pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image029.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

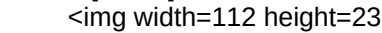
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289096">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>entonces</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:243pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image031.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289097">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las funciones: <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape

```

id="_x0000_i1044" type="#_x0000_t75" style='width:78pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image033.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image034.gif" v:shapes="_x0000_i1044">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1044"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289098">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>

<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>son<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> diferentes de cero dentro de la
región. Se puede usar el signo de estas funciones para establecer las reglas de
decisión. Se puede mostrar que bajo consideraciones no restrictivas, las reglas de
decisión se pueden formular de la siguiente forma: Si para toda m = 1,2,...<span
class=GramE>,N, <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:84pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image035.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image036.gif" v:shapes="_x0000_i1043">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289099">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>

<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta regla de decisión está
únicamente definida por la función de costo: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:69.75pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image037.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image038.gif" v:shapes="_x0000_i1042">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289100">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> puede estar completamente
definida, y podemos estimar los parámetros U_1^* , ..., U_n^* en base a los patrones observados.
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si consideramos: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:255pt;height:18.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="autoaprendizaje_archivos/image039.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="autoaprendizaje_archivos/image040.gif" v:shapes="_x0000_i1041">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246289101">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>como<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> una ecuación de
regresión, y aplicamos el método de aproximación estocástica para
encontrar sus raíces, luego no es difícil obtener diferentes algoritmos discretos para
autoaprendizaje. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD

El patrón observado x , representa la funci3n muestrada:

$x[n] = 1, 2, \dots$

Introducimos una escalera $x[t]$, definida por:

$X[t] = X[n]$, si $(n-1) \leq t \leq n$

Ahora aplicamos un algoritmo continuo para adaptarlo a la ecuaci3n de regresi3n y obtenemos:

$$g = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x[n]$$

Los coeficientes

$$g$$


```

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>m</span></sub><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>(</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>t), son reales.
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.11. APRENDIZAJE POR TECNICA BAYESIANA

Este es el código de la página principal de aprendizaje por técnica bayesiana que aprenden por aproximación estocástica, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aprendtecbayes_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aprendtecbayes_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aprendtecbayes_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>APRENDIZAJE POR TECNICA BAYESIANA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>7</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T23:38:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-19T23:07:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>759</o:Words>
<o:Characters>4177</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>34</o:Lines>
<o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>

```

```

<o:CharactersWithSpaces>4927</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */

```

```

table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><b
style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:red'>APRENDIZAJE POR TECNICA
BAYESIANA</span></b></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como hemos
visto, los sistemas adaptables, reconocimiento de patrones, y en general
todos los sistemas cuando involucran cantidades azarosas, requieren la
génesis de funciones de distribución para muestreos de datos y experiencia.
Existen dos métodos para generar estas funciones de distribución; uno es la
forma empírica como se ha trabajado hasta aquí, y otra es la estimación
paramétrica basada en la regla de Bayes, que es la que presentaremos. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En este
esquema, la información prioritaria se puede usar para desarrollar un plan
óptimo de prueba y determinar la máxima cantidad que se debe de probar.
Desafortunadamente si se elige incorrectamente la función de probabilidad, no
existe posibilidad de que el esquema <span class=SpellE>Bayesiano</span>
convenga a la verdadera función de distribución. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Un sistema

```

Bayesiano óptimo, se puede representar por una expansión en serie que es rápidamente convergente, y para simplificar la estructura sólo se usan los primeros términos de la serie. Al sistema resultante se le enseña a tener una conducta muy cercana al óptimo. Se considera una estadística Gaussiana para el muestreo y los parámetros desconocidos. El número posible de observaciones dosificadas de aprendizaje, es usualmente finito, y el número requerido de éstas está determinado por el tratamiento del problema como un análisis secuencial de Bayes.

Cuando el parámetro azaroso de cada clase de patrones es variante en el tiempo, no es posible dar una solución general del reconocimiento Bayesiano de patrones. Aquí el parámetro azaroso se aproxima por una polinomial con coeficientes estimados de la información en las observaciones de aprendizaje. El sistema puede luego seguir continuamente el cambio de parámetros estadísticamente, y el procedimiento de estimación se fuerza a converger. Después de que la actividad estadística ha usado el sistema, puede emplear sus propias decisiones para dirigir la mejora de su conducta en una forma de aprendizaje no supervisado. La garantía de que el proceso no supervisado de aprendizaje converja, es que se requiera la selección apropiada de las características distintivas, y el buen conocimiento inicial de los parámetros azarosos.

De la consideración de la estadística Gaussiana, la realización de la regla de Bayes involucra el cálculo del inverso, y del determinante de matrices de grandes dimensiones. La evaluación de las formas cuadráticas de cada clase de patrones, y la partición del espacio de medidas con fronteras cuadráticas. Con la elección de su propio umbral, el problema es esencialmente evaluar la forma cuadrática de cada clase de patrones con la más grande cuadrática que haya conocido la clase. Esta forma cuadrática, se puede representar por una serie de convergencia rápida que es similar en forma, a la expansión del detector óptimo. Tomando un número finito de términos de la expansión en serie, la estructura subóptima se ve muy cercana a la óptima en funcionamiento. La suma y multiplicación de matrices requerida se hace fácilmente. La estructura del sistema permanece sin cambio durante ambos procesos de aprendizaje.

Con la consideración de un conocimiento a priori, el sistema se debe de diseñar para tomar la máxima ventaja de cualquier estadística encontrada. En muchas aplicaciones de reconocimiento de patrones, se emplea el muestreo estadístico.

Sea q el vector de parámetros desconocidos del sistema, y:

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml
 1]><v:shapetype
 id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
 path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
 <v:stroke joinstyle="miter"/>
 <v:formulas>
 <v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
 <v:f eqn="sum @0 1 0"/>
 <v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
 <v:f eqn="prod @2 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @0 0 1"/>
 <v:f eqn="prod @6 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
 </v:formulas>
 <v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
 </v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:75.75pt;
 height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aprendtecbayes_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
 gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246373593">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-
 family:Arial;color:blue'>observaciones<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
 aprendidas que son independientes. Consideremos que el dato de entrada, y los
 parámetros azarosos son normalmente distribuidos<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml
 1]><v:shape
 id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:45.75pt;height:15pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="aprendtecbayes_archivos/image020.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
 gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246373594">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>

$$q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

Se ha determinado que la estimación condicionada de q , cuando se han realizado n observaciones, está dada por:

$$q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

Si Z = x - mn , la forma cuadrática;

$$q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \text{adj}(A)$$

caracteriza la operación del sistema. Relegamos del subíndice n por conveniencia y usamos la expansión en serie geométrica para la matriz inversa:

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k (A - I)^k$$

Si $0 < \|A - I\| < 1$, para toda i y j , donde a_{ij} es i -ésima columna de la matriz F_{kij} .

$$A^{-1} = \frac{1}{\det(A)} \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k (A - I)^k$$

La matriz K , usualmente toma la forma $K = N \cdot O$. Luego lo que tenemos que hacer para obtener Q es calcular los productos de matriz

$$Q = N \cdot O$$

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue')^j que se implementan fácilmente. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>^{<o:p> </o:p>}</p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>El sistema empleando Q truncada, denotada por QT, es mucho más fácil de calcular porque no involucra la matriz inversa.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="aprendtecbayes_archivos/image026.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246373600"></o:OLEObject></xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>El conocimiento inicial de la clase de patrones, por ejemplo Y, y K0+q0, se pueden obtener de las muestras estimadas del vector significativo y la matriz covariante. Las matrices R y q0, se pueden obtener de la matriz de covarianza de muestreo, tal que se satisfacen las condiciones para la expansión en serie de:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:36pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="aprendtecbayes_archivos/image027.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246373601"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'>La expansión en serie es un método que se puede aplicar a otras distribuciones si se obtiene una serie rápidamente convergente. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>


```

</table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;
mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-numeric ideograph-
other'><span
style='mso-bidi-font-size:12.0pt;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

```

4.12. PROCESOS DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADOS.

Este es el código de la página principal de procesos de aprendizaje no supervisados, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aprendnosupervisa_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aprendnosupervisa_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aprendnosupervisa_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>PROCESOS DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADOS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>8</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-18T23:45:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-18T23:53:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>639</o:Words>
<o:Characters>3519</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>29</o:Lines>
<o:Paragraphs>8</o:Paragraphs>

```

```

<o:CharactersWithSpaces>4150</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */

```

```

table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>PROCESOS DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADOS. <o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Cuando se clasifica un patr&acute;n de entrada
desconocido, los par&acute;metros de la clase reconocida son estimados de nuevo, y el
reconocimiento de nuevas observaciones se basa en el m&acute;s actualizado de los
conocimientos de los patrones. Como se est&acute; esperando que el sistema cometa un error,
no se <span class=GramE>puede</span> lograr la convergencia a los par&acute;metros
verdaderos, por lo que para empezar se puede reducir mucho la desviaci&acute;n de los
par&acute;metros estimados causada por este error, empleando el mejor de los conocimientos a
priori. Para investigar los requerimientos en el conocimiento especial de cada clase de patrones, tal
que el proceso no supervisado de aprendizaje converja, examinamos los par&acute;metros de
espacio en los cuales cada clase de patr&acute;n se caracteriza por un par&acute;metro
verdadero desconocido para el sistema de aprendizaje.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La reestimaci&acute;n de par&acute;metros de
cada clase de patrones mover&acute; el punto del par&acute;metro estimado a una nueva
localidad. La frontera de <span class=SpellE>decisi&acute;n</span> se ajustar&acute; cuando
se actualicen los par&acute;metros. Considerando que los patrones est&acute;n contaminados
por un ruido Gaussiano aditivo de densidad de potencia  $N_{0K} = N_{0I}$ . Consid&eacute;rese un par de clases de patrones, la i-<span
class=SpellE>e&acute;sima</span> y j-<span class=SpellE>e&acute;sima</span> clase son
igualmente probables, la frontera de decisi&acute;n &acute;ptima se puede construir de tal forma
que las dos probabilidades condicionales de error sean las mismas, y est&acute;n dadas por:
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

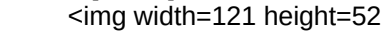
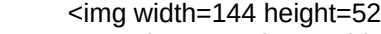
```

```

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:56.25pt;
height:36.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aprendnosupervisa_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246290051">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span class=GramE><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
class=Spelle>d<sub>j</sub></span> = |(<span class=Spelle>q<sub>j</sub></span>)|, es la
distancia entre los dos vectores azarosos significativos en el espacio de par&aacute;metros y:
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt
115.2pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:95.25pt;height:33.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="aprendnosupervisa_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>
  
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1026"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290052">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La velocidad promedio de error  
 P<sup>2</sup>(<span class=SpellE>i,j</span>) entre las dos clases de patrones, se puede  
 obtener empleando nuestro mejor conocimiento acerca de los par&acute;metros azarosos <span  
 class=SpellE>q<sub>i</sub></span> y <span  
 class=SpellE>q<sub>j</sub></span>, que en la forma de densidad de probabilidad es:  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:137.25pt;height:15.75pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image005.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]>-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1027"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290053">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span class=GramE><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 class=SpellE>L<sub>i</sub></span> y <span class=SpellE>L<sub>j</sub></span> son el  
 conjunto de observaciones aprendidas en la clase de patrones i-<span  
 class=SpellE>&acute;simos</span> y j-<span class=SpellE>&acute;simos</span>  
 respectivamente, luego: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:186.75pt;height:39pt' o:ole=""><v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image007.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290054"></o:OLEObject></xml><![endif]--><span class=GramE>j</span> <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta ecuaci&oacute;n es una funci&oacute;n de las observaciones aprendidas <span class=SpellE>L<sub>i</sub></span> y <span class=SpellE>L<sub>j</sub></span> solamente, por lo que no se obtiene una expresi&oacute;n exacta de esta ecuaci&oacute;n f&aacute;cilmente. Notando que: <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:53.25pt;height:18.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image009.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290055"></o:OLEObject></xml><![endif]--><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 50.4pt 115.2pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>es</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> una funci&oacute;n convexa con respecto a cada par&aacute;metro, y tenemos que el l&iacute;mite inferior es: <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:90.75pt;height:39pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image011.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  

src="aprendnosupervisa\_archivos/image012.gif" v:shapes="\_x0000\_i1030">  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290056">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la desigualdad vale solo cuando  
mi y <span class=SpellE>mj</span> son par&aacute;metros verdaderos. <span  
class=GramE>por</span> conveniencia de nuestro an&aacute;lisis sea: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1031" type="#\_x0000\_t75" style='width:108pt;height:39pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image013.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  

src="aprendnosupervisa\_archivos/image014.gif" v:shapes="\_x0000\_i1031">  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1031"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290057">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span  
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el t&eacute;rmino residual  
<span class=SpellE>e<sub>ij</sub></span> se aproxima a cero cuando <span  
class=SpellE>m<sub>in</sub></span> y <span class=SpellE>m<sub>jn</sub></span> se  
aproxima a valores verdaderos. <span class=SpellE><span  
class=GramE>m<sub>in</sub></span></span> y <span class=SpellE>m<sub>jn</sub></span>  
son los valores iniciales de los par&aacute;metros del proceso no supervisado.  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para m&aacute;s de dos clases de patrones  
podemos construir un conjunto de fronteras &oacute;ptimas con partici&oacute;n de <span  
class=GramE>todos</span> las clases de patrones en el espacio de par&aacute;metros sin  
regiones traslapadas. Cada regi&oacute;n encierra un par&aacute;metro verdadero de una cierta





<!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290060">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si despu&eacute;s de n observaciones  
 aprendidas supervisadas <span class=SpellE>e<sub>ij</sub></span> es peque&ntilde;o, o se  
 puede considerar como las necesidades del dise&ntilde;ador para el aprendizaje no supervisado.  
 Ahora: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:86.25pt;height:26.25pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image021.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290061">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;&nbsp;</span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la igualdad vale cuando a es  
 grande, luego: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:209.25pt;height:41.25pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image023.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1036"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290062">

</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el lado derecho es una funci&oacute;n de la distancia entre los dos par&aacute;metros <span class=SpellE>m<sub>in</sub></span> <span class=SpellE>m<sub>jn</sub></span>. En forma m&aacute;s general, la distancia se reemplazar&aacute; por la divergencia entre la i-<span class=SpellE>&eacute;sima</span> y la j-<span class=SpellE>&eacute;sima</span> clase.  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para cada necesidad de clase de patr&oacute;n se debe de colocar en la probabilidad de la decisi&oacute;n correcta, que la integral de probabilidad evaluada bajo regiones no traslapadas sea mayor que:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:51pt;height:32.25pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image025.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246290063">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> R es el espacio de par&aacute;metros que encierra la clase de patr&oacute;n de inter&eacute;s. Poniendo estas restricciones a la ecuaci&oacute;n anterior:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1038" type="#\_x0000\_t75" style='width:144.75pt;height:36.75pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="aprendnosupervisa\_archivos/image027.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  

    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
    <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246290064">
    </o:OLEObject>
    </xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span
    lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal style='tab-stops:36.0pt 64.8pt'><span class=GramE><span
    lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>que</span></span><span
    lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es la condici&oacute;n de
    convergencia para el proceso no supervisado. Rigurosamente hablando, el par&aacute;metro que
    caracteriza todos los patrones debe de separarse de los otros, de forma tal que el sistema pueda
    aprender por s&iacute;a; mismo sin recaer en la supervisi&oacute;n externa.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
    </tr>
    </table>
    </body>

    </html>

```

4.13. TRANSICION DE PROCESOS DE APRENDIZAJE SUPERVISADO A NO SUPERVISADOS

Este es el código de la página principal de transición de procesos de aprendizaje supervisado a no supervisados, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="transsupervis-nosupervis_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="transsupervis-nosupervis_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="transsupervis-nosupervis_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>TRANSICION DE PROCESOS DE APRENDIZAJE SUPERVISADO A NO
SUPERVISADOS</title>

```

```

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
  <o:Author>HHMM</o:Author>
  <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
  <o:Revision>2</o:Revision>
  <o:TotalTime>6</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-18T23:54:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-19T23:37:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>535</o:Words>
  <o:Characters>2946</o:Characters>
  <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
  <o:Lines>24</o:Lines>
  <o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>3475</o:CharactersWithSpaces>
  <o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
  {mso-style-parent:"";
  margin:0cm;
  margin-bottom:.0001pt;
  text-align:justify;
  mso-pagination:none;
  mso-layout-grid-align:none;
  punctuation-wrap:simple;
  text-autospace:none;
  font-size:12.0pt;
  mso-bidi-font-size:10.0pt;
  font-family:"Times New Roman";
  mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
  mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
  {mso-style-name:"";
  mso-spl-e:yes;}
span.GramE
  {mso-style-name:"";

```

```

        mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>TRANSICION DE PROCESOS DE APRENDIZAJE SUPERVISADO</span></b><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <b
style='mso-bidi-font-weight:normal'>A NO SUPERVISADOS<o:p></o:p></b></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Usualmente es deseable
usar solamente un número finito de observaciones aprendidas, ya que son
costosas y no siempre es posible tener ayuda externa. El sistema es forzado a
determinar el número de observaciones aprendidas dosificadas. Este problema
se puede reemplazar por un equivalente que es un problema de decisión

```

secuencial binaria en el análisis Bayesiano secuencial. Sea $L_1(q)$ y $L_2(q)$ las pérdidas asociadas con la decisión de aceptar las hipótesis 1 y 2 respectivamente, dado un parámetro q . Las fronteras de decisión se construyen de tal forma, que encuentren la terminación de las observaciones de aprendizaje clasificadas. Definimos:

$$1] \int_0^1 \prod_{i=1}^n \left(\frac{L_1(q)}{L_2(q)} \right)^{x_i} dq$$

como la probabilidad que para un x_n en el punto de frontera encontrado, observaciones adicionales permiten decidir que la hipótesis 1 es cierta, luego el riesgo en el punto encontrado está dado por:

$$1] \int_0^1 \prod_{i=1}^n \left(\frac{L_1(q)}{L_2(q)} \right)^{x_i} dq$$

src="transsupervis-nosupervis_archivos/image004.gif"

v:shapes=" _x0000_i1026"><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID=" _x0000_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID=" _1246375414">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En el punto encontrado
 se debe de tomar una de las dos decisiones. Luego x_n
 debe de satisfacer: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml
 1]><v:shape
 id=" _x0000_i1027" type="# _x0000_t75" style='width:297pt;height:24.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image047.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID=" _x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID=" _1246375416">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>o:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml
 1]><v:shape
 id=" _x0000_i1028" type="# _x0000_t75" style='width:159pt;height:21pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image048.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID=" _x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID=" _1246375417">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> C es el
 costo de la observación. En el caso de aprendizaje secuencial L₁(q)
 - L₂(q) se puede reemplazar por la función de riesgo denotada
 como: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:28.8pt 36.0pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml
 1]><v:shape
 id=" _x0000_i1029" type="# _x0000_t75" style='width:30pt;height:17.25pt'
 o:ole="">

Supongamos de nuevo que las observaciones de entrada y los parámetros desconocidos, están normalmente distribuidos. La función de riesgo será:

donde k es una constante, y para este caso particular:

y tenemos:

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde d es

la dimensión del vector x y:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml

1]><v:shape

id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:306.75pt;height:33.75pt'

o:ole="">

<v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image055.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246375424">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y luego:

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml

1]><v:shape

id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:252pt;height:33.75pt'

o:ole="">

<v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image056.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246375425">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>pero: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml

1]><v:shape

id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:122.25pt;height:18.75pt'

o:ole="">

<v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image057.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246375426">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

luego la ecuación anterior indica que el número requerido de observaciones n , es una función del costo de tomar una observación, y del conocimiento inicial de la matriz covariante. En lo general h será función también de los datos de entrada.

Para el caso de observaciones de aprendizaje de una dimensión $k = 1$, y :

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

podemos entonces obtener:

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

Si $c = 0$,

$$h = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}^2}}$$

[illegible]

```

src="transsupervis-nosupervis_archivos/image042.gif"
v:shapes="_x0000_i1045"><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
  <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246375434">
  </o:OLEObject>
</xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La
transición del aprendizaje supervisado al no supervisado, tiene lugar cuando
una clase de patrones ha tomado un número finito de observaciones de acuerdo
con la condición dada por:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if
gte vml
1]><v:shape
id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:129.75pt;height:27pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="transsupervis-nosupervis_archivos/image066.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
  <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1046"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246375435">
  </o:OLEObject>
</xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</td>
</tr>
</table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;
mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-numeric ideograph-
other'><span
style='mso-bidi-font-size:12.0pt;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

```

4.14. LOS MODELOS NEURONALES COMO ELEMENTOS UNIVERSALES DE AUTOAPRENDISAJE

Este es el código de la página principal de los modelos neuronales como elementos universales de autoaprendisaje, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml">
```

```
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">
```

```
<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="neuronasintro_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="neuronasintro_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="neuronasintro_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>LOS MODELOS NEURONALES COMO ELEMENTOS UNIVERSALES DE
AUTOAPRENDISAJE</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>6</o:Revision>
<o:TotalTime>87</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-26T16:22:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-26T16:31:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>2150</o:Words>
<o:Characters>11826</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>98</o:Lines>
<o:Paragraphs>27</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>13949</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
```

```

<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
    {font-family:Helv;
    panose-1:2 11 6 4 2 2 3 2 4;
    mso-font-alt:Arial;
    mso-font-charset:0;
    mso-generic-font-family:swiss;
    mso-font-format:other;
    mso-font-pitch:variable;
    mso-font-signature:3 0 0 0 1 0;}
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:527375612;
    mso-list-type:hybrid;
    mso-list-template-ids:954909964 134873103 134873113 134873115 134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    margin-left:18.0pt;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level2
    {mso-level-tab-stop:72.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}

```


@list l0:level3
 {mso-level-tab-stop:108.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level4
 {mso-level-tab-stop:144.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level5
 {mso-level-tab-stop:180.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level6
 {mso-level-tab-stop:216.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level7
 {mso-level-tab-stop:252.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level8
 {mso-level-tab-stop:288.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l0:level9
 {mso-level-tab-stop:324.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l1
 {mso-list-id:1298141075;
 mso-list-type:simple;
 mso-list-template-ids:1659267586;}

@list l1:level1
 {mso-level-tab-stop:none;
 mso-level-number-position:left;
 mso-level-legacy:yes;
 mso-level-legacy-indent:14.15pt;
 mso-level-legacy-space:0cm;
 margin-left:14.15pt;
 text-indent:-14.15pt;}

@list l2
 {mso-list-id:1475633496;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:-2142710192 134873103 134873113 134873115 134873103
 134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}

@list l2:level1
 {mso-level-tab-stop:18.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:18.0pt;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l2:level2
 {mso-level-tab-stop:72.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

@list l2:level3
 {mso-level-tab-stop:108.0pt;

```

        mso-level-number-position:left;
        text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level4
    {mso-level-tab-stop:144.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level5
    {mso-level-tab-stop:180.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level6
    {mso-level-tab-stop:216.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level7
    {mso-level-tab-stop:252.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level8
    {mso-level-tab-stop:288.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level9
    {mso-level-tab-stop:324.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}

ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="5122"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

```

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

INTRODUCCION Desde la primera publicación con la simulación de las Neuronas actuales y las redes neuronales de McCulloch y Pitts en 1943, muchos autores se han abocado a crear un modelo físico de las neuronas, como Pozin en 1970, Deutsch en 1967. En los trabajos pioneros de Harman en 1958, los modelos de neurona erán capaces de simular sólo un pequeño número de las funciones de una neurona real, como son: Suma temporal y espacial de las señales de entrada, periodo de retardo, etc. Los siguientes modelos de neuronas involucraron algunas de las propiedades adaptables de la neurona real como las de Rosemblatt en 1960, Caianiello en 1961, Widrow en 1962. En vista del hecho de que la realización técnica de redes consistentes en modelos neuronales propuesta anteriormente no era capaz de competir con la habilidad de simulación de las computadoras digitales, el interés en su diseño disminuyó, pero debido al gran avance de la tecnología de los circuitos integrados, como la integración a muy gran escala, la optoelectrónica, etc., ha sido posible construir redes de modelos neuronales complejos a bajos costos, lo que ha llevado al diseño de nuevos modelos neuronales, tomando en cuenta los recientes encuentros de la cibernética y la neurociencias. Para poder simular algunas de las actividades que se llevan a cabo en los grandes centros nerviosos por medio de redes neuronales, el hecho de primera importancia fue el de crear un modelo adaptivo de neurona que sirva como unidad universal de las redes. Para poder realizar esto, es necesario compensar la pérdida de la información neurofisiológica acerca de las propiedades de las neuronas. Por medio de algunas consideraciones que se puedan verificar desde varios puntos de vista como son: El desarrollo evolutivo, la habilidad funcional, la habilidad de aprendizaje, etc. El primer punto de vista es de enorme importancia, ya que la característica más significativa que las neuronas han adquirido a lo largo de la evolución, consiste en la acción de espacio limitado de los neurotransmisores sólo en un

receptor neuronal. Esta propiedad de la neurona ha permitido reducir la variedad de sustancias químicas transmisoras a un mínimo, que es indiferente al número de neuronas en la red.

El receptor neuronal. Esta propiedad de la neurona ha permitido reducir la variedad de sustancias químicas transmisoras a un mínimo, que es indiferente al número de neuronas en la red.

Otra de las ventajas de las neuronas debidas a la evolución, consiste en el rápido transporte de la señal a lo largo de su axón, lo que permite la aceleración de la transmisión de la señal en comparación con la transferencia mediante difusión pasiva. Por estas razones, es conveniente considerar la concentración de las sustancias químicas transmisoras que actúan en el receptor correspondiente a la superficie de recepción de la neurona, así como las entradas y salidas de éstas. Los receptores de la superficie de recepción de la neurona, se pueden dividir en uno a más conjuntos funcionales independientes de receptores que se denominan campos receptores, así que no hablamos de sinápsis excitadora o inhibitoria, si no que se habla de campos excitadores o inhibitorios. Cualquier campo de recepción neuronal, compara continuamente los patrones de concentración de los transmisores actuando simultáneamente en sus receptores con los patrones de valores correspondientes a la memoria de este campo. Si el campo es excitador o inhibidor, su contribución a la salida total de la neurona, cuando los patrones comparados son iguales es máxima o mínima respectivamente.

Los receptores de la superficie receptora de la neurona se pueden dividir dentro de los campos funcionales independientes. Nuestro modelo de neurona consistirá de n campos receptores, y el campo i -ésimo contiene m_i receptores con: ($i = 1, 2, \dots, n$) y m_i y m

La entrada del campo receptor i -ésimo al tiempo t se puede representar por el vector

formal

font-family:Arial;color:blue"><span class=

el estado del j-ésimo receptor del i-ésimo campo receptor.

<p class=MsoNormal style=

<p class=MsoNormal style=

<p class=MsoNormal style=

En la neurona se llevan a cabo tres procesos correspondientes a los tipos de procesamientos de información que son:

<p class=MsoNormal style=

<p class=MsoNormal style=

1.

Grabado en memoria.

<p class=MsoNormal style=

2.

Discriminación.

<p class=MsoNormal style=

3.

Acomodamiento.

<p class=MsoNormal style=

<p class=MsoNormal style=

<p class=MsoNormal style=

El principio de grabado en el campo receptor es simplemente lo siguiente: La componente del vector de estado sigue al vector de entrada correspondiente en cada instante de tiempo, con la velocidad controlada con la cantidad que denominaremos "La Adaptabilidad del Campo Receptor". Este proceso recuerda una toma fotográfica, con la diferencia de que el campo receptor no es análogo a la película fotográfica usual sino a una película hipotética reversible con un número constante de granos negros. Estos granos se desplazan a sí mismos dentro de la película de tal manera que la distribución plana de su concentración, es proporcional a la distribución de intensidad de luz del objeto fotografiado. La viscosidad del medio en el cual los granos hipotéticos se mueven se puede comparar con el valor inverso de la adaptabilidad de campo receptor. Para fijar una imagen, es necesario congelar el material fotográfico considerado y en especial si la entrada y la adaptabilidad del i-ésimo campo receptor son independientes del tiempo:

<p class=MsoNormal style=

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image072.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954689">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El proceso de grabado en el campo receptor de la neurona se puede describir por la siguiente ecuación vectorial:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:183.75pt;height:33pt' o:ole="">

<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image073.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954690">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:180pt;height:36.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image074.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954691">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

τ se denomina: "La Constante de Tiempo del Seguimiento". Recordemos que la velocidad de este seguimiento es proporcional no solamente al vector de adaptabilidad del campo A , sino también a la suma de los componentes del vector de entrada X . Este hecho es importante para el diseño de redes neuronales, especialmente para analizadores que aprenden considerando que el vector de entrada cero no puede borrar el contenido de la memoria del campo receptor.

La descripción general del proceso de grabado en el i -ésimo campo receptor de la neurona, está dado por el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\frac{dx_i}{dt} = -\lambda x_i + \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j + b_i$$

donde λ es la constante de tiempo del campo receptor, w_{ij} son los pesos de conexión entre los campos receptores, x_j es el vector de entrada, b_i es el vector de bias.

Para las condiciones iniciales $x_i(0)$ para las que vale:

$$x_i(0) = 0$$

donde $j = 1, 2, \dots, n$

donde y :

$$y = \sum_{j=1}^n w_{ij} x_j + b_i$$

donde $j = 1, 2, \dots, n$

src="neuronasintro_archivos/image014.gif" v:shapes="_x0000_i1031"><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954693">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Tomando en
 cuenta las condiciones iniciales anteriores tenemos:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:51.75pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image077.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954694">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>para<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'> cualquier tiempo t. Esta propiedad evidente
 consiste en la validez de las desigualdades:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:56.25pt;height:15.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image078.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954695">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El segundo
 proceso que toma lugar en el campo receptor de una neurona es la

discriminación, la cual consiste en comparar el vector de entrada X con el estado Z actuando en el i -ésimo campo receptor con el estado Z de este campo en cualquier tiempo. Para comparar estos dos vectores es necesario reformar el vector de entrada de una forma normalizada por medio de la relación:

$$\frac{X_i}{Z_i}$$

por lo que es evidente que será válido también:

$$\frac{X_i}{Z_i} = \frac{X_i}{Z_i}$$

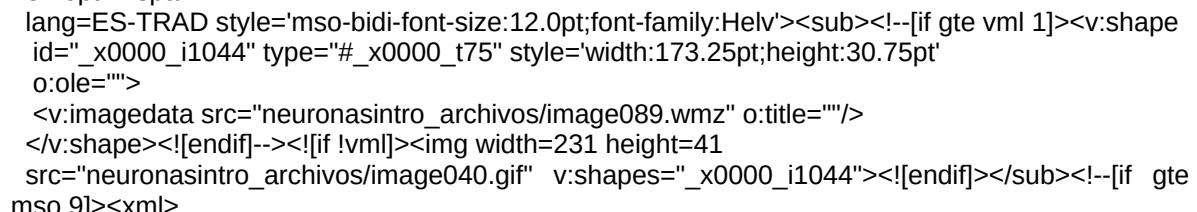
Describiremos la discriminación del vector de entrada por el campo receptor cuando la función discriminante:

$$f(X_i, Z_i)$$

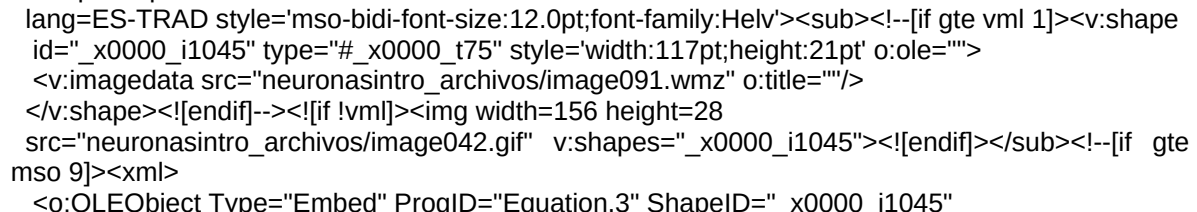
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954698">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>definida
para los vectores<b style='mso-bidi-font-weight:normal'> p y <b
style='mso-bidi-font-weight:normal'>q cuyos componentes valen:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:192pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image082.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954699">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta
función se elige de forma tal que cumpla con los siguientes requerimientos
matemáticos:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:84.75pt;height:21.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image083.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954700">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:107.25pt;height:21.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image084.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954701">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image085.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954702">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><span
style='position:relative;top:12.0pt;mso-text-raise:-12.0pt'><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:257.25pt;height:24pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image086.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954703">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:147pt;height:39pt' o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image087.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954704">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:138.75pt;height:24pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image088.emz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954705">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>

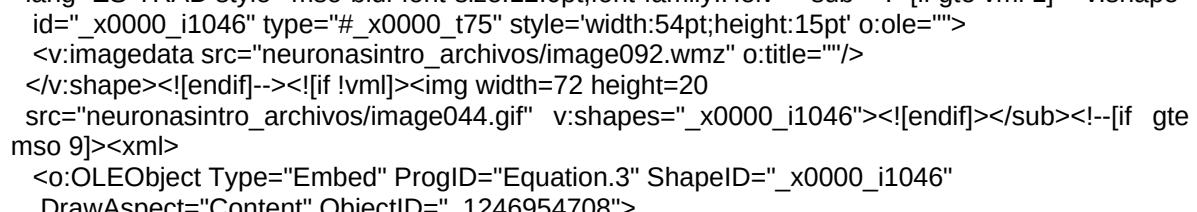
Una función que satisface estos requerimientos es:



Definimos la salida y_i del i -ésimo campo receptor por medio de la función discriminante:



donde:



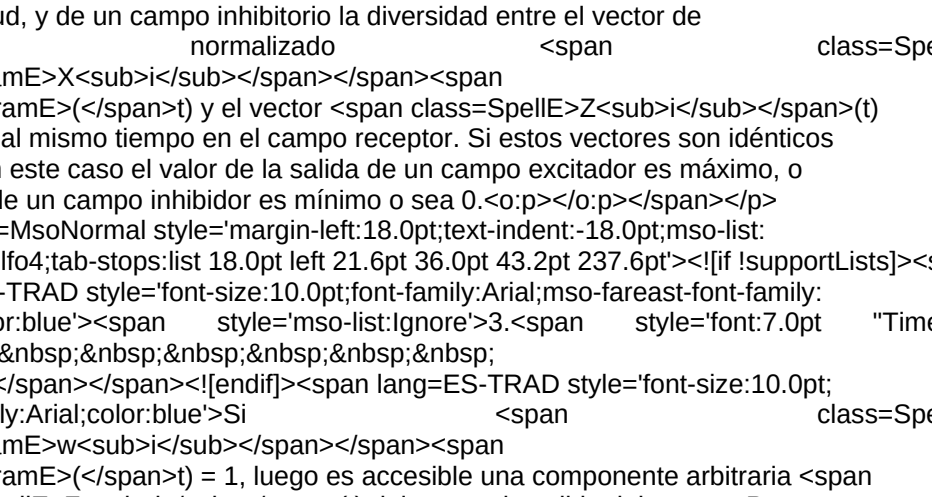
La salida del campo receptor excitador expresa la similitud, y de un campo inhibitorio la diversidad entre el vector de entrada normalizado

X y el vector Z grabado al mismo tiempo en el campo receptor. Si estos vectores son idénticos y sólo en este caso el valor de la salida de un campo excitador es máximo, o sea 1 y de un campo inhibitorio es mínimo o sea 0.

Si w es accesible una componente arbitraria Z del vector de salida del campo. Para realizar esto es suficiente estimular el receptor j -ésimo, pero sólo éste. En el caso de una recepción inhibitoria en el campo, se obtiene la negación de la j -ésima componente.

Bajo ciertas condiciones especiales el campo receptor excitador es capaz de sumar todas las entradas estímulo que actúan sobre él simultáneamente.

El tercer proceso que toma lugar en el campo receptor de una neurona es el llamado acomodamiento, que está dado por la siguiente ecuación diferencial:



El diagrama ilustra el funcionamiento de una neurona. En la parte superior, se muestran dos vectores de entrada: X (normalizado) y Z (grabado al mismo tiempo). Estos se combinan en un vector de salida Y . El proceso de acomodamiento se representa por una ecuación diferencial: $\frac{dy}{dt} = -y + \sum_j w_{ij} x_j$. La salida final Y es el resultado de este proceso.

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>con la condición inicial arbitraria w_i(0), para la cual:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:71.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image095.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954711"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>w_{imax} representa una constante del i-ésimo campo receptor y expresa el máximo valor para esta calidad de discriminación. El coeficiente que depende del tiempo T_i(t) está dado por:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1050" type="#_x0000_t75" style='width:213.75pt;height:36.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image096.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1050" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954712"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Aquí ai (ai ³ 0) se llama "Constante

de acomodamiento del i -ésimo Campo Receptor". α_i denota la "Adaptabilidad ST del i -ésimo Campo Receptor". La adaptabilidad ST controla la memoria de corto plazo del campo receptor y la llamada adaptabilidad LT controla la memoria de largo plazo. La adaptabilidad total $A_i(t)$ del i -ésimo campo receptor se define como:

$$A_i(t) = \alpha_i + \frac{1}{L} \sum_{j=1}^L \left(\frac{1}{\tau_j} \int_0^t e^{-\frac{t-s}{\tau_j}} \phi_j(s) ds \right)$$

donde L es la adaptabilidad LT. τ_j es la adaptabilidad LT. $\phi_j(s)$ es la constante de adaptabilidad de i -ésimo campo receptor. El índice r con r

Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>Î {1,,...,n} es el número serial de este campo receptor que controla el i-ésimo campo. Aquí el punto de partida es la consideración de que el campo receptor controla sus adaptabilidades ST por medio de sus salidas, de tal manera que un campo pueda generalmente controlar tantos como n campos, incluyéndose a sí mismo, pero éste siempre controlado por un sólo campo. La forma de control de las adaptabilidades ST en la neurona se puede describir por un vector R de n componentes. La i-ésima componente es igual al número cerrado del campo receptor controlando al i-ésimo de ellos.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>La adaptabilidad LT se define como:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1053" type="#_x0000_t75" style='width:87.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image099.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1053" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954715"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Esta ecuación expresa el hecho con un incremento en la calidad de la discriminación del campo receptor. En el marco de la concepción molecular, el mecanismo de la memoria sináptica se puede entender como sigue: Con el incremento de concentración de proteínas las subunidades en lamembrana compleja disminuyen su cooperación.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>De la ecuación diferencial se sigue que la acomodación es un proceso de meta directa del control de la calidad de la discriminación. El criterio de meta se incorpora en la ecuación para T_it) que se concibe de tal manera que la calidad de discriminación del campo receptor se incrementa si el vector constante de entrada diferente de cero actúa sobre él durante un período de tiempo suficientemente largo sin interrupción. También de estas dos ecuaciones se sigue que la derivada de la calidad de discriminación es proporcional a la adaptabilidad ST y a la suma de las ecuaciones de la señal de entrada actuando en el campo receptor.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

Nuestro propósito es entender que;

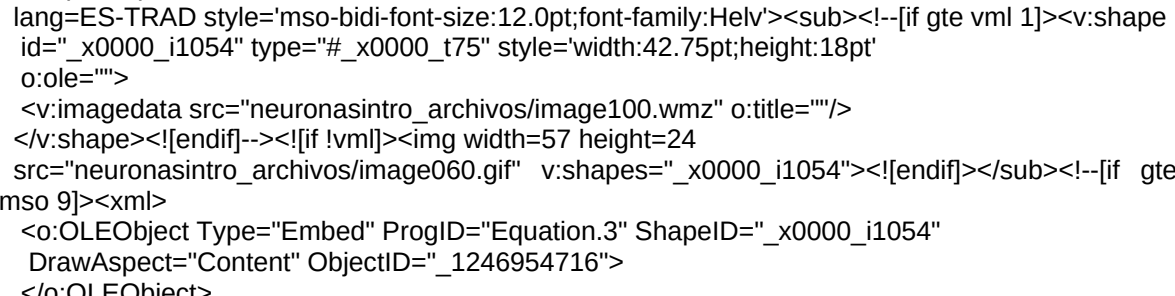
1.

La adaptabilidad ST cero implica la adaptabilidad LT cero.

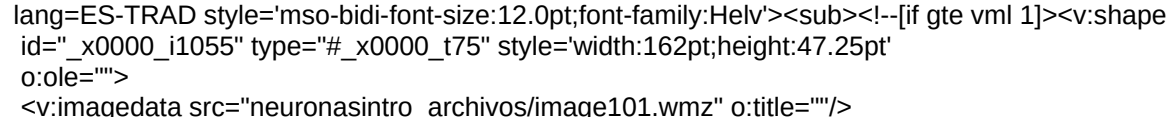
2.

La acomodación no toma lugar si con un vector de entrada cero está actuando el campo receptor.

Estas propiedades del campo receptor son importantes para el diseño de redes neuronales. En el caso específico cuando la expresión de $T_i(t)$ es constante se tiene que:



La solución a la ecuación diferencial es una sigmoide característica de la forma:



</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1055"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954717">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En la cual
se interpreta la constante de tiempo T como la
constante de tiempo de acomodamiento del i -ésimo campo receptor. De esta
ecuación solución se sigue que:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'> T
> 0 <span lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:
Symbol;mso-ascii-font-family:Helv;mso-hansi-font-family:Helv;mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
mso-symbol-font-family:Symbol'>@<span lang=ES-TRAD
style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'>
 T
⁰_{i}<sub><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></sub></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>y<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'> esto significa que la calidad de la
discriminación se aproxima asintóticamente al valor de <span
class=SpellE>w_{max}
o cero respectivamente.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las
ecuaciones:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1056" type="#_x0000_t75" style='width:29.25pt;height:27.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image102.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1056"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954718">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:black'>
y
class=SpellE>a_{i}^L<(t)<
<o:p></o:p></p>

describen

por completo el proceso que toma lugar en el campo receptor de una neurona. De esto se puede decir que un campo receptor excitador actúa como un filtro resonante pasa banda con ajuste automático de la calidad de resonancia y con máxima permeabilidad (al tiempo t) para el vector de entrada para el cual,

$$X(t) = Z(t)$$

cuando un campo receptor inhibitorio actúa como un filtro resonante de banda progresiva con la misma condición de resonancia. Por supuesto esta condición es ajustable. Para fijar el estado $Z(t)$ durante el intervalo de tiempo de: $[t_0, t_1]$ es necesario poner $A(t) = 0$ para el tiempo t para el cual:



The diagram illustrates a neuron model. On the left, a neuron is shown with an input vector X and an output vector Z . The neuron is represented by a circle with a cross inside. On the right, a graph shows the output $Z(t)$ as a function of time t . The graph has a horizontal axis for time t and a vertical axis for $Z(t)$. The curve starts at zero, rises to a peak, and then falls back to zero. The peak is labeled $Z(t)$. The horizontal axis is labeled t . The vertical axis is labeled $Z(t)$. The graph is enclosed in a box.

OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1057" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954719">

si esto es válido:

$$a \frac{dZ}{dt} = 0$$

para

$$t \in [t_0, t_1]$$

donde t_0 y t_1 son los tiempos de inicio y fin del intervalo de tiempo en el que se desea que el campo receptor actúe como un filtro resonante de banda progresiva.

10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>podemos decir que el vector Z_i(t0) es recordado durante este periodo de tiempo en la memoria de corto plazo del i-ésimo campo receptor. Pero si:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>a_i^{(L)}(t) = 0 para t Î [t₀, t₁] <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>el vector Z_i(t₀) se recuerda en la memoria de largo plazo.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Finalmente describimos la salida de la neurona completa consistente en n campos receptores por medio de la siguiente relación:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-top:6.0pt;margin-right:0cm;margin-bottom:6.0pt;margin-left:0cm;text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1058" type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image104.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1058" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954720">

</o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>si<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt
 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:Helv'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1059" type="#_x0000_t75" style='width:51pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="neuronasintro_archivos/image105.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte
 mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1059"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246954721">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'>, 0 en otro caso<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
 class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>aquí<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'> que [0,1] representa el umbral de la neurona.
 Con respecto a la propiedad L del campo receptor (salida) ésta vale para la
 salida completa de la neurona en el intervalo: 0 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
 mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>£<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> t <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>£<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> 0 a cualquier tiempo
 t.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 </td>
 </tr>
 </table>
 <p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;
 mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-other'><span
 style='mso-bidi-font-size:12.0pt;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p> </o:p></p>
 </div>
 </body>
 </html>

4.15. MODELOS NEURONALES DE ASOCIACION Y FORMACION DE CONCEPTOS

Este es el código de la página principal de modelos neuronales de asociación y formación de conceptos, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="modneurasocconc_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="modneurasocconc_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="modneurasocconc_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>MODELOS NEURONALES DE ASOCIACION Y FORMACION DE CONCEPTOS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>34</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-19T01:15:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-19T01:56:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>970</o:Words>
<o:Characters>5336</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>44</o:Lines>
<o:Paragraphs>12</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6294</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
```



```

<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->

```

```

</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><b
style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:red'>MODELOS NEURONALES DE ASOCIACION Y FORMACION DE
CONCEPTOS</span></b></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideremos la conducta de
una comunidad neuronal, la cual est&aacute; compuesta de neuronas mutuamente conectadas
como se muestra en la figura.</span></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;
tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75"
coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe"
filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:200.25pt;
height:183pt'>
<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

```

Las comunidades de neuronas juegan el papel de bloques contruidos de modelos de neuronas. Una comunidad neuronal tiene un paquete de axones de salida. La señal de salida Y de la comunidad neuronal está representada por la razón promedio de pulsos sobre este paquete de axones. Sean $X_1, X_2, \dots, X_n$ señales entrando dentro de la comunidad de neuronas. Una señal X_i es tambián transportada por el paquete de axones, representando la razón promedio de pulsos del paquete correspondiente.

Consideremos una comunidad neuronal biestable, ásta tiene dos estados, un estado excitado que emite un pulso alto como razón de salida y un estado de reposo que emite un pulso bajo como razón de salida. Esta puede estar en cualquier estado.

La neurona entra en un estado excitado cuando la suma pesada:

las señales de entrada excede el valor umbral h_1 y permanece en ese estado. Entra en estado de reposo cuando la suma pesada U es menor que otro umbral h_2 y $h_1 < h_2$.

Representamos el pulso alto en la salida por la $razán$ de salida $y = 1$ y la razón de salida del pulso bajo será cero. La conducta de una comunidad neuronal biestable puede describirse por medio de la ecuación:

type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246297377">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;
tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>que<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'> corresponde a la conducta de las neuronas de <span
class=SpellE>Mc Cullock y Pitts,
que corresponden a los constituyentes de la red neuronal, donde un elemento puede ser una
comunidad neuronal biestable. Un paquete de axones de entradas y salidas de una comunidad
neuronal se puede considerar como una simple línea de salida o de entrada. Llamaremos
w_i al peso de la conexión de la <span
class=SpellE>X_i y la suma pesada U_{1} le llamaremos
potencial.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si consideramos una red de
conexiones no recurrentes consistentes de m elementos (m comunidades neuronales) la red recibe
n señales de entrada X_{1} ,...<span
class=GramE>,X_n y la transforma en m
señales de salida Y_{1} ,...,Y_m donde
Y_i es la salida del iésimo elemento como se
muestra en la figura.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;
tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1034"
type="#_x0000_t75" style='width:223.5pt;height:189pt'>
<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image011.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;
tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><span

$$X_{ij} = \frac{Y_i}{\sum_{j=1}^n X_{ij}}$$

Cualquier entrada X_{ij} se conecta con todos los elementos. Sea w_{ij} el peso de conexión de X_{ij} entrando en el i -ésimo elemento. La salida Y_i se determina por:

$$Y_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} X_{ij}$$

Es conveniente emplear la notación vectorial matricial. Se representa la entrada y la salida de señales por vectores columna del tipo:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_m \end{bmatrix}$$

Se representa la entrada y la salida de señales por vectores columna del tipo:

$$X = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_m \end{bmatrix}$$

Este es un vector de entrada transpuesto. El peso de conexiøn se representa también por una matriz $W = (w_{ij})$ que se llamará matriz de conexiøn y así la transformaciøn $Y_{sub i}$ se puede describir de la forma:

$$Y_{sub i} = W \cdot X$$

donde la funciøn Y opera el poner al tanto las componentes. Simbølicamente escribimos:

$$Y = W \cdot X$$

tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt"><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:68.25pt;height:17.25pt o:ole=""><v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image025.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246297384"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>es fuerte, la señal de salida es siempre igual a Z, cuando llegue Z. La señal Z llega a la red en la fase de aprendizaje solamente, ya que la red usualmente trabaja si la entrada maestra está presente.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Considérense R señales patrones $X_1, \dots, X_R$. Cuando el patrén Z_a se asocia al patrén X_a tenemos R pares de patrones (X_a, Z_a). Cuando la red recibe entradas X_a las salidas están asociadas al patrén Z_a . La red se autoorganiza de tal forma que Z_a está asociada con X_a por recibir k pares de patrones (X_a, Z_a) repetida-mente, de la entrada ordinaria y Z_a de la segunda entrada. Esto requiere que $X_a = T_a$ sea válida cuando la entrada se retorna a cero.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Este es un modelo primitivo de un mecanismo de asociacién neuronal. Se pueden construir modelos más complicados y factibles de asociacién de basa-dos en el mecanismo simple.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Se puede obtener una red recurrente conectando las salidas de la red a las entradas. Consideremos la red de la figura donde la red consiste de n elementos. Sean $X_1(t), \dots$ <span

class=GramE>,X_n(t) las salidas de la red en el tiempo t. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:226.5pt;height:206.25pt'>

<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image027.png" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Denotemos las salidas por:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:98.25pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image029.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246297385">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>y

Ilkamaremos T el operador de transicionde estado. Las entradas Z juegan el papel de poner la red en el estado inicial especificado desde fuera. Cuando la sentildeal Z llega a la segunda entrada, la red es puesta en el estado Z y comienza una transicionde estado, si no existen las sentildeales esperadas de la segunda sentildeal.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Un estado X que satisface:

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75"

<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image031.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="modneurasocconc_archivos/image032.gif" v:shapes="_x0000_i1038">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246297386">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 se llama un estado de equilibrio de la red. La red puede tener muchos estados de equilibrio y representan patrones de informaci&ocute;n que la red puede retener persistentemente (memoria de corto plazo). Consideremos un estado de equilibrio como un concepto de patr&ocute;n que la red ha formado. La red por lo mismo puede retener muchos conceptos de patr&ocute;n. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Muchos patrones llegan a la red en la fase de aprendizaje desde afuera. Cuando el patr&ocute;n consiste de un número de reacciones, consideramos que existe un concepto que corresponde a cada patr&ocute;n iésimo. Se ve en la figura<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:283.5pt;height:177.75pt'>
<v:imagedata src="modneurasocconc_archivos/image033.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="modneurasocconc_archivos/image034.jpg" v:shapes="_x0000_i1039">
<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>un ejemplo de distribuci&ocute;n de patrones, donde los patrones están distribuidos alrededor de X₁, X₂ y X₃, formando tres racimos. La absisa realmente es un espacio de patrones en n dimensiones y la ordenada representa la frecuencia relativa de los patrones.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:21.6pt 36.0pt 43.2pt 237.6pt'>Si se recibe una distribuci&ocute;n de patrones uno por uno en forma repetida, la red se puede autoorganizar modificando los pesos de las conexiones de tal forma que automáticamente encuentra el racimo y forma un estado de equilibrio. Por lo tanto cuando

un patrón **X** perteneciente al racimo X_a es una entrada retardada, la red primero introduce el estado X', luego tiende al estado de equilibrio X_a ya formado. La red puede considerarlo como un generador de patrones en el cual los patrones X₁,...X_k están en forma de equilibrio.

4.16. PROCESAMIENTO NEURONAL

Este es el código de la página principal de procesamiento neuronal, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="procesaneuronal_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="procesaneuronal_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="procesaneuronal_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>PROCESAMIENTO NEURONAL</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>14</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-19T18:09:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-19T18:23:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>964</o:Words>
<o:Characters>5303</o:Characters>
```

```

<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>44</o:Lines>
<o:Paragraphs>12</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6255</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
  {mso-style-parent:"";
  margin:0cm;
  margin-bottom:.0001pt;
  text-align:justify;
  mso-pagination:none;
  mso-layout-grid-align:none;
  punctuation-wrap:simple;
  text-autospace:none;
  font-size:12.0pt;
  mso-bidi-font-size:10.0pt;
  font-family:"Times New Roman";
  mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
  mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
  {mso-style-name:"";
  mso-spl-e:yes;}

span.GramE
  {mso-style-name:"";
  mso-gram-e:yes;}

@page Section1
  {size:612.1pt 792.1pt;
  margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
  mso-header-margin:35.45pt;
  mso-footer-margin:35.45pt;
  mso-paper-source:0;}

div.Section1
  {page:Section1;}

/* List Definitions */
@list l0

```

```

        {mso-list-id:1468932770;
        mso-list-type:simple;
        mso-list-template-ids:-1346369566;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l1
    {mso-list-id:1992126701;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-1346369566;}
@list l1:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>PROCESAMIENTO
NEURONAL<o:p></o:p></span></b></p>

```

Los procesos neuronales est´n definidos como la conversi´n de una actividad neuronal de un grupo de neuronas en la actividad neuronal de otro grupo. Las redes neuronales que presentaremos modelan mecanismos que caen bajo los procesamiento neuronales, esto trae dentro de la forma matem´tica prominentes ideas fisiol´gicas y psicol´gicas de aprendizaje y memoria., Estos

los podemos establecer dentro de las siguientes ´reas generales:

1.

Plasticidad Neuronal.-

Se cree que el almacenamiento en memoria es el resultado de cambios f´ticos en las neuronas. La cuesti´n de la plasticidad neuronal ha sido intensamente investigada especialmente a nivel de sin´psis y los modelos de memoria se han desarrollado considerando ´stas modificaciones.

2.

Memoria Distribuida

Hay evidencia que se emplean un gran n´mero de neuronas para almacenar un trozo de memoria, donde una neurona individual juega un papel insignificante, pero est´n involucrada en el almacenaje de muchos trozos. Esta teor´ta distributiva de la memoria es similar en propiedades a los hologramas y se tienen varios tipos de modelos topol´gicos.

3.

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consolidaci&ocute;n de la Memoria. Se cree que el almacenamiento permanente de una experiencia no ocurre de forma inmediata, pero sí depende de la persistencia o reverberaci&ocute;n de la actividad neuronal iniciada por la experiencia. Esto puede ser la hip&ocute;tesis de consolidaci&ocute;n de la memoria. La actividad reververante que ocurre en los circuitos neuronales se asocia con la idea ya planteada de la memoria a corto plazo.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Modelo Matemático. Sean<i style='mso-bidi-font-style:normal'> </i>F N y O tres conjuntos de neuronas mutuamente disjuntas. Las neuronas en F forman sinapsis en algunas de las neuronas en N y algunas de las neuronas en N forman sinapsis en neuronas en O. La actividad en F se procesa en O vía N y N está definida como la red.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Supongamos F y O conteniendo n neuronas cada uno, donde n es un número grande. Para un tiempo dado t&lcirc; (0,1,...,) el vector de entrada y t&lcirc; R" denota la actividad en F. Más específicamente si $F = \{F_{1}, \dots, F_{n}\}$, luego al tiempo t la actividad de F_{i} es $Y_{i}(t)$. Similarmente, sea el vector de salida:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/>


```

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="" gradientshapeok="" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:41.25pt;
height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356639">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> denota la actividad en O al tiempo t.
Consideraremos las c&eacute;lulas en N sufriendo cambios en el tiempo y si el proceso se realiza
es en formas lineal y se asocia al operador lineal:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:66pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356640">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>con</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> N al tiempo t. Los elementos en O son
retroalimentados en N de forma tal que se tenga:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:15pt' o:ole="">

```

<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356641">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>: <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>a<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
 mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>&lcirc;<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
 mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>Â<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se llama el factor de amplificación F
 <span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
 Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
 style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>®<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> N <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>®<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> O.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Como se ve, la memoria de corto plazo se puede asociar con <span
 class=GramE>X(t). Los efectos de largo plazo son logrados mediante la forma en que
 N(t) se altera. Existe un esquema de modificación en el cual
 la ocurrencia de cada Y(t) se almacena de forma tal que N es capaz
 de recordar que entradas ha visto. El esquema involucra una función h que <span
 class=SpellE>mapea:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356642">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La matriz <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029"
 type="#_x0000_t75" style='width:12.75pt;height:14.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356643">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>
 (t) cambia de acuerdo con la ecuación:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:224.25pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image011.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356644">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> r se llama el coeficiente de olvido y s es el
 coeficiente de modificación:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Sistemas Discretos y Estabilidad. De $t = 0$ progresivamente:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:44.25pt;height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image013.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356646">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 con <sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:92.25pt; height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image015.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356647">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>es una solucién a un sistema discreto también llamado ecuacién de diferencias ordinaria; esto es una solucién a la ecuacién de la forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

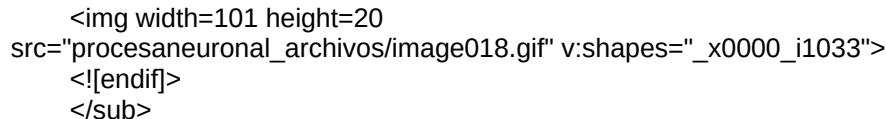
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

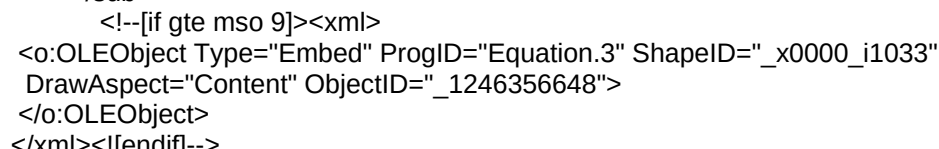
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:75.75pt;height:15pt' o:ole="">

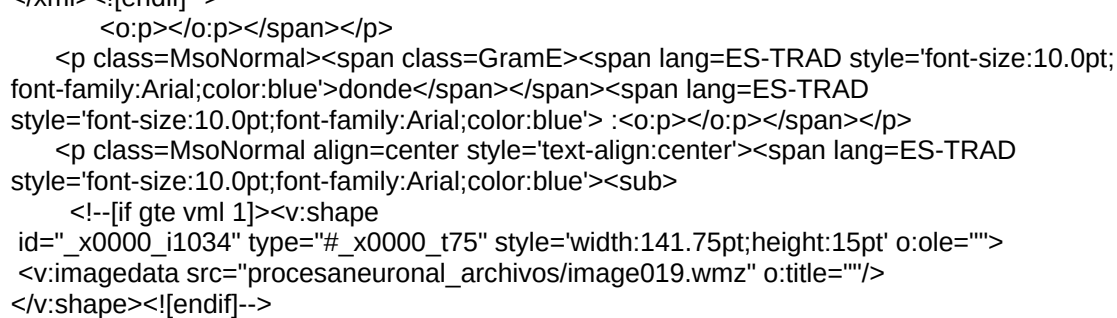
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image017.wmz" o:title=""/>

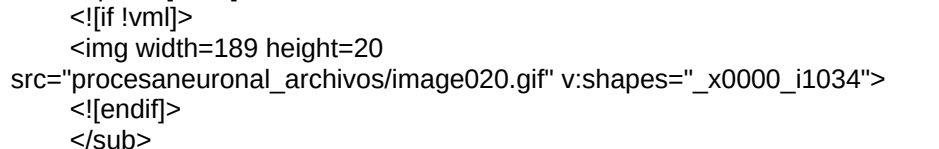
</v:shape><![endif]-->

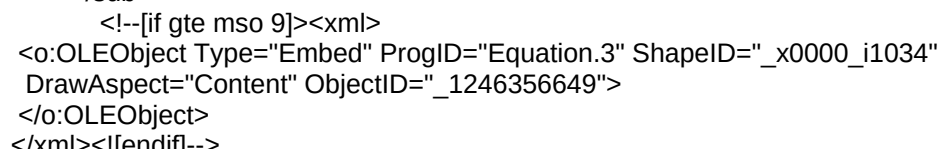
<![if !vml]>

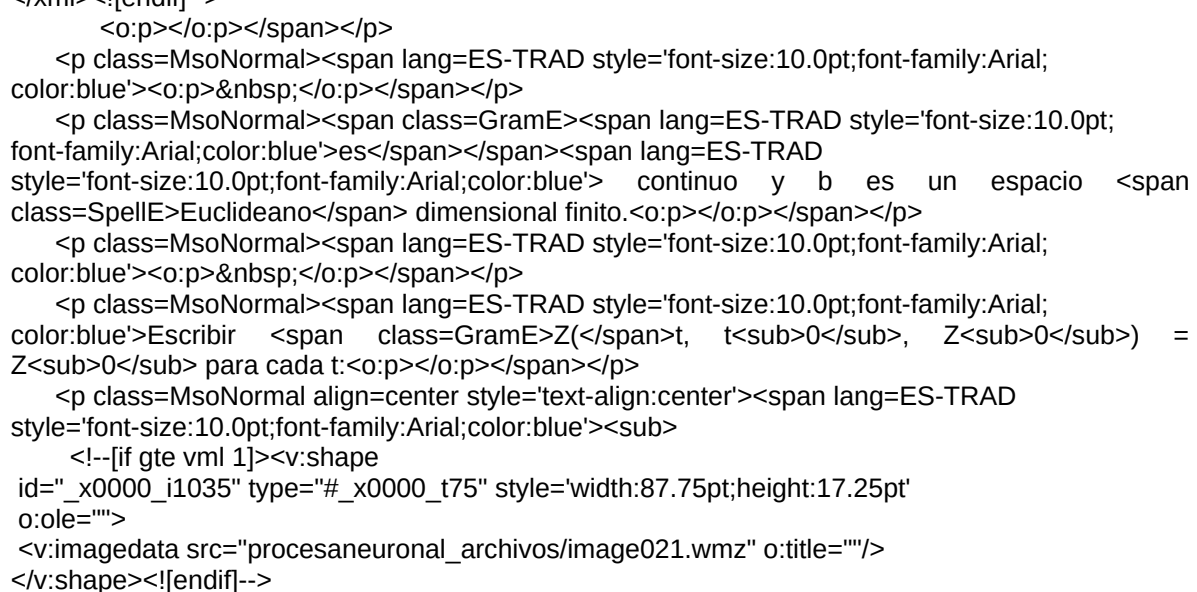


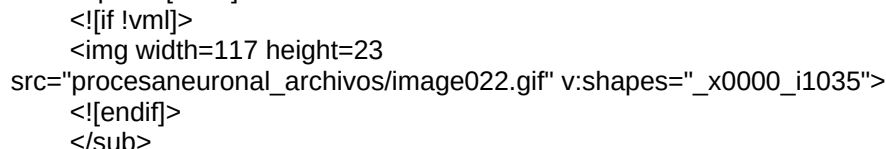


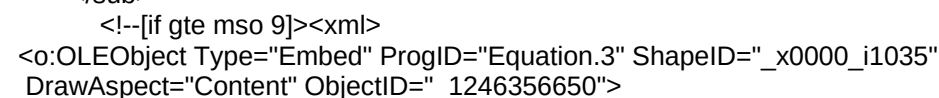












</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>tal que:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:42.75pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image023.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<!--[if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356651">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Es claro que F depende de h y la secuencia de entrada:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><i style='mso-bidi-font-style: normal'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<!--[if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356652">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></i></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Para sistemas no lineales es deseable poder encontrar las soluciones en forma cerrada. Una de las pocas teorías que podemos aplicar a Zt+1 = F(Z(t)) se relaciona con la conducta asintótica de la solución. Se emplea la

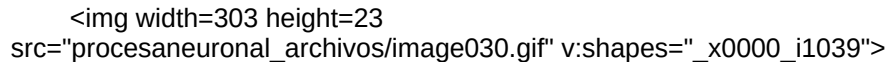
teoría del modelo de modificación sinéptica para casos especiales de Y.

En el caso en que F es independiente de t tenemos; $Z(t+1) = F(Z(t))$. Esta se denomina una ecuación autónoma de diferencias. Escribimos $Z(t)$ como solución de $Z(t+1) = F(Z(t))$ con $Z(0) = Z_0$. Cada colección se puede ver como una colección de puntos en b , llamadas una

Sea la norma euclídea de b , esto es

se empleará la definición

DEFINICION: Sea $f(h) = b$. El sistema discreto $Z(t+1) = F(Z(t))$ es estable en b si:



 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356654">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>El sistema es estable en b , si para una vecindad N_{1} de b , si existe otra
 vecindad N_{2} de b en la cual cualquier soluci´n del sistema comenzando en
 N_{2} ser´n; eventualmente atrapada en N .</o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>DEFINICION: El sistema Z(t+1) = F(Z(t)) es asint´n;ticamente
 estable en b si ´n;ste es estado en b y existe una vecindad N de b tal
 que:</o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:96.75pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image031.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356655">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 como <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:29.25pt;
 height:12.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image033.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356656">
 </o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>DEFINICION: El sistema Z(t+1) = F(Z(t)) es inestable en b si éste no es estable en b. El punto b donde F(b) = b se llama punto crítico.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>TEOREMA: Supóngase F(0) = 0 y es diferenciable en 0. Sea:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:66pt;height:36pt' o:ole=""><v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image035.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356657">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>la diferencial de F en cero, luego:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l1 level1 lfo2'>

<![if !supportLists]>

1.

<![endif]>

Si todos los valores principales de dF(0) son todos menores que uno en valor absoluto, luego Z(t+1) = F(Z(t)) es asintóticamente estable a cero.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:0cm;text-indent:0cm;mso-list:l1 level1 lfo2'>

<![if !supportLists]>

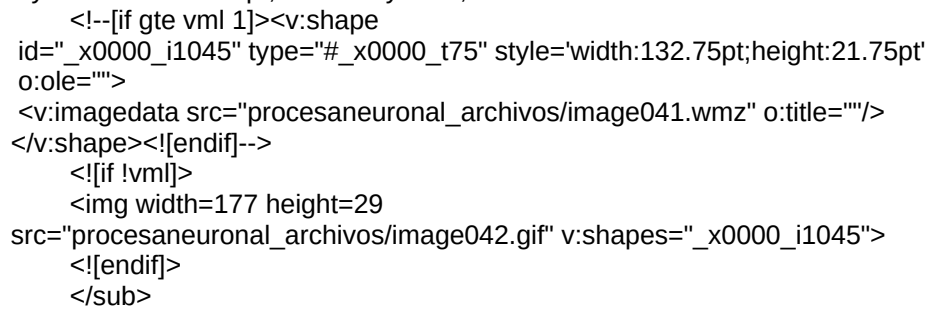
2.
 <![endif]>
 Si al menos un valor principal de dF0 es mayor que uno en valor absoluto, luego $Z(\text{t}+1) = F(Z(\text{t}))$ es inestable en cero.</o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>El teorema se puede emplear para cualquier b ®F(b) = b. Simplificando sea:</o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:66pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image037.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

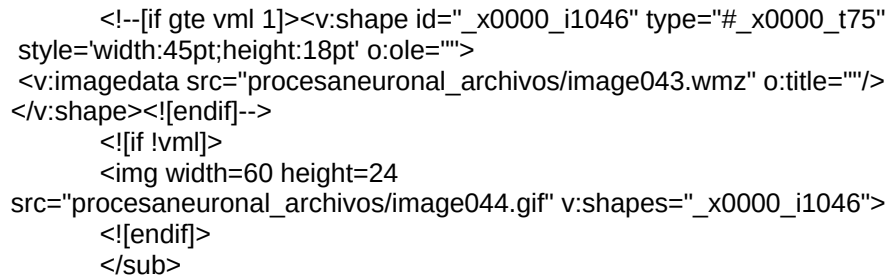
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356658">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 tal que <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1044" type="#_x0000_t75" style='width:98.25pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image039.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

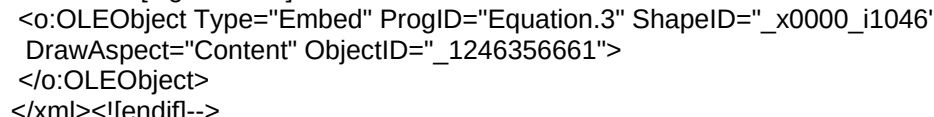
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1044" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356659">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD

TEOREMA

Supongamos que A es una matriz de $N \times N$ con valores principales menores que uno en valor absoluto. Sea la norma donde la norma superior es inducida en matrices de $N \times N$, esto es:







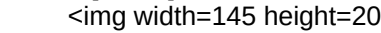
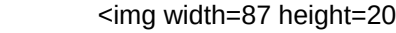
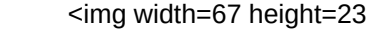
Sea $F: \{ \dots, -1, 0, 1, \dots \} \times \{ \dots, -1, 0, 1, \dots \}$

$\sup_{\substack{A \in F \\ \|A\|_1 \leq 1}} \|A\|_\infty$

symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>®<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>Â<sup><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
 satisfaciendo:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>1.- Para alguna N > 0:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1047" type="#_x0000_t75" style='width:218.25pt;height:18pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image045.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1047"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356662">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>2.- <span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:black'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1048" type="#_x0000_t75"
 style='width:110.25pt;height:18pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image047.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1048"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356663">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 con <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:35.25pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image049.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

id="_x0000_i1051" type="#_x0000_t75" style='width:108.75pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image053.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="procesaneuronal_archivos/image054.gif" v:shapes="_x0000_i1051">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1051"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356666">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 con <sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1052" type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;
height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image055.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="procesaneuronal_archivos/image056.gif" v:shapes="_x0000_i1052">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1052"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356667">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1053" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image057.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="procesaneuronal_archivos/image058.gif" v:shapes="_x0000_i1053">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1053"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356668">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>"<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Esta es la única solución acotada con:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1054" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="procesaneuronal_archivos/image059.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1054"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246356669">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>"t<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>por<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> lo tanto, si F (t,Z) es periódica en t con período T, luego $Z^*(t)$ es
 periódica con período T.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Si sólo estamos viendo la solución para $t = 0$, la única propiedad
 que no valdrá para F acotada será la de la unicidad, pero valdría para F
 periódica en t si hay sólo una forma.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
 </tr>
 </table>
</body>
</html>

4.17. MODELO DE MODIFICACION SINAPTICA

Este es el código de la página principal de modelo de modificación sináptica, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"

```

xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="modelmodifsinaptica_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="modelmodifsinaptica_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="modelmodifsinaptica_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>MODELO DE MODIFICACION SINAPTICA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-19T18:24:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-19T18:30:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>289</o:Words>
<o:Characters>1591</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>13</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1877</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>

```



```

<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>

```

MODELO DE MODIFICACION SINAPTICA

Sea N consistente de dos conjuntos disjuntos de neuronas:

$$N = N_1 \cup N_2$$

donde N_1 y N_2 son conjuntos disjuntos de neuronas.

donde N_1 y N_2 son conjuntos disjuntos de neuronas.

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357116">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 . <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Asumimos cada $N_j^{(1)}$ en contacto sináptico con cualquier $N_i^{(2)}$ &lcirc; $N_j^{(2)}$ &lcirc; $N_j^{(2)}$ esto significa que existe una sinápsis entre una dendrita de $N_i^{(2)}$ y un axón de $N_j^{(1)}$, por lo que la actividad neuronal se procesa de $N_j^{(1)}$ a $N_j^{(2)}$.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Sea $F = \{F_j^{(1)}, \dots, F_j^{(n)}\}$ y $q = \{q_j^{(1)}, \dots, q_j^{(n)}\}$, consideremos que para cada i &lcirc; $\{1, \dots, n\}$, $N_j^{(2)}$ y $s_j^{(2)}$ realiza contacto sináptico con la figura muestra en forma esquemática el alambrado de F , N y q para $n = 3$.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:272.25pt;height:192.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image005.gif" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 <!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357117">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Al tiempo t &lcirc; {0,1,...,n} hacíamos un número m_j(t) con la sinápsis entre N_j</sup>1</sup>&lcirc; N¹ y N²&lcirc; N², llamado fuerza sináptica entre estas células. Sea b_j</sup>1</sup>(t) y b_j</sup>2</sup>(t) los tiempos de actividad, o la actividad al tiempo t de N_j</sup>1</sup> y N_j</sup>2</sup> respectivamente. El procesamiento de F en q hacia N¹ y de N² hacia q se ocurre sin retraso en el tiempo y esto consiste solamente de la actividad de traslado. Recordando las definiciones del vector de entrada <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Y(t) y del vector de salida <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(t) se tiene:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:89.25pt;height:18pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image006.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357118">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

y

y poniendo la última ecuación en notación vectorial obtenemos:

$$\begin{aligned}
 & \text{[Equation 1030]} \\
 & \text{[Equation 1031]}
 \end{aligned}$$

Consideremos que m_{ij} cambia de acuerdo con:

$$\begin{aligned}
 & \text{[Equation 1032]} \\
 & \text{[Equation 1033]}
 \end{aligned}$$

```

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357123">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></i></p>
<p class=MsoNormal><i style='mso-bidi-font-style:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></i></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><i style='mso-bidi-font-style:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75"
style='width:207pt;height:15.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image018.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357124">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></i></p>
<p class=MsoNormal><i style='mso-bidi-font-style:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></i></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>por</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> lo que llegamos a las ecuaciones que gobiernan
el modelo de modificaci&oacute;n sin&aacute;ptica:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:105pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image020.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357125">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape

```

```

id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:195pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image022.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357126">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modelmodifsinaptica_archivos/image024.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246357127">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> T es la transpuesta.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Este modelo considera que el procesamiento es logrado tomando sumas pesadas de la
actividad en F, donde los pesos son las fuerzas sin&acute;pticas asociadas con las
sin&acute;psis.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.18. PROPIEDADES DE LA INTERACCION NEURONAL

Este es el código de la página principal de propiedades de la interacción neuronal, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.


```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="propinteracneuronal_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="propinteracneuronal_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="propinteracneuronal_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>PROPIEDADES DE LA INTERACCION NEURONAL</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>42</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-19T18:31:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-19T19:13:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>3092</o:Words>
<o:Characters>17009</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>141</o:Lines>
<o:Paragraphs>40</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>20061</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->

```

```

<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}

span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}

@page Section1
    {size:612.0pt 792.0pt;
    margin:70.85pt 3.0cm 70.85pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}

div.Section1
    {page:Section1;}

/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:253171664;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1494153024;}

@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}

ol
    {margin-bottom:0cm;}

ul
    {margin-bottom:0cm;}

-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;

```

```

mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>PROPIEDADES DE LA INTERACCION
NEURONAL</span></b></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span></span></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Las neuronas procesan informaci&ocute;n para la suma espacial y la
integraci&ocute;n temporal de la actividad el&eacute;ctrica de las aferentes. Algunas neuronas
tienen un potencial umbral, potencial de membrana, con el cual se relaciona un potencial de
acci&ocute;n. Otras son s&ocute;lo capaces de conducci&ocute;n electrot&ocute;nica pasiva.
La influencia de una neurona en otra toma lugar en las uniones sin&aacute;pticas que pueden ser
inhibitorias o excitadoras.</span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><span></span></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Para una neurona capaz de producir un potencial de acci&ocute;n, la
informaci&ocute;n acerca de sus estados internos est&aacute; contenida en el tren de impulsos
que produce, dada la naturaleza azarosa de los trenes de impulso neuronales tenemos muy pocos
estudios acerca del tipo de informaci&ocute;n codificada en el sistema nervioso. En muchos
experimentos la raz&ocute;n promedio de disparo es de fundamental importancia y por esto es
que los c&ocute;digos promedio se han estudiado poco en el sistema
nervioso.</span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><span></span></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Suponemos que como muchas neuronas no producen un potencial de acci&ocute;n,
se requiere una forma m&aacute;s gen&eacute;rica de medir la actividad promedio de la
raz&ocute;n de disparo. Una posibilidad que refleja la integraci&ocute;n de los eventos
sin&aacute;pticos inhibitorios y excitadores es el potencial promedio de la
membrana.</span></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span></span></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>En neuronas que producen un potencial de acci&ocute;n, por lo tanto, el potencial de
membrana por encima del umbral para la generaci&ocute;n de pulsos, o puede reportar alguna
integraci&ocute;n pasiva. Dado esto, representar&aacute; el potencial promedio de membrana
inducido en una neurona sin incluir el potencial de acci&ocute;n.</span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

```

color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>El campo de las neuronas interactuantes está en equilibrio si el potencial promedio de cada neurona es constante. Las neuronas que producen un potencial de acción se disparan con una razón promedio constante, pero no necesariamente a una razón constante. Considerando que el potencial promedio de las neuronas depende sólo del potencial promedio de todas las otras neuronas de la forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype

id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"

path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>

</v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>

<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>

</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:74.25pt; height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image001.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359652">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

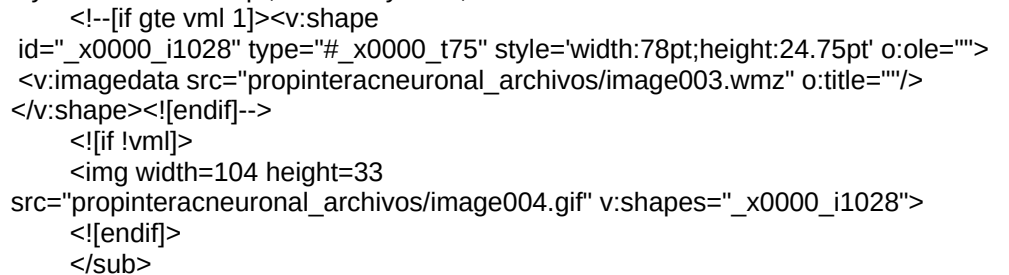
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Un equilibrio es un punto fijo de esta transformación general.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

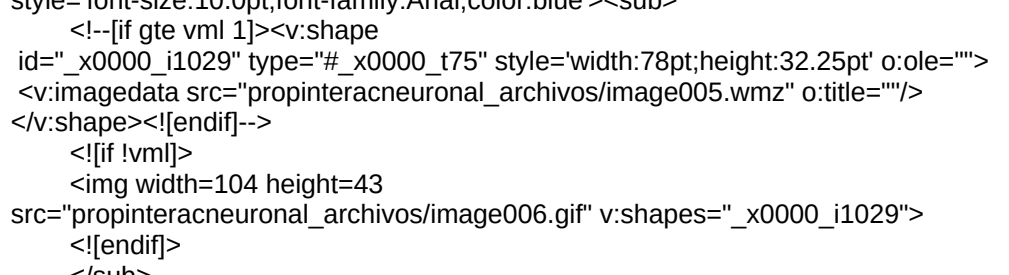
<p class=MsoNormal>Considerando que la razón promedio de encendido de una neurona <span

afecte el potencial promedio linealmente a través de una matriz de conexión tal que:



Donde ha es la entrada externa promedio incluyendo el potencial de reposo. Se toman en cuenta colaterales recurrentes a través de los términos diagonales de la matriz de conexión.

Si la razón promedio de disparo de una neurona depende de su potencial promedio tendremos:



donde

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359657">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Con una matriz de conexión efectiva:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:48pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image013.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359658">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>tiene la forma de la ecuación general de equilibrio, por lo tanto la ecuación de equilibrio es motivada por la interacción de razón de código y sólo el potencial de cada neurona interviene explícitamente.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Se ve que el potencial promedio y la razón promedio de disparo son variables formalmente equivalentes, aunque físicamente no lo sean. La razón de disparo de una simple neurona es por supuesto medida en promedio bajo un tiempo largo comparado al intervalo entre impulsos. El potencial de membrana de una neurona es el resultado de un gran número de eventos sinápticos y puede ser promediado sobre un tiempo muy corto, por lo que muchas neuronas no producen un potencial de acción. El potencial de membrana se considera una variable fundamental.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Los casos límites de la ecuación de equilibrio son modelos familiares de redes neuronales. La probabilidad para que una neurona se dispare está dada por:<o:p></o:p></p>

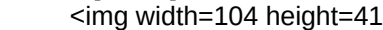
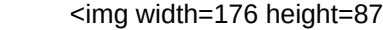
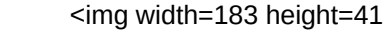
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:78pt;height:30.75pt' o:ole="">

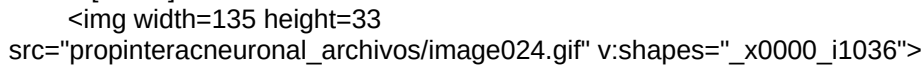
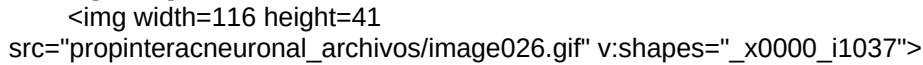
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image015.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>
 width=104 height=41
src="propinteracneuronal_archivos/image016.gif" v:shapes="_x0000_i1032">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359659">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Eliminando f_a llega a ser:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:132pt;height:65.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>
 width=176 height=87
src="propinteracneuronal_archivos/image018.gif" v:shapes="_x0000_i1033">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359660">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>que<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es formalmente equivalente a la
ecuación de equilibrio.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Como el ancho de la distribución de probabilidad decrece, esto se aproxima a
una función escalar:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:137.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>
 width=183 height=41
src="propinteracneuronal_archivos/image020.gif" v:shapes="_x0000_i1034">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359661">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>en este límite:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:117pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image021.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<!--[if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359662">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>que puede no tener solución si zH(x) es discontinua. Este es el modelo de Mc Collocl y Pitts para redes neuronales con la siguiente interpretación: introducimos una variable discreta de tiempo, el lado derecho evalúa en algún momento cuando una neurona se dispara al siguiente escalón de tiempo.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Otro caso límite de equilibrio importante aparece cuando la distribución de probabilidad de disparo es aproximadamente lineal sobre un intervalo de potencial promedio cercano al umbral. De forma equivalente esta aproximación se puede pensar como el límite cuando l tiende a cero. Expandiendo P(X) cerca de x = 0 y reteniendo sólo los términos de primer orden.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Si r_a = r_ab_a, la ecuación linealizada se puede describir en la forma dada por Hartline y Ratliff para la inhibición lateral:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:101.25pt;height:24.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image023.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image024.gif" v:shapes="_x0000_i1036">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359663">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde de acuerdo a su terminología da es el estímulo externo, kab es el coeficiente inhibitorio. Estos son linealmente relacionados a las variables Na, kab y qb de la ecuación de equilibrio.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Demostraremos que para l suficientemente grande existe una solución única a la ecuación de equilibrio. Sea el mapa:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:87pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image026.gif" v:shapes="_x0000_i1037">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359664">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>para la cual un punto fijo f = Ff es una solución de equilibrio. Sean cualquiera dos vectores:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:12pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image027.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359665">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

 y <sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:36pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image029.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359666">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>y

que:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:243.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image031.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359667">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde el últime paso sigue de la normalización en p(X). Si:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:30.75pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image033.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359668">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>luego el mapa se contrae y por el teorema de contracción de mapeo existe una única solución a la ecuación de equilibrio.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Si l es el ancho de transición entre una alta y una baja razón de encendido, la condición:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:30.75pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image035.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

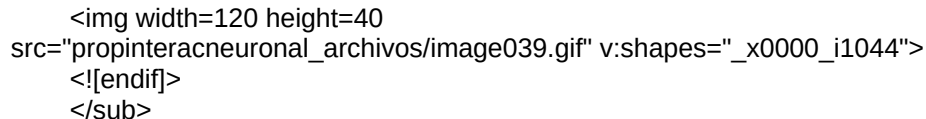
</sub>

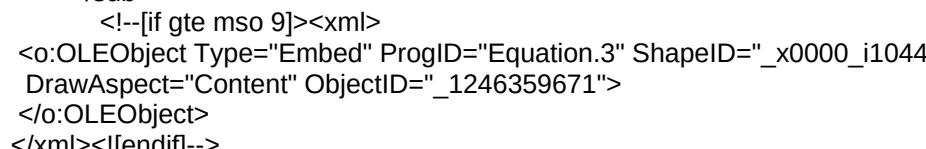
<!--[if gte mso 9]><xml>

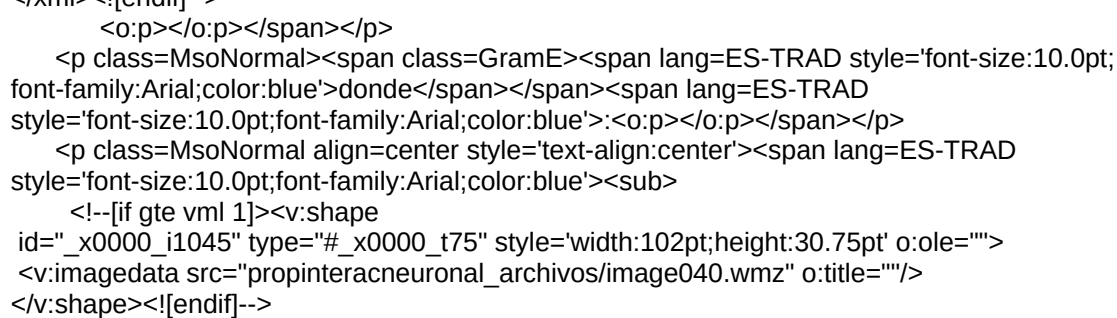
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042">

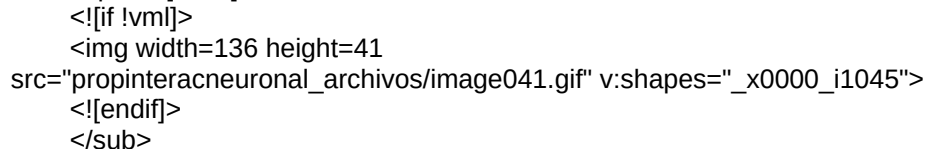
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359669">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>significa que una conexión no simple puede dominar la razón de disparo de cualquier neurona. Este caso se denomina acoplamiento pico.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Consideremos ahora la ecuación de equilibrio de un mapa de N_a en fa. Para un acoplamiento pico entre neuronas y para una p(X) suficientemente suave, la ecuación de equilibrio es un difeomorfismo. Sea la entrada promedio externa N_a (u) variando a lo largo de una curva suave en: Â^{n}, parametrizada por u. Expandiendo la imagen de la curva de entrada fa alrededor de una solución de equilibrio f_a(0), así que:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:161.25pt;height:27.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image036.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <!--[if !vml]>

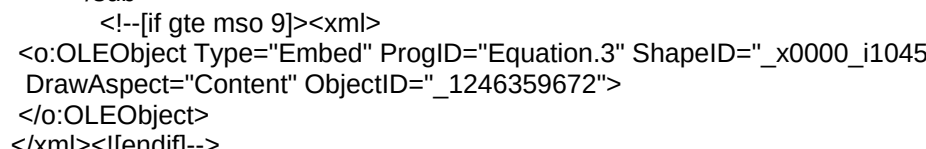
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359670">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La variación de primer orden satisface:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1044" type="#_x0000_t75" style='width:90pt;height:30pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image038.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <!--[if !vml]>

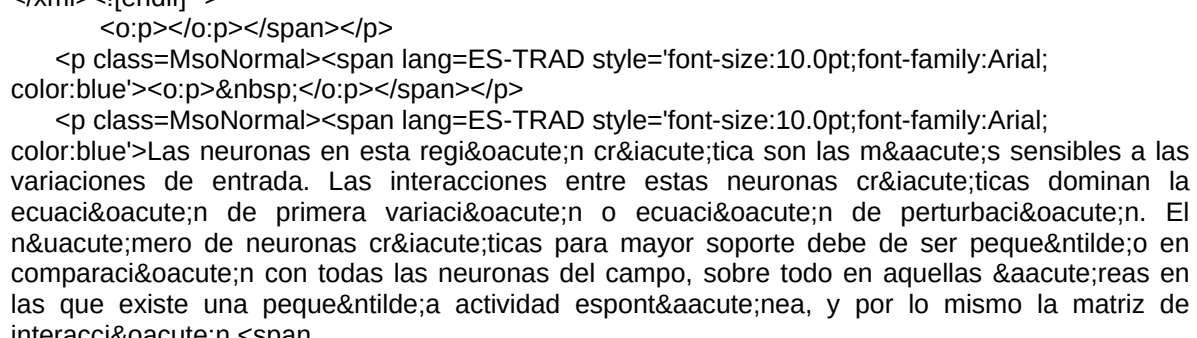


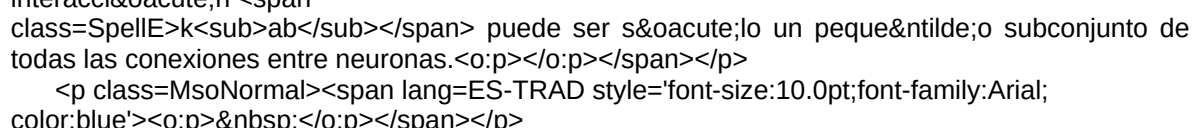


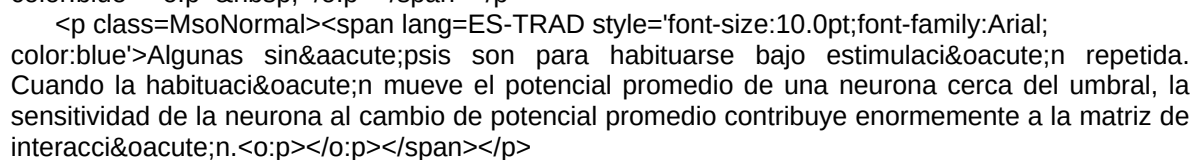


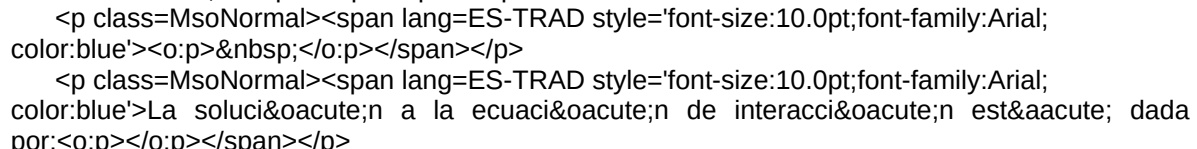


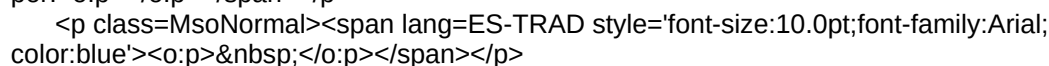












$$\text{donde}$$

$$\text{se llama el resolvente de la interacci\u00f3n. La serie de Newman}$$

$$\text{converge cuando}$$

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1048"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359675">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Esta expansi´n es una suma bajo las trayectorias de integraci´n entre
 neuronas críticas. La variaci´n de segundo orden de la ecuaci´n de
 equilibrio es:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:146.25pt;height:33pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image047.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359676">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1050" type="#_x0000_t75" style='width:105pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image049.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1050"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359677">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde: L_n^b es una funci´n de la variaci´n anterior n-1. La ecuaci´n no lineal de equilibrio se puede sustituir por una serie infinita de ecuaciones lineales, el n´simo orden depende s´lo en la soluci´n del precedente n-1 orden.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>El campo receptor de una neurona es el conjunto de receptores sensores con cambios significativos en su raz´n de disparo. El patr´n est´mulo dentro del campo receptor que es m´s eficiente al elegir una respuesta de una neurona se denomina como su caracter´stica de disparo. Hay una colecci´n de mapas interconectados de un campo sensorial dentro del cerebro, las neuronas en cada representaci´n poseen diferentes caracter´sticas de disparo.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La respuesta de un detector caracter´stico es sensible a algunos par´metros est´mulo, que producen un decremento significativo cuando var´an alrededor de la caracter´stica de disparo, mientras otros par´metros dejan la respuesta invariante.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Sea A el conjunto de todas las neuronas en un campo, y sea b el subconjunto que recibe la entrada externa. Como anteriormente fau es el potencial promedio de la a-e´sima neurona a lo largo de una curva en: Áⁿn </sup> parametrizada por u. El campo receptor de una neurona es el subconjunto de entradas B_a Ì B que afecta su respuesta. Las caracter´sticas de disparo de una neurona se determinan variando los par´metros de est´mulo para optimizar la raz´n de disparo. Se define una caracter´stica local de disparo como un est´mulo sensorial h_b(0) tal que:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1053" type="#_x0000_t75" style='width:57pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image055.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1053"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359680">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>para<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> todo <span
class=SpellE>h_b(u) cercano en el campo receptor que pasa a través
de la característica de disparo. La detección característica tiene la forma de
un problema variacional.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El potencial promedio f_a(0) y luego la
respuesta de la neurona es un extremal si y sólo si f_a(0) = 0 para toda
variación alrededor de y h_b(0).
Si:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1054" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:24.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image057.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1054"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359681">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>h'b<span

$$R_{ab} = 0 \text{ y } b_{ae}$$
 es arbitraria en el campo receptor R_{ab} la condici^on de extremo implica que b_{ae} . Un extremo puede ser m^aximo, mⁱnimo o punto de silla de montar dependiendo del signo de la variaci^on del segundo orden alrededor de la caracterⁱstica de disparo. Es un m^aximo si:

$$\frac{d^2 \phi}{dx^2} > 0$$

El primer t^ermino de la derecha se desvanece por virtud de la condici^on de primer orden en la variaci^on. Tambi^en

$$\frac{d^2 \phi}{dx^2} < 0$$

El primer t^ermino de la derecha se desvanece por virtud de la condici^on de segundo orden

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1057" type="#_x0000_t75" style='width:60.75pt;height:24.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image062.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image063.gif" v:shapes="_x0000_i1057">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1057"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359685">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1058" type="#_x0000_t75" style='width:95.25pt;height:24.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image064.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image065.gif" v:shapes="_x0000_i1058">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1058"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359686">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Las variaciones de una característica de disparo decrecen más en unas
direcciones que en otras, como la razón de encendido de la neurona. La dirección
de decremento más y más cae en el espacio de variaciones tangente <span
class=SpellE>ja y se pueden determinar de la forma cuadrática en la segunda
condición de variación.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Los valores propios z_b de la matriz
simétrica: F_{kd}<sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</sup><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> satisfacen:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1059" type="#_x0000_t75" style='width:63pt;height:24.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image066.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1059" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359687">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>y forma una base en la cual la matriz es diagonal. La condiciôn de segunda variaciôn en esta base es:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1060" type="#_x0000_t75" style='width:72.75pt;height:27pt' o:ole=""><v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image068.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1060" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359688">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>de lo que se sigue que la condiciôn necesaria y suficiente para un mâximo es:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1061" type="#_x0000_t75" style='width:27pt;height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image070.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1061"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359689">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 para <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1062" type="#_x0000_t75" style='width:48pt;
 height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image072.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1062"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359690">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>esto<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es el espectro de la matriz: <span
 class=SpellE>F_{kd}<sup><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
 mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>f</sup><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> en el campo receptor, debe ser
 positivo.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Emplearemos el espectro de la variaci´n de la ecuaci´n de primer orden
 para obtener informaci´n sobre la localizaci´n del punto de bifurcaci´n. La
 ecuaci´n de perturbaci´n se puede escribir como:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1063" type="#_x0000_t75" style='width:39pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image074.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1063"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359691">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1064" type="#_x0000_t75" style='width:48.75pt;height:27pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image076.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

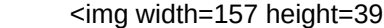
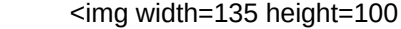
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1064"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359692">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La solución de la ecuación característica de $A = 0$ son los
 valores propios de k' a la cual corresponden los vectores propios que
 satisfacen:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1065" type="#_x0000_t75" style='width:56.25pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image078.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1065"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359693">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La resolvente de la interacción:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1066" type="#_x0000_t75" style='width:35.25pt;height:14.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image080.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image081.gif" v:shapes="_x0000_i1066">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1066"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359694">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>existe<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> si y s´o;lo si l no es uno de los valores
propios, consecuentemente si l <span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
mso-symbol-font-family:Symbol'>¹<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> ln existe una sola
soluci´n a la ecuaci´n de perturbaci´n. Si hay un punto de
bifurcaci´n de la ecuaci´n de equilibrio en (l<span
class=GramE>,q), luego l es un valor propio con multiplicidad par, y por lo mismo
debe de ser un punto de bifurcaci´n.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Una soluci´n de equilibrio es estable si se recupera de pequeños
desplazamientos del equilibrio. Una ecuaci´n dependiente del tiempo para el potencial
promedio está dada por:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1067" type="#_x0000_t75" style='width:108.75pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image082.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image083.gif" v:shapes="_x0000_i1067">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1067"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359695">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>

<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image089.gif" v:shapes="_x0000_i1070">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1070"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359698">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><!-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La soluci&ocute;n de la ecuaci&ocute;n linealizada es asint&ocute;ticamente estable
si y s&ocute;lo siR_{aln} < l, esto es el espectro de la
matriz de interacci&ocute;n debe de caer a la izquierda del ancho de transici&ocute;n para un
equilibrio asint&ocute;ticamente estable.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Se ha podido notar el considerable nivel de actividad espont´nea en las
neuronas a través del sistema nervioso. El apoyo continuo nos puede dar un contexto
cuyas variaciones en la actividad volveremos a analizar. Distingamos dos fuentes de entrada a un
campo de neuronas, una que produce un apoyo y otra que actúa como una
perturbaci&ocute;n. Las dos pueden aparecer de clases diferentes de entradas aferentes o de la
modulaci&ocute;n de un s&ocute;lo conjunto. La entrada perturbadora se debe de modular en
cualquier caso para separarla del apoyo que corre m´s lentamente. Por ejemplo
encendidas en un patr&ocute;n correlacionado pueden servir como forma de
perturbaci&ocute;n.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La interacci&ocute;n de los mapas resolventes de las
perturbaciones de entrada en las perturbaciones de salida, se muestran en la
figura.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:101.25pt;height:75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image090.gif" o:title="">
</v:shape><![endif]><!-->
<![if !vml]>

src="propinteracneuronal_archivos/image090.gif" v:shapes="_x0000_i1025">
<![endif]>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359699">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><!-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

Los polos dominantes en la soluci³n espectral de la interacci³n resolvente son de aquellos valores propios de la matriz de interacci³n cercanos al ancho de la transici³n. Un soporte cercano de la bifurcaci³n es particularmente sensitivo a perturbaciones pero es inestable. Los polos de alto orden en un valor propio dominan cuando:

que es un c³rculo de radio l centrado en l en el eje real. Los polos de orden bajo son m³s importantes fuera del c³rculo. Los vectores propios de la matriz de interacci³n son dirigidos al polo de mayor orden en cada bloque.

La perturbaci³n de salida es una combinaci³n particular de vectores propios generalizados:

Si uno de estos patrones especiales est³ presente en la entrada, s³lo se producen patrones con el mismo valor propio en la salida. Para ser m³s precisos definimos el subespacio:

id="_x0000_i1072" type="#_x0000_t75" style='width:78.75pt;height:21pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image093.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vm]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1072"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359701">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>luego<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> Fⁿ es
un subespacio invariante del resolvente: R: Fⁿ<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;
mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>®<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
class=SpellE>Fⁿ<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El mapa de las características de entrada en las salidas asociadas que se llama
asociación de características involucra a muchas neuronas actuando
colectivamente a través de interacciones de intervalo grande.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La perturbación de salida f' en un campo de neuronas se refleja como una
perturbación de entrada h' a otro campo de acuerdo con: $h' =$ <span
class=SpellE>k'f', donde k' es la matriz de interacción que une los dos campos. No
se transmite toda la información en f' si sólo neuronas eferentes de neuronas
críticas contribuyen a h'.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El modo de procesar información es diferente para apoyo y entrada
perturbadora Las entradas sensoras cuando se aplican como un apoyo efectivo pone fuera un
subconjunto de conexiones de la matriz de interacción. Las características
resultantes reflejan la simetría de los patrones sensoriales. Si por otro lado entradas
sensoriales se aplican como perturbaciones se producen asociaciones de salida relativas al
contexto determinado por el apoyo. Un patrón sensorial se puede analizar para diferentes
características.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Las simetrías de la matriz de interacción se reflejan en la estructura de
la interacción resolvente. </p>

que la matriz de la interacci3n es invariante bajo un grupo G de transformaciones:

<sub>

</sub>

<sub>

</sub>

La transformaci3n $D(\text{mezcla } s \text{ y } l)$ mezcla los vectores propios generalizados $\{y_n\}$ correspondiendo al mismo valor propio $\{l_n\}$ luego:

<sub>

</sub>

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>y las matrices: Dⁿ(g) forman una representacién de grupo con base en los vectores {yn} para cada n.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Las características tienen informacién acerca de la simetría de la matriz de conexién y entradas de apoyo. El análisis de las perturbaciones de apoyo en lugar de sélo el apoyo nos lleva a una clasificacién de patrones en base a su simetría.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La matriz de interaccién determina las características de un apoyo. Si las neuronas críticas son sélo un pequeño subconjunto de todas las neuronas, luego las características de este apoyo se pueden alterar sin significado en la afectacién de las características de otro apoyo, por supuesto la interferencia entre apoyos es más seria de lo supuesto, ya que limita el número de los que son independientes.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Es bien conocido que la memoria humana es asociativa y ésta es una variable importante, por lo que la nueva informacién se puede seleccionar en forma y almacenarla sin destruir informacién que esté en la memoria. La mayoría de los modelos de memoria se basan en mapas formales de la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1075" type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;height:24.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image101.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1075"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359705">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue'>La matriz de interacción depende tanto de la longitud de la conexión entre neuronas cráticas como del apoyo:

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1076" type="#_x0000_t75" style='width:102pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image103.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1076"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359706">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Cuando la longitud de la conexión cambia, ambos factores contribuyen a la perturbación de primer orden:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1077" type="#_x0000_t75" style='width:102.75pt;height:27pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image105.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1077"

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359707">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1078" type="#_x0000_t75" style='width:90pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image107.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1078"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359708">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La primera contribucién es debida al cambio en las conexiones de las neuronas
 críticas. El segundo término perteneciendo al corrimiento en el apoyo causado por
 dk_{ab}, da la migracién entre neuronas
 críticas y neuronas bordes. El corrimiento se puede encontrar de la ecuacién de
 equilibrio:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1079" type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:24.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image109.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1079"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359709">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>El término que aparece de las neuronas borde es:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1080" type="#_x0000_t75" style='width:81.75pt;height:30pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image111.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1080"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359710">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->

Si la expansión del camino de interacción se usa para R_{bc}, luego el término debido a la contribución de borde es:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_{bc}} + \frac{1}{R_{ab}} \right) \frac{1}{R_{bc}}$$

Como se ve el primer término de k_{ab} representa cambios plásticos de la conexiones eferentes de una neurona crónica, donde la parte dominante del segundo término está dada por cambios plásticos de las conexiones aferentes de la neurona borde. Pueden existir diferentes mecanismos para la alteración que permitan explotar las dos posibilidades.

La interacción resolvente depende de la matriz de

$$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_{bc}} + \frac{1}{R_{ab}} \right) \frac{1}{R_{bc}}$$

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>yesmeromórfica en el plano I, por lo que si la matriz de interacción depende analíticamente de un parámetro k'(e), luego la resolvente es analítica para e pequeños, excepto para I en el espectro k'(0). Descomponiendo k'(e) en parte no perturbada y parte perturbada se tiene:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1083" type="#_x0000_t75" style='width:74.25pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image117.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1083" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359713">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1084" type="#_x0000_t75" style='width:38.25pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image119.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1084" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359715">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>Reescribimos<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1085" type="#_x0000_t75" style='width:56.25pt;height:27pt' o:ole="">

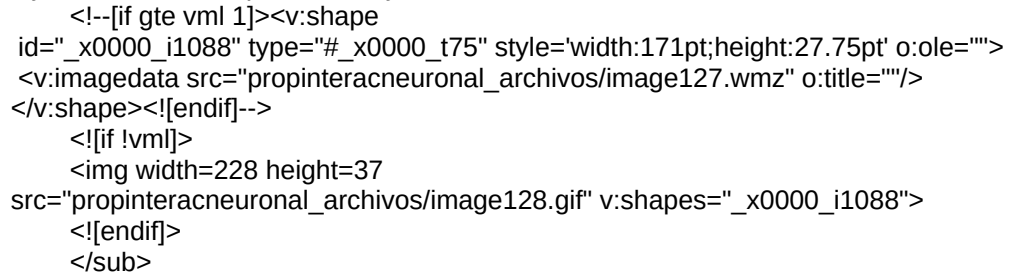
<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image121.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

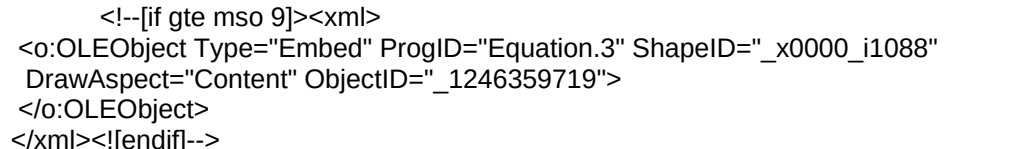
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1085"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359716">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1086" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:33pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image123.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1086"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359717">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>si<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> e es un escollo suficientemente pequeño
 tal que<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1087" type="#_x0000_t75" style='width:59.25pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image125.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1087"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359718">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

luego la interacciⁿ resolvente tiene la expansiⁿ

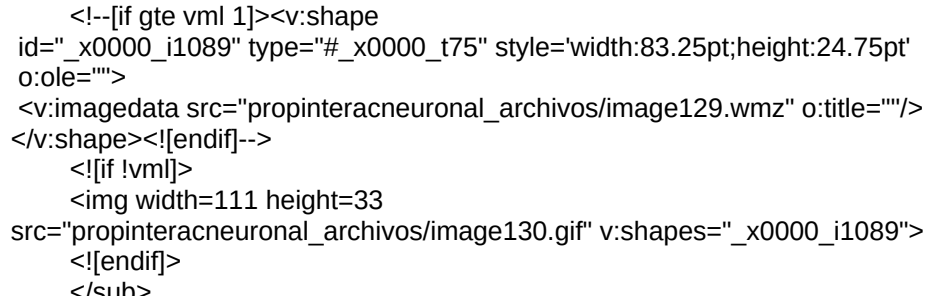


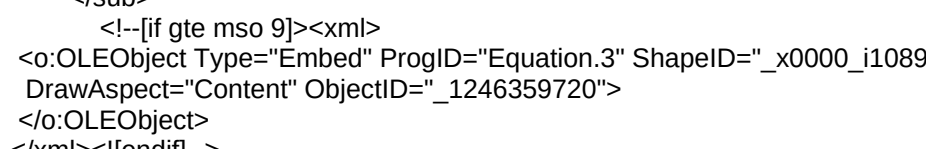


que hace expl^{ica} cita la analicidad del resolvente.

Los valores propios y funciones propias de k'(e) no son en lo general funciones anal^{iticas}. Hay por lo tanto una expansiⁿ de perturbaciⁿ cuando k0 es

semisimple





<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>y no hay valores propios degenerativos. Luego el primer orden:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1090" type="#_x0000_t75" style='width:68.25pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image131.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1090" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359721">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1091" type="#_x0000_t75" style='width:96.75pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image133.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1091" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359722">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1092" type="#_x0000_t75" style='width:93.75pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="propinteracneuronal_archivos/image135.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

```

</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1092"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246359723">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El espectro es corrido de acuerdo a las componentes diagonales de k en una base de
vectores propios. Los elementos fuera de la diagonal dan la mezcla de características entre
valores propios. Los valores propios m&acute;s cerrados dan la mayor contribuci&eacute;n. La
asociaci&eacute;n de características puede modificarse selectivamente para cada apoyo
por alteraciones discretas de la matriz de interacci&eacute;n.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>

```

4.19. REGULACION SINAPTICA. PROCESOS INTERACTIVOS

Este es el código de la página principal de regulacion sinaptica. procesos interactivos, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="regulsinaptica_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="regulsinaptica_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="regulsinaptica_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>REGULACION SINAPTICA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>

```



```

<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>20</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-20T23:58:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-24T01:10:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1678</o:Words>
<o:Characters>9233</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>76</o:Lines>
<o:Paragraphs>21</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>10890</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;

```

```

margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:687369686;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-2123355818;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l1
    {mso-list-id:768743624;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-2123355818;}
@list l1:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l2
    {mso-list-id:1617902959;
    mso-list-type:hybrid;
    mso-list-template-ids:-211399580  134873103  134873113  134873115  134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}
@list l2:level1
    {mso-level-tab-stop:36.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level2
    {mso-level-tab-stop:72.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level3
    {mso-level-tab-stop:108.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level4
    {mso-level-tab-stop:144.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level5
    {mso-level-tab-stop:180.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}

```

```

@list l2:level6
    {mso-level-tab-stop:216.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level7
    {mso-level-tab-stop:252.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level8
    {mso-level-tab-stop:288.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l2:level9
    {mso-level-tab-stop:324.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l3
    {mso-list-id:1783332246;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-2123355818;}
@list l3:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l4
    {mso-list-id:1890997591;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-2123355818;}
@list l4:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
@list l5
    {mso-list-id:1979649493;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-2123355818;}
@list l5:level1
    {mso-level-tab-stop:none;
    mso-level-number-position:left;
    mso-level-legacy:yes;
    mso-level-legacy-indent:14.15pt;
    mso-level-legacy-space:0cm;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}

```

```

-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
  <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>REGULACION SINAPTICA.
PROCESOS INTERACTIVOS<o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Desde que en el año de 1962 (<span class=Spelle>Rosemblatt</span>),
los algoritmos propuestos para las modificaciones sinápticas se basaron
principalmente en la hipótesis de que los cambios <span class=Spelle>neuroplásticos</span>
se llevan a cabo de acuerdo al uso o desuso de una sinapsis y la correlación
entre las actividades de las células presinápticas y <span class=Spelle>postsinápticas</span>.
No se tomaban en cuenta los procesos interactivos entre las funciones <span
class=Spelle>postsinápticas</span> y presinápticas.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Por medio de las investigaciones recientes en la
organización de las redes neuronales, se han introducido estas funciones y
estos procesos en los algoritmos de modificación sináptica. <span
class=Spelle>Malsburg</span> en su modelo de formación de columnas de
orientación, introdujo un procedimiento de normalización bajo las
constricciones de que la suma de los pesos sinápticos en una célula

```

postsináptica es constante a través del proceso de modificación sináptica. Con este procedimiento obtuvo un efecto de competencia postsináptica en el sentido de que una sinapsis crece a costa de otra. Este procedimiento de normalización no es real, ya que la suma de los pesos sinápticos no puede permanecer constante durante el crecimiento de una sinapsis real.

Fakusima y Miyake propusieron un algoritmo para la autoorganización de redes neuronales multidispersas. Se introdujeron dos clases de conectivos entre las células postsinápticas y presinápticas y bajo su control se llevaba a cabo la modificación sináptica. Uno de estos conectivos es la conectabilidad de una célula presináptica y está determinada por algún tipo de reacción de las células postsinápticas. El otro es de las sinapsis aferentes a las células postsinápticas y está determinada por la salida de las células postsinápticas. Estas conectabilidades son también afectadas por la suma de las sinapsis eferentes y aferentes respectivamente. Logran muy buen control en la organización de redes neuronales como el caso del cognitrón.

La nueva hipótesis propuesta asevera que la modificación sináptica se lleva a cabo por la presencia de un proceso interactivo entre las funciones presinápticas y postsinápticas. Se considera que las dos funciones siguen la misma regla competitiva que se presenta como un algoritmo fundamental para la modificación sináptica. El algoritmo fundamental tiene dos formas de dependencia de sus parámetros: Un modo no competitivo y otro competitivo. En el modo no competitivo, similar a la hipótesis clásica, la modificación sináptica sigue el uso o desuso de la sinapsis y la correlación entre los niveles de actividad postsináptica y presináptica. En el modo competitivo sin embargo, las sinapsis hacen contacto con las mismas células postsinápticas compitiendo por el sitio terminal.

El procedimiento se considera de la siguiente forma:

El procedimiento se considera de la siguiente forma:

- Como un resultado de algunas funciones postsinápticas, las células postsinápticas demandan la modificación de las sinapsis por las células presinápticas de las cuales la sinapsis se origina. Las demandas pueden ser positivas si corresponden a reforzamiento, o negativas si corresponden a un debilitamiento.

[illegible]

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas><v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:228.75pt; height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image054.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726630"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:47.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image055.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726631"></o:OLEObject></xml><![endif]> representa a la cantidad de modificaciones sinápticas al tiempo t, con t = 0,1,2,... <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image056.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726632">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>representan las salidas de las
 células presinápticas U(m) y las células postsinápticas
 v(n) al tiempo t. Los vectores m y n representan la posición de las
 respectivas clases de células. Las sinapsis de u(m)
 a v(n) están representadas por a(m,n,t). Los
 coeficientes K₁ y K₂
 son parámetros positivos del algoritmo. La función <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 106 ¶ "Symbol"<span
 lang=ES-TRAD> <![endif]><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
 field-end'><![endif]><span lang=ES-TRAD style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>[] está definida por:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:117.75pt;height:15pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image057.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726633">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>obviamente el primer término del miembro derecho de la
 ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:228.75pt;height:15pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image054.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726635">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>corresponde<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>a la
 primera aserción de la hipótesis y el segundo término a la segunda
 aserción.<o:p></o:p></p>

$$v(n)$$

La salida $v(n)$ se define como:

$$v(n) = \begin{cases} 0 & \text{if } n \leq 0 \\ v(n-1) + I(n) & \text{if } n > 0 \end{cases}$$

donde $I(n)$ es el dominio presináptico del cual recibe entrada la célula $v(n)$. El término $I(n)$ representa un umbral de $v(n)$ y una entrada total $I(n)$ inhibida a $v(n)$ al tiempo t respectivamente. En este caso consideraremos que

$$I(n) = \begin{cases} 0 & \text{if } n \leq 0 \\ I(n-1) + I(n) & \text{if } n > 0 \end{cases}$$

son cero.

Con la consideración de que las células presinápticas aceptan las demandas postsinápticas como son, la solidez de la sinapsis al tiempo $t + 1$ de ésta se define como:

$$s(t+1) = \begin{cases} 0 & \text{if } s(t) \leq 0 \\ s(t) + 1 & \text{if } s(t) > 0 \end{cases}$$

</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>La función <!--[if supportFields]>SYMBOL 106 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->es necesaria para prevenir que la sinapsis excitatoria llegue a ser inhibitoria.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Si ahora discutimos unas propiedades importantes del algoritmo anteriormente descrito. De la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:228.75pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image054.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726638">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>la condición para:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:63pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image060.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726639">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>es:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:159pt;height:39pt' o:ole="">
<v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image061.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726640">

style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 98 'f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->< 1, la solidez sináptica a(m,n,t) se incretmeta en dependencia de la contribución total de la salida de la célula postsináptica.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La segunda propiedad asegura que cuando el parámetro K_1 y K_2 o la entrada u(m,t) se escogen para que K_2 <!--[if supportFields]>SYMBOL 179 'f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]--> K_1 u(m,t) este algoritmo trabaje en modo no competitivo. El algoritmo de competencia se puede deducir de la tercera propiedad.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Para mostrar que el algoritmo trabaja en forma competitiva en el tercer modo, consideraremos que todas las entradas a todas las sinapsis son idénticas. Bajo esta condición de estímulo uniforme el algoritmo de la ecuación<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:228.75pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image054.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]-->}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726643"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>se puede expresar como:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:263.25pt;height:47.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image063.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]-->}<!--[if gte mso 9]><xml>

[illegible]

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-left:14.15pt;text-align:center;text-indent:-14.15pt;mso-list:skip'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1044" type="#_x0000_t75" style='width:255pt;height:15.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image069.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1044" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726650"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:skip'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:skip'>En este caso si la entrada u(m,t() se elige mayor o igual a uno, la demanda postsináptica es inevitablemente positiva. Por lo tanto si la célula presináptica acepta la demanda como tal, la sinapsis crece en un modo no competitivo. Si la entrada es cero, la demanda postsináptica llega a ser negativa y la rigidez sináptica se reduce.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:skip'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:l0 level1 lfo10'><!--[if !supportLists]>3. <!--[endif]>Cuando _{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1045" type="#_x0000_t75" style='width:57pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image070.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726651"></o:OLEObject></xml><!--[endif]>max la demanda postsináptica se va a cero:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:71.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image071.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1046"

<p class=MsoNormal>cuando _{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1055" type="#_x0000_t75" style='width:84.75pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="regulsinaptica_archivos/image080.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1055" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726661"></o:OLEObject></xml><!--[endif]>-->, la célula presináptia asigna la rigidez sináptica a a_{max} en la misma forma que en la competencia postsináptica.<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p></td></tr></table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-numeric ideograph-other'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

4.20. NEOCOGNITRON: RED NEURONAL AUTOORGANIZADA

Este es el código de la página principal de neocognitron: red neuronal autoorganizada, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="neocognitron_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="neocognitron_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="neocognitron_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
```

```

w\.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>NEOCOGNITRON: RED NEURONAL AUTOORGANIZADA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
  <o:Author>HHMM</o:Author>
  <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
  <o:Revision>1</o:Revision>
  <o:TotalTime>56</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-21T00:21:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-21T01:17:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>1860</o:Words>
  <o:Characters>10233</o:Characters>
  <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
  <o:Lines>85</o:Lines>
  <o:Paragraphs>24</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>12069</o:CharactersWithSpaces>
  <o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
  <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
  <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
  <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
  <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
  <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:Compatibility>
    <w:BreakWrappedTables/>
    <w:SnapToGridInCell/>
    <w:WrapTextWithPunct/>
    <w:UseAsianBreakRules/>
  </w:Compatibility>
  <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
  {mso-style-parent:"";
  margin:0cm;
  margin-bottom:.0001pt;
  text-align:justify;
  mso-pagination:none;
  mso-layout-grid-align:none;
  punctuation-wrap:simple;
  text-autospace:none;
  font-size:12.0pt;
  mso-bidi-font-size:10.0pt;
  font-family:"Times New Roman";
  mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
  mso-ansi-language:ES-TRAD;}

```

```

span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>NEOCOGNITRON:      RED      NEURONAL
AUTOORGANIZADA<o:p></o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El <span class=Spelle>cognitr&oacute;n</span> tiene una estructura <span
class=Spelle>multired</span> y tiene la habilidad de aprendizaje no supervisado, o sea que no
necesita profesor durante el proceso de autoorganizaci&oacute;n y s&oacute;lo necesita que se le
presente un conjunto de patrones de est&iacute;mulo repetidamente en la red de entrada.
Despu&eacute;s de terminar la autoorganizaci&oacute;n la red adquiere una estructura similar al
modelo jer&aacute;rquico de <span class=Spelle>Hubel</span> y <span
class=Spelle>Weisel</span>.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

```

color:blue">De acuerdo al modelo jerárquico anterior la red neuronal en la corteza visual tiene una estructura jerárquica: Cuerpo lateral, células simples, células complejas, células hipercomplejas de orden menor y células hipercomplejas de orden superior. Tiene una estructura similar a la red entre las células simples y las células complejas. En esta jerarquía una célula es una etapa superior generalmente con una tendencia a responder selectivamente a formas más complicadas del patrón de estímulo y al mismo tiempo tiene un campo receptor más grande y por lo tanto es menos sensible al corrimiento en posición del patrón de estímulo.</p></p>

<p class=MsoNormal></p></p>

<p class=MsoNormal>El neocórtex tiene una estructura jerárquica extendida. Después de que se logra la autoorganización la respuesta de las células de la capa más profunda de nuestra red depende sólo del tamaño del patrón de estímulo y no es afectado por la posición cuando se presenta el patrón.</p></p>

<p class=MsoNormal></p></p>

<p class=MsoNormal>El neocórtex consiste en una conexión en cascada de un número de estructuras modulares precedidas de una capa de entrada U_0 . Cada una de las estructuras modulares está compuesta de una capa de células conectadas en cascada. La primera capa del módulo consiste de S células que corresponden a una simple célula o a una célula hipercompleja de acuerdo con la clasificación de Hubel y Weisel. Llamaremos a la capa S en el módulo como Us. La segunda capa del módulo consiste de c células que corresponden a las células complejas o a las hipercomplejas y las llamaremos capa y denotaremos la capa I en el módulo como U_{cl}. En el neocórtex solamente las sinapsis de entrada a las células S son capaces de plasticidad y de ser modificadas.</p></p>

<p class=MsoNormal></p></p>

<p class=MsoNormal>La capa de entrada U_0 consiste en un arreglo de fotorreceptores. La salida de un fotorreceptor se denota por $U_0(n)$ donde $n = (x, y)$ indica en dos coordenadas la posición de la célula.</p></p>

<p class=MsoNormal></p></p>

<p class=MsoNormal>Las células S y las células en la capa están clasificadas en subgrupos de acuerdo con las características de estímulo del campo receptor. Si las células en cada subgrupo es un arreglo bidimensional, llamaremos al subgrupo un plano celular. También emplearemos la terminología plano S o plano C para representar los planos celulares que consisten de células C o S.</p></p>

<p class=MsoNormal></p></p>

<p class=MsoNormal>Consideraremos que todas las células en un simple plano celular tienen sinapsis de entrada de la misma distribución espacial y sólo la posición de

las c elulas presin pticas est  corrida en paralelo de c elula a c elula. Luego todas las c elulas en un plano celular simple tienen campos receptivos de la misma funci n, pero con diferente posici n.

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Se usar  la notaci n
class=GramE>U_{s1}K_l,n para representar la salida de una c elula S en el K- esimo plano S, en el l- esimo m dulo y U_{cl}K_l,n para representar la salida de una c elula C en el K_L- esimo plano C en este m dulo, donde **<b style='mso-bidi-font-weight: normal'>n** es el vector bidimensional que representa la posici n de este campo de c elulas receptivas en la malla de entrada.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Como las c elulas en la red est n interconectadas en cascada, la profundidad de la malla es tan grande como llegue a ser el campo receptor de cada c elula de la malla. La densidad de c elulas en cada plano celular decrece de acuerdo con el incremento en el tama o del campo receptor. Luego el n mero total de c elulas en cada plano celular decrece con la longitud del plano celular en esa red. En el  ltimo m dulo, el campo receptor de cada c elula C, llega a ser tan grande como para cubrir el  rea total de la malla de entrada U₀ y en cada plano C hay s lo una c elula C.

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Las c elulas C y S son excitadoras. Esto es, todas las sinapsis eferentes de estas c elulas son excitadoras. Tambi n se tienen c elulas inhibitorias
class=SpellE>U_{st}(n) y
V_{cl}(n) y la malla S y C respectivamente.

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Todas las c elulas neuronales empleadas en esta red son anal gicas, esto es, las entradas y salidas de las c elulas toman valores positivos anal gicos proporcionales a la densidad del pulso de disparo de las c elulas biol gicas reales.

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Las c elulas S tienen entradas inhibitorias del tipo desviado similares a las del
cognitr n. La salida de una c elula S en el
class=SpellE>Kl- esimo plano en el m dulo l- esimo est 
descrita por;

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align: center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas>

```

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;
height:65.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="neocognitron_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
    <![if !vml]>
    
    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
    <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467804">
    </o:OLEObject>
</xml><![endif-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
    <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="neocognitron_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
    <![if !vml]>
    
    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
    <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467805">
    </o:OLEObject>
</xml><![endif-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>En el caso en el que l = 1 en la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

```


</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467807">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>da<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la eficiencia de la entrada inhibitoria. Si crece el
 valor de re, las células responden en forma más selectiva a una
 característica específica. Por lo tanto el valor de <span
 class=SpellE>r_l se determina con un compromiso entre la habilidad de
 diferenciar patrones similares y la habilidad de tolerar la distorsión del modelo del
 patrón.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La célula inhibitoria vc_l<sub>-
 1</sub><b
 style='mso-bidi-font-weight:normal'>n) que tiene una conexión sináptica con
 una célula S, tiene una
 característica entrada-salida rms. <span
 class=GramE>que es:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;height:65.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="neocognitron_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467808">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
 class=SpellE>c_l₋₁<b

style='mso-bidi-font-weight:normal'>**v**) representa la eficiencia de la sinapsis excitadora que no es modificable y es un conjunto a ser una funci´n mon´tonamente decreciente de (<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>**v**).<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Como se ve de las ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;height:65.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="neocognitron_archivos/image001.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467809"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal>y<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;height:65.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="neocognitron_archivos/image001.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467810"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>el ´rea de la cual una simple célula recibe su estímulo como entrada, esto es el intervalo de suma se S_l de <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>**v**es el mismo para ambas células U_{sl}(K_l,<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>**n**) y vc_l₋₁(<b style='mso-bidi-font-weight:

normal'>n).<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>El tamaño de este intervalo S_l es mayor para el módulo posterior y es menor para el módulo anterior de acuerdo con el incremento de l.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Las ecuaciones sinápticas de la malla S a l_s mallas C son fijas e inmodificables. Una célula c tiene conexiones sinápticas de un grupo de células en el plano S correspondiente. Las eficiencias de estas conexiones sinápticas se determinan de forma tal que las células C responderán fuertemente cuando a lo menos una célula S en el área conectiva tenga una salida grande. Luego siempre que se corre un estímulo patrón que generó una respuesta grande de una célula C si ésta se mueve un poco, la célula C se quedará respondiendo como antes, ya que otra célula S presináptica responderá en su lugar.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Cuantitativamente las células C tienen entradas inhibitorias del tipo desviado similares a las células S, pero sus salidas muestran la característica de saturación. La salida de una célula C en el Kl-ésimo plano C en el l-ésimo módulo está dada por la ecuación:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:185.25pt;height:51pt' o:ole=""><v:imagedata src="neocognitron_archivos/image005.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467811">

</o:OLEObject>

</xml><![endif-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:1in;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="neocognitron_archivos/image007.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467812">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La célula inhibidora v_{sl}<(b
 style='mso-bidi-font-weight:normal'>n) que envía señales inhibitorias a la
 célula C y saca al sistema de la inhibición lateral, genera una salida proporcional a
 la media aritmética de estas entradas:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:152.25pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="neocognitron_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467813">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>En las ecuaciones<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:185.25pt;height:51pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="neocognitron_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035">

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467814">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>y<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:152.25pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="neocognitron_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467815">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>la eficiencia de la sinapsis excitadora inmodificable de (<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>v) es una funci&ocute;n mon&ocute;tonamente decreciente de
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 189 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>v
 <!--[if supportFields]>SYMBOL 189 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 en la misma forma como C(<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>v) y el área conectiva D es pequeña en el m&ocute;dulo más exterior y mayor en los m&ocute;dulos posteriores. El parámetro
 <!--[if supportFields]><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL 97 {f "Symbol"}<![endif--><!--[if supportFields]><![endif--> de la ecuación</o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:1in;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="neocognitron_archivos/image007.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246467816"></o:OLEObject></xml><![endif--><o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>es una constante positiva que especifica el grado de saturación de las células C.</o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>La autoorganización del neocognitrón se logra por medio del aprendizaje sin maestro. Durante el proceso de autoorganización se le presentan a la red repetidamente un conjunto de estímulos patrón a la entrada de la malla y no recibe ninguna otra información acerca del estímulos patrón.</o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>Una de las hipótesis básicas empleadas en el neocognitrón es que todas las células C en el mismo plano S tienen sinapsis de entrada de la misma distribución espacial y que solamente la posición de las células presinápticas se mueven en paralelo de acuerdo con el movimiento en posición de las células S individuales del campo receptor.</o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>Para lograr la autoorganización las sinapsis modificables se refuerzan con los siguientes procedimientos:</o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

Primero se seleccionan varias células S representativas de cada malla S cada vez que se presenta el estímulo patrón. Estas células se escogen entre aquellas células que han logrado grandes salidas, pero el número de representativas se selecciona de forma que no más una de ellas se selecciona de cualquier plano S simple.

Las sinapsis de entrada a una célula S representativa se refuerza en la misma forma que en el caso del cognitrón. Todas las otras células S en el plano S de la cual se escogió la representativa tienen sus sinapsis de entrada reforzadas por la misma cantidad que aquellas que representa. Esta relación puede expresarse cuantitativamente como sigue: Sea la célula U_{sl} la seleccionada como representativa. la sinapsis modificable al K_{l-1} y $v_{K,l}$ y $b_{l,K}$ ($k_{l,K}$), las cuales son aferentes a las células S del KL-ésimo plano se refuerzan en las cantidades siguientes:

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde q es una constante positiva que determina la velocidad de reforzamiento. Las células en el plano S de las cuales no se seleccionó la representativa, no tienen sus sinapsis reforzadas.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>En el estado inicial, las sinapsis excitadoras modificables a_lK_{l+1}, v,K_l) es un conjunto de pequeños valores positivos tales que las células S muestren una selectividad muy débil de orientación y que la orientación preferida de las células S difieren de un plano S a otro. Esto es, los valores iniciales de estas sinapsis modificables están dados por una función de <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>v, (K_l<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>K_l) y (K_lK_l₋₁KK_l) pero no son azarosas. Los valores iniciales de las sinapsis inhibitorias modificables b_lk_l) son cero.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>El procedimiento para seleccionar las células representativas es el siguiente: Al principio en una malla S vemos un grupo de células S cuyo campo receptivo están situado dentro de una pequeña área de la malla de entrada. Se arreglan los planos S de una malla S de forma tal que el grupo de células S constituyan una columna en la malla S. La columna S contiene células de todos los planos S. Esto lo que nos dice es que una columna S contiene varias clases de células extractoras de características en ella, pero el campo receptivo de estas células están situado siempre en la misma posición. Si las columnas S tienen traslapes con otra, hay una posibilidad de que una simple célula S esté contenida en dos o más columnas S.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>De cada columna S cada vez que se presenta un patrón estímulo, las células S que alcancen la mayor salida, se elegirán como candidatos a representativas. Luego existe una posibilidad de que un cierto número de candidatos aparecen en un plano S simple. Si aparecen dos o más candidatos en un plano S, sélo aquella que logre la salida mayor se selecciona como representativa de ese plano S. En el caso de que sélo aparezca un candidato en un plano S, ésta será la representativa del plano S. Si no aparecen candidatos ese plano no tendrá célula representativa.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue">Ya que las células representativas se han escogido de esta forma, cada plano S llega a ser selectivamente sensitivo a una de las características del estímulo patrón y no es posible la formación de conexiones redundantes de forma que dos o más planos S se empleen para la detección de la misma característica. Incidentalmente se eligen representativas sólo para un número mero pequeño de planos S a un tiempo y el resto de los planos S obtendrán representativas para otros estímulos patrón.

<0:p> </0:p></p>

>Como se ve de esta discusión, si se considera que un plano S simple en el neocógnitrón corresponde a una simple célula excitadora en el cógnitrón, los procedimientos de reforzamiento son los mismos.

<0:p> </0:p></p>

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

4.21. UN MODELO DE CELULA NEURONAL COMPLEJA

Este es el código de la página principal de un modelo de célula neuronal compleja, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="modneuronacompleja_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="modneuronacompleja_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="modneuronacompleja_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>UN MODELO DE CELULA NEURONAL COMPLEJA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
```

```

<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>11</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-21T01:17:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-21T01:28:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>668</o:Words>
<o:Characters>3678</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>30</o:Lines>
<o:Paragraphs>8</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4338</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;

```

```

        mso-header-margin:35.45pt;
        mso-footer-margin:35.45pt;
        mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>UN MODELO DE CELULA NEURONAL
COMPLEJA</span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=SpellE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>Hubel</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> y <span class=SpellE>Weisel</span>
clasificaron como ya se <span class=SpellE>vi&oacute;</span>, las c&eacute;lulas de la corteza
visual en c&eacute;lulas simples, complejas e <span class=SpellE>hipercomplejas</span>, en
base a las propiedades de sus campos receptores. Ellos propusieron el llamado modelo
jer&aacute;rquico, que consiste en una serie de conexiones en serie de una clase de
c&eacute;lulas, a otras clases diferentes en el siguiente campo receptor en orden de complejidad.
Este modelo no es compatible con la neurofisiolog&iacute;a actual.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Todo el campo receptor de una c&eacute;lula simple, como el de una compleja, tienen
&aacute;reas excitadoras donde las c&eacute;lulas parecen recibir entradas excitadoras directas
del n&uacute;cleo <span class=SpellE>genicular</span> lateral. El &aacute;rea excitadora de la
c&eacute;lula simple es muy peque&ntilde;a, mientras que en la c&eacute;lula compleja es muy
grande. Las &aacute;reas est&aacute;n siempre alrededor y no alongadas en orientaci&oacute;n, a
lo cual las c&eacute;lulas responden &oacute;ptimamente. Esto sugiere que la direcci&oacute;n
orientaci&oacute;n de sensibilidad de inhibici&oacute;n es esencial para las propiedades
funcionales de las c&eacute;lulas.<o:p></o:p></span></p>

```

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Tanto las células simples como las complejas reciben entradas monosinápticas de excitación de las células del medio genicular lateral y con diferente orientación específica reciben de él señales inhibitoras de las células simples vecinas. Esto se indica en la figura.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>

</v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>

<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>

</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:300.75pt; height:162.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image001.png" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468472">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La figura <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:258pt;height:141.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image003.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468473">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>nos muestra la unidad básica del nuevo modelo. Nos indica que la señal fluye de una célula LGN (E_{cel}) a una célula compleja (C_{cel}). S_{ij} (i = 1,2,...n) j = (1,2,...n) son células simples. El subíndice i denota una célula E que dá entrada a una célula C.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>El subíndice j denota la orientación del estímulo de entrada al cual S_{ij} responde en forma específica. W_{ij} son los pesos de las sinapsis inhibitorias de las células S a una célula C. Si la célula C es específicamente de respuesta a la orientación K(1
<!--[if supportFields]>SYMBOL 163 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><![endif-->
K
<!--[if supportFields]>SYMBOL 163 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><![endif-->
n), w_{ij} están dados por:</p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:147.75pt;height:15.75pt'

o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468475">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El modelo total de la célula compleja está mostrado en la
figura.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:307.5pt;height:147.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="MSDraw" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468476">
<o:WordFieldCodes>* MERGEFORMAT</o:WordFieldCodes>
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
E₁,E₂,...,E_n son las células E las cuales alimentan
señales a las células C. Esto es, el modelo total consiste de conexiones en paralelo
de N unidades básicas de la figura<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:258pt;height:141.75pt'
o:ole="">

<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image003.png" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="PBrush" ShapeID="_x0000_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468477">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Cada célula E se considera que responde a todas las n orientaciones si estas
 tienen un campo receptivo concéntrico. Las salidas de <span
 class=SpellE>E_i y <span
 class=GramE>S_{ij} se denotan por <span
 class=SpellE>e_i y s_{ij}
 respectivamente. Se considera que las salidas tienen la siguiente relación: Si <span
 class=SpellE>e_i = 0 por ejemplo, E_i
 no dispara s_{ij} = 0 para toda j. Si <span
 class=SpellE>e_i > 0 Ei dispara <span
 class=SpellE>s_{ij} = e_i para una sola
 célula S que es responsable de la orientación del estímulo de entrada que
 está excitando E_i y <span
 class=SpellE>s_{ik} = 0 (k
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 185 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> j) para todas las otras (n-1<span
 class=GramE>s_{ik}.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>La sumatoria total de entradas a la célula C se denota por c y está dada
 por:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:99.75pt;height:35.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image010.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468478">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Si la célula C es específicamente responsable de la orientación
 k,<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:89.25pt;height:35.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image012.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468479">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>así<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, si un estímulo de entrada tiene una
 orientación k:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:59.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image014.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468480">
 </o:OLEObject>

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>si ésta tiene la orientación j (j
 <!--[if supportFields]>SYMBOL 185 ¶ "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><![endif]-->
 k<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>c = 0<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>porque<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:45.75pt;height:26.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image016.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468481">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>es siempre cero de la relación entre e_i y s_{ij}, las ecuaciones<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:59.25pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image014.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->

```

<![if !vml]>

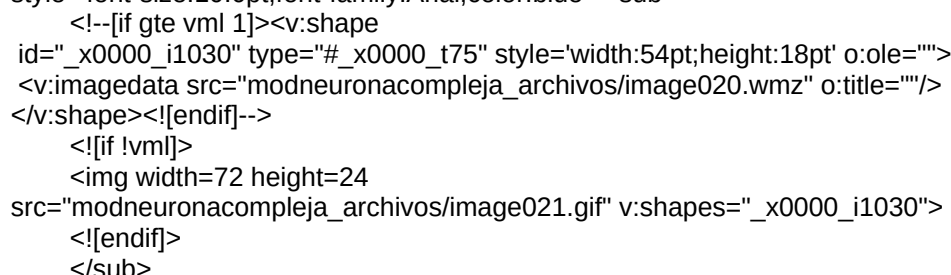
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468482">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>c = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>muestran</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> que las c&eacute;lulas C se disparan solamente
cuando el est&iacute;mulo de entrada tenga orientaci&oacute;n k.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El modelo jer&aacute;rquico de una c&eacute;lula simple recibe entradas excitadoras
de las c&eacute;lulas LGN cuyos campos receptivos est&aacute;n alineados. Una c&eacute;lula
compleja recibe las entradas excitadoras de las<span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>c&eacute;lulas simples, con la misma orientaci&oacute;n
espec&iacute;fica de sus campos receptivos.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Los pesos de las sinapsis excitadoras de una c&eacute;lula simple a una compleja se
consideran 1. Luego la sumatoria de entradas a la c&eacute;lula compleja c' est&aacute;n dada
por:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:44.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image018.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468483">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>

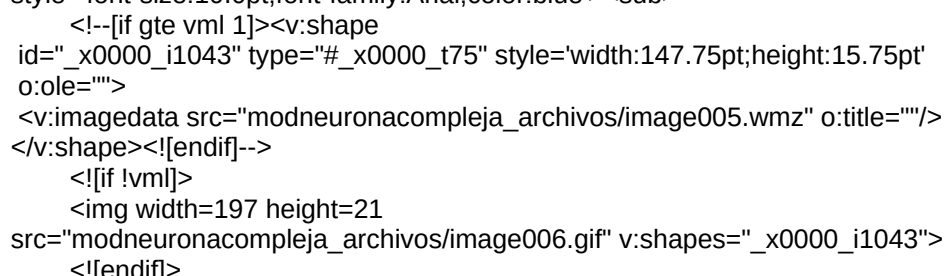
```

donde son las salidas de las c&eacut;lulas simples.

Introducimos ahora en nuestro modelo pesos imaginarios definidos por:



sustituyendo en la ecuación



tenemos

```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:132pt;height:35.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image022.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468486">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>se</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> puede ver la relaci&ocute;n entre <span
class=SpellE>ei</span> y <span class=SpellE>Sij</span> que:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:63pt;height:32.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image024.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468487">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>as&iacute;</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> que:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:69.75pt;height:32.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image026.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468488">

```

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>ya que : <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:158.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image028.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468489">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>se tiene:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:47.25pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image030.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468490">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>La ecuación anterior es idéntica con la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:44.25pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modneuronacompleja_archivos/image018.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>
<img width=59 height=41


```

src="modneuronacompleja_archivos/image019.gif" v:shapes="_x0000_i1036">
    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
    <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1246468491">
    </o:OLEObject>
    </xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
    font-family:Arial;color:blue'>consecuentemente</span></span><span lang=ES-TRAD
    style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el modelo de una c&eacute;lula compleja es
    funcionalmente id&eacute;ntico con el modelo jer&aacute;rquico, pero son estructuralmente
    diferentes.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
    </tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.22. UNA RED NEURONAL AUTOORGANIZADA

Este es el código de la página principal de una red neuronal autoorganizada, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="redneuronalorganiz_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="redneuronalorganiz_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="redneuronalorganiz_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>UNA RED NEURONAL AUTOORGANIZADA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>

```

```

<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>5</o:Revision>
<o:TotalTime>19</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-21T01:28:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-24T00:58:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>993</o:Words>
<o:Characters>5467</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>45</o:Lines>
<o:Paragraphs>12</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>6448</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;

```

```

        margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
        mso-header-margin:35.45pt;
        mso-footer-margin:35.45pt;
        mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="5122"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>UNA RED NEURONAL
AUTOORGANIZADA<o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Un número de células LGN (Células E) alimentan de señales
excitadoras a una célula compleja (Células C) vía sinapsis excitadoras fijas.
Cada una de las células E que alimentan señal a las células C también
alimenta de una señal excitadora a una célula simple (Célula S) en una <span
class=SpellE>hipercolumna</span> vía sinapsis inhibitoras modificables, con
excepción de que la célula S contenida en la columna donde existe la célula
C, no tiene conexión con la célula C. La estructura estricta del modelo está
en la figura. <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

```

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas><v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:267.75pt; height:127.5pt' o:ole=""><v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image001.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="MSDraw" ShapeID="_x0000_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725857"><o:WordFieldCodes>* MERGEFORMAT</o:WordFieldCodes></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Esta está compuesta de la conexión en paralelo de las unidades básicas dadas en la figura.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:330.75pt;height:155.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image003.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="MSDraw" ShapeID="_x0000_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725858"><o:WordFieldCodes>* MERGEFORMAT</o:WordFieldCodes></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>S_{l1}, S_{l2}, ..., S_{l3} son

células S contenidas en la hipercolumna. Cada S_{ij} con $j = 1, 2, \dots, n$ responde específicamente a una de las n orientaciones cuantizadas. Consideremos que la selectividad de dirección y orientación de una célula simple se determina inicialmente y no cambia durante el desarrollo de la célula compleja. Se omiten en el modelo las redes para la selectividad de dirección y orientación de las células simples. Cuando una célula E es excitada por un estímulo angosto, la célula S se excita por la entrada que recibe de la célula E y tiene selectividad a la orientación y dirección del estímulo.

La velocidad del estímulo de entrada es d donde d es la distancia entre centros de los dos campos receptores vecinos de la célula E y t es el tiempo requerido para que el estímulo pase de un centro al otro.

La célula E que está conectada a la célula S_{ij} se denota por E_{ij} y están denotadas por S_{ij} Las salidas E_{ij} y S_{ij} se denotan por e_{ij} y s_{ij} respectivamente. E_{ij} y S_{ij} duran encendidas durante [if supportFields]SYMBOL 68 'f' "Symbol"<![endif--><!--[if supportFields]<![endif-->t una vez que se disparan. Todos los pesos sinápticos de S_{ij} a C se denotan por W_{ij} (0

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><![endif]-->W_{ij} <!--[if supportFields]>SYMBOL 163 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->1). Las células S tienen tiempo de retardo y sus salidas s_{ij} están dadas por: Si e_i = 0, s_{ij} = 0 <!--[if supportFields]>SYMBOL 34 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->j. Si e_i > 0, s_{lk} e_i para la s_{lk} que tiene la selectividad a la orientación y dirección del estímulo excitador E_i y s_{ij} = 0 (j <!--[if supportFields]>SYMBOL 185 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->k) para todas las células. La sumatoria de las entradas a la célula C al tiempo t se denota por x(t) y está dada por:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:137.25pt;height:35.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image004.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725859"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>El proceso modificador de W_{ij} (t) está dado por:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:164.25pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image005.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725860"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725860">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>(t) > 0 y <!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>> 0. L(a) es una funci3n
mon3tonamente creciente de a, restringida por: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>L(a) = 0, a <!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-begin'><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='color:black'> <![endif]--><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-end'><![endif]--><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-begin'><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='color:black'> <![endif]--><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>y <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>L(a) > 0, a > 0.
L<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>es<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> una funci3n
mon3tonamente decreciente de t.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Denotaremos por G un conjunto de c3lulas S disparadas
simult3neamente. Cada G ocurre con igual probabilidad p en una unidad de

src="redneuronalorganiz_archivos/image008.gif" v:shapes="_x0000_i1029"><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725861">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><!--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>a una función continua.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Luego podemos escribir la ecuación de la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:179.25pt;height:24.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image007.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725862">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><!--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde xG es la suma de las entradas de G a una célula C y G* es G que satisface XG > 0.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Sea m_{ij} y M el número de G* que satisfacen S_{ij} <!--[if supportFields]>SYMBOL 101 \f "Symbol" <![endif]><!--><!--[if supportFields]><![endif]><!--> G* y el número de G* respectivamente, luego:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:84pt;height:15.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image009.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725863">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]></o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>se obtiene para la ecuación anterior la siguiente ecuación:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:108pt;height:30pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image011.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725864">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]></o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>De esta ecuación se ven dos propiedades evidentes del modelo:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>1.- Si:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:30pt;height:29.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image013.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725865">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]></o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>M no decrece antes de que $M = 1$.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>2.- Supóngase que existe una conexión entre una célula y célula S en la misma columna y que el peso sináptico de la conexión cambie de acuerdo con la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:179.25pt;height:24.75pt'

o:ole="">
<v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725866">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Luego:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:35.25pt;height:29.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="redneuronalorganiz_archivos/image015.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246725867">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>aquellos<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> pesos
sinápticos de las células S que tengan selectividad a otra orientación o
dirección, que aquella seleccionada por el mayor número de G* crece hasta
alcanzar el valor máximo de uno.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>La primera propiedad es fácil de entender por el hecho de
que si $M = 1$ el peso sináptico para las células S en G^* siempre decrece hasta
el valor mínimo de cero.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>La segunda propiedad se entiende con la siguiente
explicación: Supóngase que el tamaño de cada G es mucho menor que el del
conjunto completo de células S que están conectadas a células C y que los
valores iniciales de W_{ij} son azarosos o
todos cero. Luego todos los W_{ij} se
incrementan en la etapa temprana del aprendizaje y el modo tiende a un estado
tal en el cual al menos existe una S_{lk}
que satisfaga m_{lk} > $1/2(M)$. Todas las
m_{lk} (<!--[if
supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 185 'f "Symbol"<span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>K) satisfacen m_{ij}

$\frac{1}{2}(M)$ en este estado y todos los W_{ij} (j)
 SYMBOL 185 ½ "Symbol"
 SYMBOL 185 ½ "Symbol"
 k) se incrementan después de eso para alcanzar el valor máximo, uno.
 <p class=MsoNormal>Se entiende de estas propiedades del modelo que una célula C está organizada para tener selectividad a una cierta orientación y dirección.
 <p class=MsoNormal>Sea e^* la salida de una célula E encendida. Si $e^* \geq$
 SYMBOL 113 ½ "Symbol"
 SYMBOL 97 ½ "Symbol"
 el número de G^* que tengan las células S en la misma columna en que están las células C no puede llegar a ser cero, ya que existen en el modelo. Consecuentemente las células C están organizadas para tener la misma selectividad de orientación y dirección que las de las células C.
 El tamaño final del campo receptor de la célula C, que es el número de células E que excitan la célula C después del aprendizaje, tiende a ser pequeño si
 SYMBOL 97 ½ "Symbol"
 permanece entre 1 y $\frac{1}{2}$ a través del proceso de aprendizaje. La dificultad se elimina haciendo
 SYMBOL 97 ½ "Symbol"

10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>t/ <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif--><!--[if supportFields]><![endif--><<1/2 después de que C llegue a responder a sólo una orientación y a sólo una dirección.<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>Si hacemos <!--[if supportFields]>SYMBOL 97 \f "Symbol" <![endif--><!--[if supportFields]><![endif-->t/ <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif--><!--[if supportFields]><![endif-->= 0 después de que las células C respondan solamente a una dirección y a una orientación, el tamaño del campo receptor es finalmente igual al conjunto de células E conectadas a la célula C inicialmente.<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p></td></tr></table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-other'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

4.23. REGLAS PARA LA FORMACION DE CAMPOS RECEPTORES DE NEURONAS FORMALES DURANTE PROCESOS DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADOS

Este es el código de la página principal de reglas para la formación de campos receptores de neuronas formales durante procesos de aprendizaje no supervisados, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office">

```

xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="reglasformadecaposrecep_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="reglasformadecaposrecep_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="reglasformadecaposrecep_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>REGLAS PARA LA FORMACION DE CAMPOS RECEPTORES DE NEURONAS
FORMALES
DURANTE PROCESOS DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADOS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>4</o:Revision>
<o:TotalTime>45</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-23T17:33:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-24T01:07:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1672</o:Words>
<o:Characters>9198</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>76</o:Lines>
<o:Paragraphs>21</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>10849</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->

```

```

<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}

span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}

@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
    mso-header-margin:36.0pt;
    mso-footer-margin:36.0pt;
    mso-paper-source:0;}

div.Section1
    {page:Section1;}

/* List Definitions */
@list l0
    {mso-list-id:93674497;
    mso-list-type:hybrid;
    mso-list-template-ids:-1096770040 134873103 134873113 134873115 134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    margin-left:18.0pt;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level2
    {mso-level-tab-stop:72.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level3
    {mso-level-tab-stop:108.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level4
    {mso-level-tab-stop:144.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level5
    {mso-level-tab-stop:180.0pt;

```

```

        mso-level-number-position:left;
        text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level6
    {mso-level-tab-stop:216.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level7
    {mso-level-tab-stop:252.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level8
    {mso-level-tab-stop:288.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level9
    {mso-level-tab-stop:324.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    text-indent:-18.0pt;}
ol
    {margin-bottom:0cm;}
ul
    {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="3074"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>

```


REGLAS PARA LA FORMACION DE CAMPOS RECEPTORES DE NEURONAS FORMALES DURANTE PROCESOS DE APRENDIZAJE NO

SUPERVISADOS

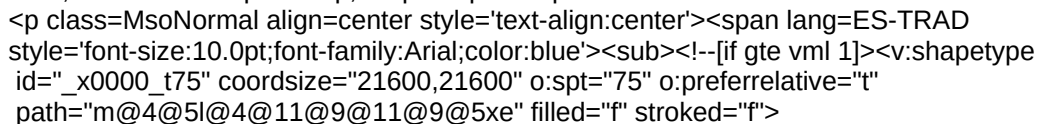
En las neuronas ocurren procesos de aprendizaje, tanto supervisados como no supervisados. Los modelos de información adaptable en redes neuronales están dados de la siguiente forma: La estructura general de las conexiones de elementos de redes se fijan a priori. La regla de decisión de la red depende del vector de pesos W que varía durante el proceso de aprendizaje. La regla de decisión final de la red refleja de esta manera la regularidad del ambiente en el cual opera la red dada.

La señal de entrada a la red X aparece en el instante discreto de tiempo n . En el curso de un proceso de aprendizaje supervisado, cada señal de entrada $x[n]$ está acompañada por la decisión del maestro $s[n]$.

Esta información adicional $s[n]$ determina una respuesta propia a un elemento neuronal a la señal de entrada $x[n]$. Durante un proceso de aprendizaje no supervisado la información adicional $s[n]$ no está presente.

La ocurrencia de una señal $x[n]$ en las parejas $(x[n], s[n])$ está determinada por una distribución desconocida y estacionaria $p(x, s)$ o $p(x, s)$. En el caso de un proceso de aprendizaje supervisado, es posible formular una definición razonable de la regla final de decisión óptima que determina el hecho de que un elemento neuronal funcione en un ambiente dado $p(x, s)$. Para procesos no supervisados sólo se pueden dar algunas sugerencias generales respecto al carácter de la regla final de decisión. No es posible relacionar estas sugerencias con la partición Bayesiana óptima del conjunto de señales de entrada.

Una neurona formal es un elemento de umbral con la siguiente regla de decisión:



```

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:186pt;
height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726444">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>donde:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:74.25pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726445">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><span style='mso-spacerun:yes'> </span>es el vector de
pesos (w </span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;
mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>Î</span></span><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span
class=SpellE>R<sup>n</sup></span></span></p>
<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>x = (x<sub>1</sub>,..., <span
class=SpellE>x<sub>N</sub></span></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>es el vector de entrada con componentes binarios <span
class=SpellE>x<sub>l</sub></span> donde:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:

```

Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:168pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image005.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726446"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:170.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image007.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726447"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Para un proceso de aprendizaje supervisado consideramos que las parejas $(x[n], s[n])$ aparecen independientemente y su ocurrencia está determinada por una distribución de probabilidad estacionaria y desconocida $p(x, s)$. Esta distribución se puede describir de la forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:122.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image009.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726448"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image011.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726449"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La regla de decisión óptima $r^*(x)$ que resulta en una disminución de la probabilidad de acciones incompatibles de un elemento y el maestro tiene la siguiente forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:210pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image013.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726450"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image015.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726452"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>El algoritmo para el analizador de aprendizaje supervisado tiene la forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:176.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image017.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726453"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde $w[n]$ es el vector de

peso evaluado al instante de tiempo $n_1 - k$ (w, x, s, n).
 La secuencia $w[n]$ converge al punto w^* con probabilidad igual a 1 únicamente determinada por la distribución $p(x, s)$.

La regla de decisión del elemento umbral se estabiliza después de un número finito de pasos. Se distingue una clase especial de distribución estacionaria $p(x, s)$ que se denota por $\{p(x, s)\}^*$ y se define por:

donde: w^* es el punto asintótico de la ecuación

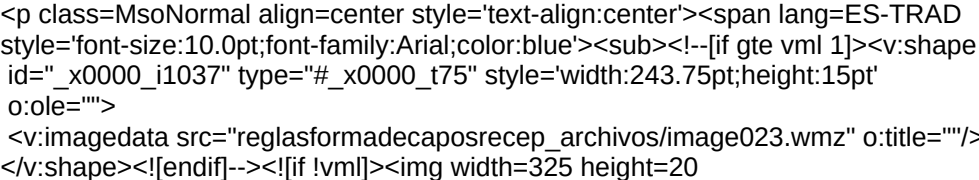
en

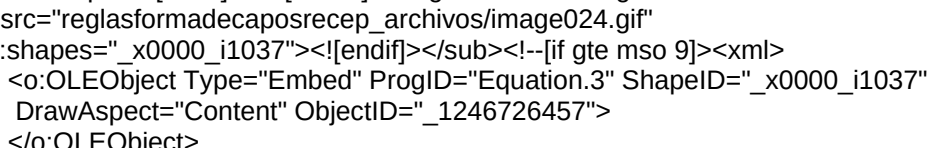
el ambiente $p(x,s)$.

$\ $

La forma de la función $k(w,x,s,n)$ se escoge de forma tal que la clase $\{p(x,s)\}$ sea tan grande como sea posible. El algoritmo analizador para el aprendizaje no supervisado tiene la siguiente forma:

$\ $

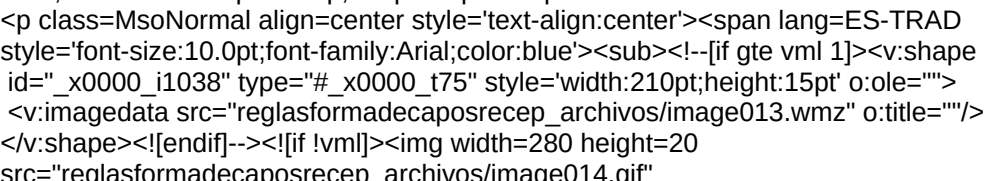


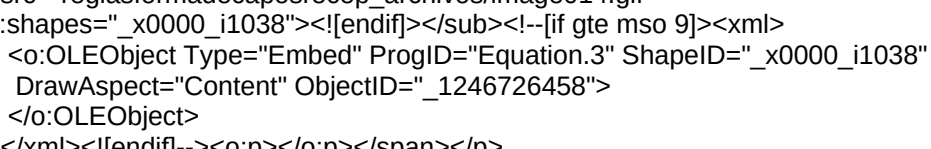


$\ $

Se puede demostrar que para una función especialmente elegida K_1 y K_2 la secuencia $\{w(n)\}$ generada por el algoritmo de la ecuación anterior converge al punto w^* con probabilidad igual a 1. La regla final de decisión de un elemento cuya operación se basa en un algoritmo de aprendizaje no supervisado, únicamente está determinado por la distribución de probabilidad $p_1(x)$. No es posible establecer una relación entre esta regla de decisión y la óptima $r^*(x)$, ecuación

$\ $





$\ $

Las reglas finales de decisión $rw(x)$ dependen de la frecuencia de la ocurrencia de señales x_i en un ambiente considerado $p_1(x)$.

$$\frac{dP}{dt} = -\frac{P}{\tau}$$

Si se considera que el decrecimiento de peso es del tipo exponencial:

$$P = P_0 e^{-t/\tau}$$

</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde <!--[if supportFields]>SYMBOL 116 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->es el intervalo de tiempo entre dos pasos subsecuentes. <!--[if supportFields]>SYMBOL 108 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->es una constante (<!--[if supportFields]>SYMBOL 108 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->>0).<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La regla de incremento de peso es la siguiente:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1045" type="#_x0000_t75" style='width:3in;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image037.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726465"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde c es una constante que representa la razón de incremento de peso (c>0) para todos los parámetros involucrados vale la siguiente condición:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>b > d > 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><!--[if supportFields]>SYMBOL 113 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><span

style='mso-element:field-end'><![endif]>> (N -1)d<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Supongamos que tenemos una estructura de dos mallas. La malla menor consiste de n elementos neuronales A_i y la superior está formada por los elementos neuronales B. De las ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:3in;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image037.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1046" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726466"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>y<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1047" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image025.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1047" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726467"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>resulta que la regla de decisión de los pesos W_i se incrementa cuando la ocurrencia de excitación a los elementos A_i(x_i = 1) no es seguida de la excitación de los elementos <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif]><!--[if supportFields]><![endif]>(r = 1). En otras palabras, los pesos de los elementos excitados frecuentemente se incrementan. El peso de los otros elementos decrece exponencialmente al vector W_i.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La elección de los parámetros C y <!--[if supportFields]>SYMBOL 108 \f "Symbol" <![endif]>--><!--[if supportFields]><![endif]>-->de la ecuación<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1048" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image025.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]>--><!--[if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1048" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726468"></o:OLEObject></xml><![endif]>--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>se efectuó usando las propiedades del ambiente p₁(x) presentadas en el siguiente ejemplo: La distribución de probabilidad p₁(x) satisface las siguientes condiciones:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:156.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image039.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]>--><!--[if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726469"></o:OLEObject></xml><![endif]>--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Postulado P₁<i style='mso-bidi-font-style:normal'>.</i> <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La regla de decisión final rW*(x) que se aplicará al ambiente p₁(x) definido anteriormente, tendrá la siguiente forma:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:

Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1050" type="#_x0000_t75" style='width:161.25pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image041.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1050" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726470"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>por ejemplo: Elementos <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <!--[endif]><!--[if supportFields]><!--[endif]>con vector W^* se excitan solamente por la señal x^k. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>De este postulado se sigue que los elementos <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <!--[endif]><!--[if supportFields]><!--[endif]>se excitarán solamente por las señales más frecuentes en el ambiente dado. El postulado $P ₁$ es equivalente al siguiente conjunto de desigualdades: <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1051" type="#_x0000_t75" style='width:146.25pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image043.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1051" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726471"></o:OLEObject></xml><!--[endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:

Arial;color:blue'>se puede asociar con la señal x^k
el hiperplano H_k</p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1052" type="#_x0000_t75" style='width:114pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image045.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1052" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726472">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Del algoritmo de la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1053" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1053" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726473">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>se infiere que la ocurrencia de la señal x^k resulta en el incremento del peso W si y solo si el punto W cae en el lado derecho del hiperplano. Por ejemplo:X^k, W) < /q + d. El punto W₁* se define como:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1054" type="#_x0000_t75" style='width:128.25pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image047.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1054">

DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726474">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>De todos los puntos W <!--[if supportFields]>SYMBOL 206 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->Hk, w1* es cercano a W1. Usando la expresión<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1055" type="#_x0000_t75" style='width:1in;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image049.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1055" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726475">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>se puede obtener:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1056" type="#_x0000_t75" style='width:90pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image051.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1056" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726476">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>de aquí que si el estado del elemento <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->es w₁*, luego <!--[if supportFields]><span

style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif--><!--[if supportFields]><![endif-->está excitado por la señal x^k. Se puede establecer el siguiente lema:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>LEMA 1. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Dados elementos <!--[if supportFields]>SYMBOL 98 \f "Symbol" <![endif--><!--[if supportFields]><![endif-->operando en el ambiente $p_{k=1}$ = 1, si del algoritmo<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1057" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image025.wmz" o:title=""></v:shape><![endif--><!--[if !vml]><![endif-->}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1057" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726477"></o:OLEObject></xml><![endif--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>se usa, la condición suficiente para que este elemento sea excitado por la señal x^k después de un número finito de pasos es:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

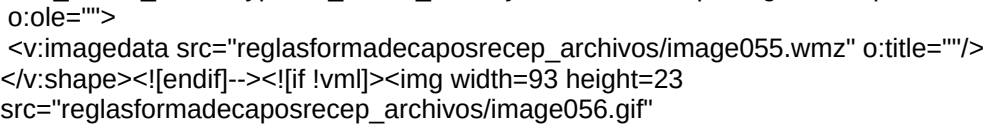
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1058" type="#_x0000_t75" style='width:78pt;height:27.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image053.wmz" o:title=""></v:shape><![endif--><!--[if !vml]><![endif-->}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1058" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726478"></o:OLEObject></xml><![endif--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD

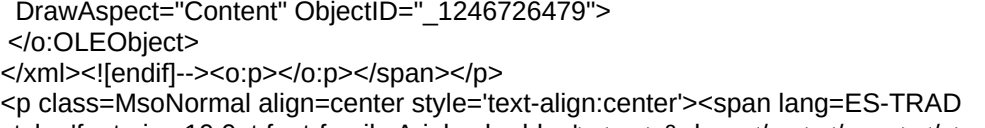
ahora la relación de inclusión será introducida por las señales de entrada.

DEFINICION 1.

La señal x incluye la señal sx si y sólo si:



x incluye la señal sx si y sólo si:



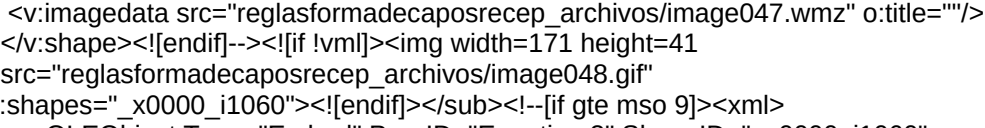
donde

$(x \supset s)$ es el producto escalar.

Considerando que la regla final de decisión está dada por la ecuación



y que el vector



</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>así: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1064" type="#_x0000_t75" style='width:83.25pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image063.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1064" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726484">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--> y
<sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1065" type="#_x0000_t75" style='width:68.25pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image065.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1065" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726485">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Estas desigualdades son válidas para todas las parejas $x ¹$ > k^k. Si todas las componentes del vector $W ₁ = (-b, \dots, -b)$ son negativas y la condición $b ^k$ > d se satisface. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>El algoritmo para aprendizaje no supervisado de la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1066" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1066" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726486">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>basado en la expresión<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1067" type="#_x0000_t75" style='width:48pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image035.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1067"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726487">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>describe<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el
decrecimiento exponencial de pesos. La condición suficiente para que se
satisfaga el postulado P_1 por el elemento <!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 98 \f "Symbol"<span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>cuya operación se basa en el algoritmo
de la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1068" type="#_x0000_t75" style='width:48pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image035.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1068"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726488">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>es que sea válida la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 113 \f "Symbol"<span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
style='mso-element:field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>> (N -1)d<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>DETECTOR DE RAREZAS<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Un elemento de umbral cuya operación se basa en el
postulado P_1 se puede considerar como un filtro pasa altos. Para

que sea posible la discusión de un detector de rarezas se introduce el siguiente postulado:

POSTULADO

La regla final de decisión correspondiente al ambiente $p(x)$ es:

ejemplo el elemento

sólo puede ser excitado por señales diferentes de:

En el caso de procesos de aprendizaje no supervisados, una forma evidente de satisfacer el postulado P_2 consiste en aplicar el algoritmo



The diagram consists of a rectangular box containing the text 'En el caso de procesos de aprendizaje no supervisados, una forma evidente de satisfacer el postulado P_2 consiste en aplicar el algoritmo'. An arrow points from the right side of this box to another rectangular box on the right, which contains the text 'aplicar el algoritmo'.

</o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>con dirección inversa al vector de corrección:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1071" type="#_x0000_t75" style='width:231pt;height:36.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image069.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1071" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726491">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1072" type="#_x0000_t75" style='width:194.25pt;height:15.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image071.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1072" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726492">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><!--[if supportFields]>SYMBOL 103 lf "Symbol" <![endif]--><!--[if supportFields]><![endif]-->igual que la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1073" type="#_x0000_t75" style='width:48pt;height:17.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image035.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1073" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726493">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1079"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726499">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es cercano a W₂.
Usando el mismo razonamiento se puede mostrar que de:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1080" type="#_x0000_t75" style='width:138.75pt;height:27.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image081.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1080"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726500">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>se sigue que:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1081" type="#_x0000_t75" style='width:9pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image083.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1081"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726501">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1082" type="#_x0000_t75"
style='width:80.25pt;height:27pt' o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image085.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1082"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726502">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--> <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>De la definici3n de la ecuaci3n<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1083" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:30.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposrecep_archivos/image077.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1083"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726503">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>se sigue que:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1084" type="#_x0000_t75" style='width:69pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image087.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1084"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726504">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>luego<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el elemento <!--[if
supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 98 \f "Symbol"<span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>con la regla de decisi3n r_{w2}(x)
no puede ser excitado por la se1al <span
class=SpellE>x^k<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>Para satisfacer el postulado P₂, son necesarias
algunas condiciones que nos aseguren la excitaci3n <!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 98 \f "Symbol"<span
lang=ES-TRAD> <![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>por la se1ales <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1085" type="#_x0000_t75" style='width:147.75pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="reglasformadecaposperecep_archivos/image089.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

```

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1085"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246726505">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>LEMA 2.</span></b><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>La condición necesaria para que los elementos </span><!--[if
supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 98 \f &quot;Symbol&quot;</span><span
lang=ES-TRAD> </span><![endif]--><!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-end'></span></span><![endif]--><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>con regla final de decisión <span
class=SpellE>rW<sub>2</sub></span>*(x) satisfagan el postulado P<sub>2</sub>,
es que valga la siguiente desigualdad:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>b &gt; d<span
style='mso-spacerun:yes'> </span>y<span style='mso-spacerun:yes'>
</span>-(N-1)d &gt; 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</td>
</tr>
</table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-pagination:widow-orphan;
mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-other'><span
style='mso-bidi-font-size:12.0pt;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

```

4.24. TIPOS DE CAMPOS RECEPTORES FORMADOS EN EL CURSO DE UN PROCESO DE APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Este es el código de la página principal de tipos de campos receptores formados en el curso de un proceso de aprendizaje no supervisado, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

```

```

<head>

```

```

<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="tiposcamposreceptores_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="tiposcamposreceptores_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="tiposcamposreceptores_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>TIPOS DE CAMPOS RECEPTORES FORMADOS EN EL CURSO DE UN PROCESO DE
APRENDIZAJE NO SUPERVISADO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>9</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-23T17:36:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-23T17:45:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>520</o:Words>
<o:Characters>2860</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>23</o:Lines>
<o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3374</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";

```

```

        margin:0cm;
        margin-bottom:.0001pt;
        text-align:justify;
        mso-pagination:none;
        mso-layout-grid-align:none;
        punctuation-wrap:simple;
        text-autospace:none;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>TIPOS DE CAMPOS RECEPTORES
FORMADOS EN EL CURSO DE UN PROCESO DE APRENDIZAJE NO
SUPERVISADO<o:p></o:p></span></b></p>

```

** **

Las neuronas formales A_i forman el campo receptor de los elementos

SYMBOL 98 ¶ "Symbol"

En neurofisiología el concepto de campo receptor se relaciona primeramente con el proceso de formación visual. Las características de un campo receptor están determinadas por la distribución de las señales excitadoras e inhibitoras en un campo generador de señales de entrada a la neurona.

** **

La regla final de decisión rW*(x) de los elementos

SYMBOL 98 ¶ "Symbol"

operando en un ambiente $p_1(x)$, está completamente definido por el vector de pesos W^* . El carácter de las conexiones entre el elemento

SYMBOL 98 ¶ "Symbol"

y el A_i está determinado por el signo de los pesos W_i. La regla final de decisión rW*(x) está asociada con los ambientes $p_1(x)$. Se pueden distinguir dos extremos en este ambiente:

** **

a.- La señal al X^k incluye todas las otras señales Xⁱ, por ejemplo X^k = (1,...,1)

b.- La señal al X^k sólo tiene un componente diferente de cero.

** **

** **

color:blue'>Primero considérese la regla final de decisión rW₁*(x) que resulta de aplicar en forma subsecuente el algoritmo de la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shapetype
 id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
 path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
 <v:stroke joinstyle="miter"/>
 <v:formulas>
 <v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
 <v:f eqn="sum @0 1 0"/>
 <v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
 <v:f eqn="prod @2 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @0 0 1"/>
 <v:f eqn="prod @6 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
 </v:formulas>
 <v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
 </v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt; height:36.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image001.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699908">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>De acuerdo con la relación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:128.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image003.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699910">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>se tiene:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:126.75pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image005.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699911">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:146.25pt;height:15pt' o:ole="">
<v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image007.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699912">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>En el caso (a) todos los componentes W_{1i} del vector W_{1i} son positivos. En el caso (b) el peso W_{ij} es positivo y los otros negativos. La regla de decisión final que resulta de aplicar el algoritmo de la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:231pt;height:36.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="tiposcamposreceptores_archivos/image009.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699913"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p></sub>

W_{2i}<o:p></o:p></p>

_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="tiposcamposreceptores_archivos/image011.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699914"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p></sub>

$W_{2i} = (b_1, \dots, b_n)^T$ y $D = 0$ y $0 \leq -(n-1)d$ <o:p></o:p></p>

W_{2i} del vector W_{2i} son negativas. En el caso (b) solamente el peso W_{2j} es negativo. La presente estructura de pesos de las neuronas formales formadas en el curso del aprendizaje no supervisado en algún sentido es an´loga a la relación que existe en el campo receptor observado.<o:p></o:p></p>

Si consideramos que hay m de una neurona formal en el ambiente $p_1(x)$, sus pesos debidos al proceso de aprendizaje no supervisado son variantes. La regla final de decisiøn de este elemento tiene que ser diferente. Para lograr esto, se introducen reglas de peso modificadas para el incremento del j -ésimo elemento. Las reglas modificadas son:

donde W_j es el vector de peso del j -ésimo elemento.

g_j es la funciøn sensitiva del j -ésimo elemento. Si g_j es igual a 1 se obtienen las reglas de la ecuaciøn

```

</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699916">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el incremento de peso. Se puede formular un
algoritmo modificado para el aprendizaje no supervisado como sigue:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:258pt;height:36.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699917">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Es evidente que la regla final de decisi&oacute;n del j-&eacute;simo elemento generado
en el ambiente p1(x) por el algoritmo modificado de la ecuaci&oacute;n anterior es el mismo que el
que resulta de aplicar el algoritmo de la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:285pt;height:42pt' o:ole="">
<v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.2" ShapeID="_x0000_i1035"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699918">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

```

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>al ambiente definido por:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="tiposcamposreceptores_archivos/image021.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699919">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:78.75pt;height:24.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="tiposcamposreceptores_archivos/image023.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699920">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>es una constante normativa.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La nueva regla<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:240pt;height:18pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image013.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699921">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>de<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> incremento de pesos se puede considerar como
 el resultado de aplicar la transformación no lineal de la
 ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image021.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699922">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>a<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> ambiente p₁(x). Luego los
 parámetros c y
 <!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
 field-begin'>SYMBOL 108 f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> que aparecen en el algoritmo modificado se pueden elegir a priori de la misma forma que los parámetros que aparecen en el algoritmo de la ecuación

```
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:230.25pt;height:36.75pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="tiposcamosreceptores_archivos/image025.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246699923">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>
```

4.25. APLICACION DEL ANALISIS DE WEINER A LAS TRANSFORMACIONES NEURONALES DE SEÑALES ESTOCASTICAS.

Este es el código de la página principal de aplicación del análisis de weiner a las transformaciones neuronales de señales estocásticas, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aplicanalisiwiener_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aplicanalisiwiener_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aplicanalisiwiener_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
```

```

o\.* {behavior:url(#default#VML);}
w\.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>APLICACION DEL ANALISIS DE WEINER A LAS TRANSFORMACIONES NEURONALES
DE
SEÑALES ESTOCASTICAS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>57</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-23T17:46:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-23T18:44:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>738</o:Words>
<o:Characters>4061</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>33</o:Lines>
<o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4790</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;

```

```

font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}
@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>APLICACION DEL ANALISIS DE WEINER A LAS
TRANSFORMACIONES NEURONALES DE SE&Ntilde;ALES
ESTOCASTICAS.<o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El m&eacute;todo de <span class=Spelle>Weiner</span> de identificaci&oacute;n de
sistemas no lineales se basa en la observaci&oacute;n de un sistema en su respuesta a una
entrada azarosa. La condici&oacute;n para su tratamiento matem&aacute;tico es que la entrada
azarosa tenga incrementos independientes, aunque en la pr&aacute;ctica esta condici&oacute;n es
una limitaci&oacute;n muy importante. En tiempos discretos el requerimiento de incrementos
independientes se relaja por una cadena de Markov en forma natural. Las funciones ortonormales

```

permiten una expansión ortogonal de funcionales de Markov con espacios de estado contables. Esta expansión tiene una forma similar a la expansión ortogonal para procesos continuos en el tiempo con incrementos independientes.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Denotaremos por {x_i:1 = 0,1,...} la secuencias de muestras de una cadena de Markov donde cada x_i forma valores en un espacio contable de estados S. El espacio de muestras

<!--[if supportFields]>SYMBOL 87 \f "Symbol"<![endif]-->

<!--[if supportFields]><![endif]-->

 consiste de todas estas frecuencias. La distribución de probabilidad inicial es $P(x_{₀} = S) = a(S)$. La matriz de transición es P y sus elementos $p(s, t)$ representan la probabilidad:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt; height:33pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image001.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]>

<![endif]--></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"

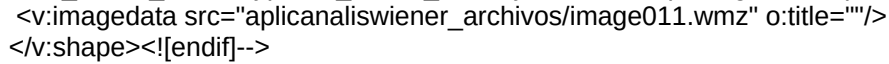
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703537">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Se define una distribuciôn de probabilidad en las secuencias finitas
 <!--[if supportFields]>SYMBOL
 87 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> por:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:183.75pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703538">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La medida de la probabilidad P con su esperanza correspondiente E se puede extender a toda
 <!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL 87 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> con el àlgebra J de conjuntos
 mensurables generados por la secuencia finita. La esperanza condicional dada por

$$x_{₀}, \dots$$
x_n se denota
 por:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape

id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:2in;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vm]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703539">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>denota<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la funcional de valores reales F con dominio
{x₀,...,x_l} y todas las
<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL
87 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-end'><![endif-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> respectivamente con:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>EF² < <span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>¥<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Debido a que cada renglón de P es una distribución de probabilidades
en S, podemos dar la siguiente definición:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Sea: {<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sub><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</sub><sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>}, n <span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>³<span lang=ES-TRAD

<![if !vml]>
 src="aplicanaliswiener_archivos/image010.gif" v:shapes="_x0000_i1030">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703544">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><!-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>abreviaremos<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>: <span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sup><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> (<span
class=SpellE>x_l / x_l₋₁
por <span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;
mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> (<span
class=SpellE>x_l</p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Sea x_{i1},..., <span
class=SpellE>x_{in} escogidas de x₀,...<span
class=SpellE>x_n. La funcional <span
class=SpellE>multivariada:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:57pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image011.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]><!-->
<![if !vml]>
 src="aplicanaliswiener_archivos/image011.wmz" o:title="">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1031"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703545">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><!-->
<o:p></o:p></p>

$$se$$
define como:

$$\begin{aligned}
& \text{donde} \\
& \text{es el número de ocurrencias de} \\
& \text{en } i, \dots, n.
\end{aligned}$$

= n.

o p

o p

TEOREMA 1.

o p

La {fⁿ } es un sistema ortogonal completo en $L^2(X^M, \dots)$.

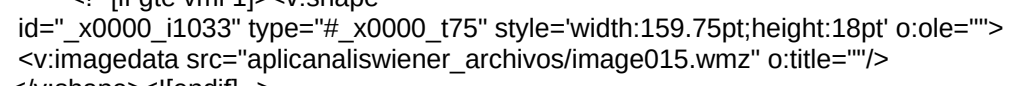
f tiene las propiedades:

f⁰ = 1

fⁿ = 0, n > 0

y

_n



width=213 height=24

src="aplicanaliswiener_archivos/image016.gif" v:shapes="_x0000_i1033">

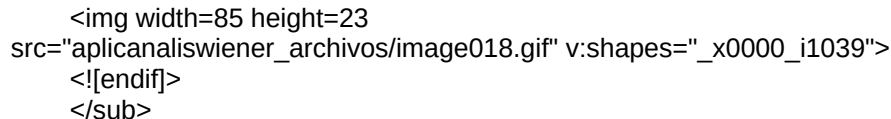
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703547">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 100 lf "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-end'><![endif]-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>_{nm} es
uno si n = m y cero en otro lado. <span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
mso-symbol-font-family:Symbol'>d<span
class=GramE><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>j</sub><sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'>(</sup><sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es uno si alguna
perturbaci´n de i₁,...,i_n iguala j₁,...,<span
class=SpellE>j_m y cero en otro lado.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Prueba:<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La ecuaci´n<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:111pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image013.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703548">
</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>se sigue de la definición de<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:183.75pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1035"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703549">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>y <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:159pt;height:30pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703550">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Para probar<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:63.75pt;height:17.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>



<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703551">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>se<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> ve que:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style='width:213.75pt;height:30.75pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>-->
 <![if !vml]>

<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703552">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Por la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:183.75pt;height:15pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]>-->
 <![if !vml]>

<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703553">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>´sta<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es cero sólo cuando <span

class=SpellE>nm = 0; repitiendo el argumento para x_M₋₁,...,x₀ se prueba<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:63.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image017.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703554"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Usando las ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:159pt;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image009.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703555"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>y<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>_{<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1044" type="#_x0000_t75" style='width:159.75pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image021.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1044" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703556">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>se tiene:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1045" type="#_x0000_t75" style='width:126pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image022.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703557">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>donde n

<!--[if supportFields]>SYMBOL 110 \f "Symbol"<![endif]-->

<!--[if supportFields]><![endif]-->

 M

<!--[if supportFields]>SYMBOL 110 \f "Symbol"<![endif]-->

<!--[if supportFields]><![endif]-->

 son respectivamente los números de ocurrencias de

<!--[if supportFields]>SYMBOL 110 \f "Symbol"<![endif]-->

<!--[if supportFields]><![endif]-->

 en i,...,in y j₁,...,<span

class=SpellE>j_m. Luego se tiene:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:228.75pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image024.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1043" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703558">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Dados

x₀,...,x_M₋₁, la

ecuación<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:183.75pt;height:15pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image003.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703559">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>implica<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:170.25pt;height:20.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image026.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.2" ShapeID="_x0000_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703560">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>produciendo<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:150pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanalisiwiener_archivos/image028.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1046"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703561">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>repitiendo<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> el argumento para <span
 class=SpellE>x_M₋₁,....x₀ <span
 style='mso-spacerun:yes'> se tiene:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1047" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanalisiwiener_archivos/image030.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1047"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703562">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>y esto prueba la ecuación</p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1048" type="#_x0000_t75" style='width:126pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image022.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1048" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703563">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>Sólo falta probar que las fⁿ son completas.</p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Supongamos que existe una funcional:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1049" type="#_x0000_t75" style='width:144.75pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image032.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703564">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal> y</p>

<!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 89 lf "Symbol"<![endif-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es ortogonal a todas las <span lang=ES-
 TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;
 mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:
 Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span
 style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>. Las <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sup><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> son completas si esta
 condi&ocute;n implica que
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 89 lf "Symbol"<![endif-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> = 0. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Requerimos que:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1050" type="#_x0000_t75" style='width:231pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image034.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1050"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703565">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>para<span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> cualquier n
 <!--[if supportFields]><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL 110 f "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><![endif]-->
. Ya que la ecuación es cierta para toda n₀ y que:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1051" type="#_x0000_t75" style='width:39pt;height:17.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image036.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1051" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703566">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>es completa, se tiene:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1052" type="#_x0000_t75" style='width:90pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image038.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1052" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703567">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>continuando en esta forma para x₁, ..., x_M se obtiene Ex₀, ..., Ex_n .
<!--[if supportFields]><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL 89 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><![endif-->
 = 0 que es decir que
<!--[if supportFields]>SYMBOL 89 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><![endif-->
 = 0 donde sea.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Ya que ^{n} es un sistema ortonormal completo, cualquier funcional $F(x_{₀}, \dots_{, x_{_m})$ se puede representar como:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1053" type="#_x0000_t75" style='width:99.75pt;height:30.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image040.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<!--[if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1053" DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703568">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1054" type="#_x0000_t75" style='width:165pt;height:32.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image042.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1054"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703569">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Las f_n son los coeficientes de Fourier de F
 con respecto a: ´{<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
 font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:
 Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-
 family:Symbol'>f<sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>}.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Su versión simétrica se evalúa por correlación cruzada
 de F con <span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
 Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
 mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sup><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</sup><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>;<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1055" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:27pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image044.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1055"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703570">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:blue'>donde <sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1056" type="#_x0000_t75" style='width:9.75pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image046.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1056"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703571">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 es f_n hecha simétrica en i₁,..., i_n promediando sobre las permutaciones de i₁,..., i_n. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Las J_n poseen las mismas propiedades que las funcionales de Wiener-Hermite. Las J_n son simétricas:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1057" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image048.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1057"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703572">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>y las J_n son ortogonales:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1058" type="#_x0000_t75" style='width:125.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image050.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->

```

<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1058"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703573">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1059" type="#_x0000_t75" style='width:63pt;height:26.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicanaliswiener_archivos/image052.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1059"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703575">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

4.26. PROPIEDADES ERGODICAS DE LA EXPANSION

Este es el código de la página principal de propiedades ergodicas de la expansion, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns:st1="urn:schemas-microsoft-com:office:smarttags"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>

```

```

<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="propergodexpansion_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="propergodexpansion_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="propergodexpansion_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\.* {behavior:url(#default#VML);}
o\.* {behavior:url(#default#VML);}
w\.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>PROPIEDADES ERGODICAS DE LA EXPANSION</title>
<o:SmartTagType namespaceuri="urn:schemas-microsoft-com:office:smarts"
name="place"/>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>5</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-23T18:46:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-23T18:51:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>191</o:Words>
<o:Characters>1051</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1240</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]--><!--[if !mso]><object
classid="clsid:38481807-CA0E-42D2-BF39-B33AF135CC4D" id=ieooui></object>
<style>
st1\.*{behavior:url(#ieooui) }
</style>
<![endif]-->
<style>

```

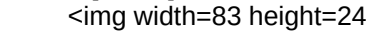
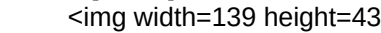
```

<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
    {mso-style-parent:"";
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    mso-layout-grid-align:none;
    punctuation-wrap:simple;
    text-autospace:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-e:yes;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-e:yes;}
@page Section1
    {size:612.1pt 792.1pt;
    margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
    mso-header-margin:35.45pt;
    mso-footer-margin:35.45pt;
    mso-paper-source:0;}
div.Section1
    {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
    {mso-style-name:"Tabla normal";
    mso-tstyle-rowband-size:0;
    mso-tstyle-colband-size:0;
    mso-style-noshow:yes;
    mso-style-parent:"";
    mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
    mso-para-margin:0cm;
    mso-para-margin-bottom:.0001pt;
    mso-pagination:widow-orphan;
    font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>

```


id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:18pt' o:ole="">
<v:imagedata src="propergodexpansion_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="propergodexpansion_archivos/image004.gif" v:shapes="_x0000_i1029">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703858">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>por<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> un promedio de tiempo en lugar del ensamble
promedio. Estableceremos las condiciones para que la ecuación anterior sea
ergódica.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Denotaremos la transición de probabilidad limitada por
<!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 80 \f "Symbol"<![endif-->
<!--[if supportFields]><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='mso-element:field-end'><![endif-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
class=SpellE>st<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:104.25pt;height:32.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="propergodexpansion_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

src="propergodexpansion_archivos/image006.gif" v:shapes="_x0000_i1026">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703859">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Denotaremos por E

<!--[if supportFields]>SYMBOL 80 \f "Symbol"<![endif-->

<!--[if supportFields]><![endif-->

 la esperanza con respecto a la probabilidad en

<!--[if supportFields]>SYMBOL 87 \f "Symbol"<![endif-->

<!--[if supportFields]><![endif-->

 con una distribuci&ocute;n inicial a<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>(s) =

<!--[if supportFields]>SYMBOL 80 \f "Symbol"<![endif-->

<!--[if supportFields]><![endif-->

ss. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Sea el espacio de estados S una clase positiva si:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>1.- Para toda S, t

<!--[if supportFields]>SYMBOL 206 \f "Symbol"<![endif-->

<!--[if supportFields]><![endif-->

 S, existe j tal que:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>p^{J} (s, t) > 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>2. <st1:place>Para</st1:place> toda s
 <!--[if supportFields]>SYMBOL 206 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><![endif]-->
 S,
 <!--[if supportFields]>SYMBOL 80 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><![endif]-->
 ss > 0.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>LEMA. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Si S es una clase positiva, luego para cualquier funcional multiva-riada de valor real f, con E
 <!--[if supportFields]>SYMBOL 80 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><![endif]-->

 <!--[if supportFields]>SYMBOL 189 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><![endif]-->
 f

<!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 189 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-begin'>SYMBOL 165 \f "Symbol"<![endif]-->
 <!--[if supportFields]><span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
 style='mso-element:field-end'><![endif]-->
 <span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:158.25pt;height:32.25pt'
 o:ole="">
 <v:imagedata src="propergodexpansion_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703860">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>TEOREMA 2.<span
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Si S es una clase positiva, luego para i₁,<span
 class=GramE>i,_n escogidas de i-M,..., i.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:303pt;height:32.25pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="propergodexpansion_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1246703861">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
 </tr>
 </table>
 </body>

 </html>

```

#### 4.27. EXTENSION A CADENAS DE MARKOV CON MEMORIA ARBITRARIA

Este es el código de la página principal de extensión a cadenas de Markov con memoria arbitraria, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="extcadmarkovmemarbit_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="extcadmarkovmemarbit_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="extcadmarkovmemarbit_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>EXTENSION A CADENAS DE MARKOV CON MEMORIA ARBITRARIA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>8</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-23T18:51:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-23T19:00:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>206</o:Words>

```

```

<o:Characters>1138</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>9</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1342</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}

span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}

@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}

div.Section1
{page:Section1;}
-->

```

```

</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

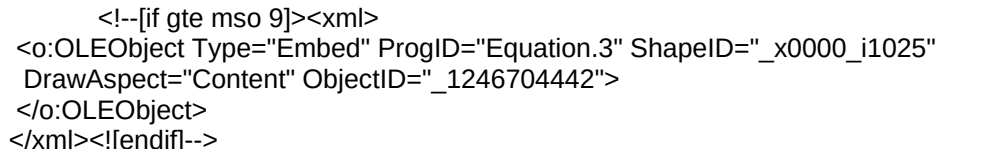
<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>EXTENSION A CADENAS DE MARKOV CON
MEMORIA ARBITRARIA<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Una cadena de Markov con memoria
<!--[if supportFields]>SYMBOL 109 \f "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><![endif]-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se especifica por la transici&ocute;n de
probabilidades:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

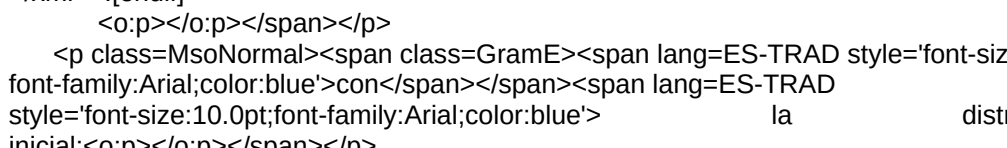
```

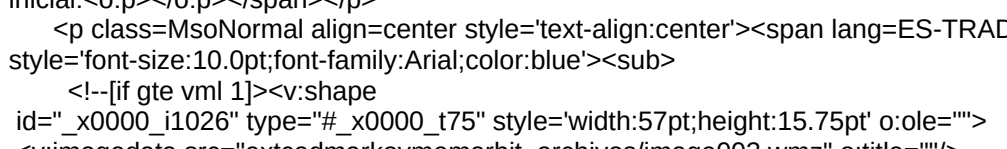
$$\sum_{i=0}^1 \prod_{j=6}^2 \prod_{k=7}^{21600} \sum_{l=8}^{21600} \prod_{m=7}^{21600} \sum_{n=10}^{21600}$$

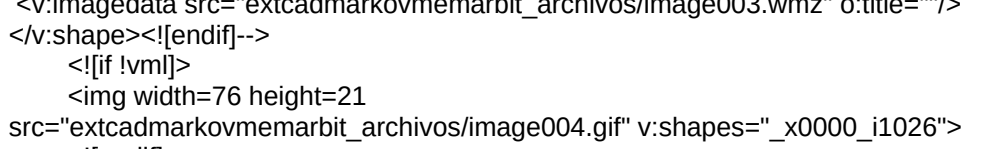


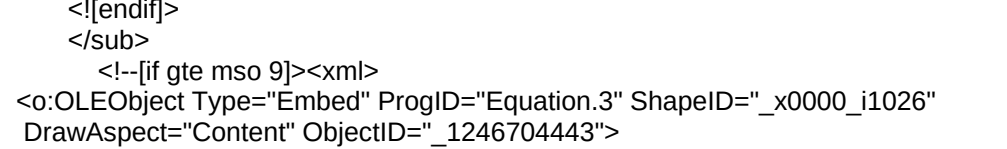


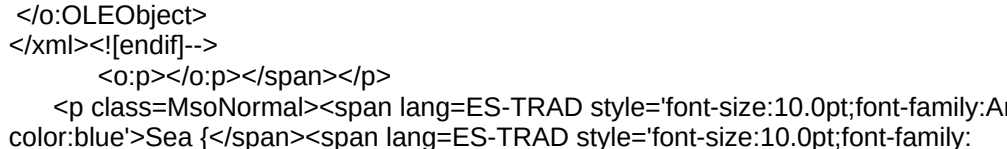
$$\sum_{i=0}^1 \prod_{j=6}^2 \prod_{k=7}^{21600} \sum_{l=8}^{21600} \prod_{m=7}^{21600} \sum_{n=10}^{21600}$$

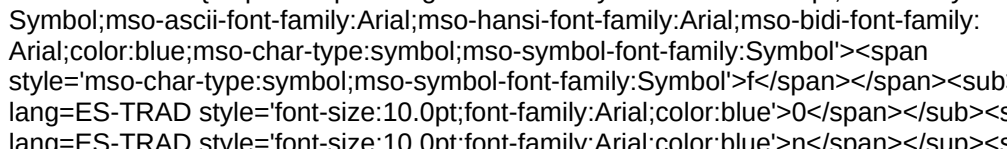


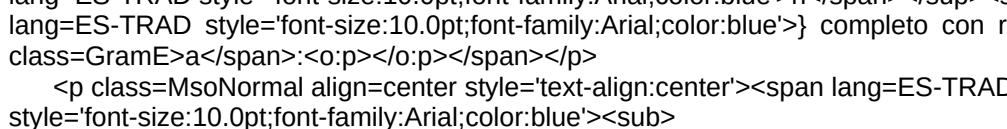












```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:57pt;height:15.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246704444">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Para cada s₁,...,s
<!--[if supportFields]><sub>SYMBOL 109 \f
"Symbol"</sub><![endif]-->
<!--[if supportFields]><sub></sub><![endif]-->
, sea: {<span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f<sub><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0s1,...,s</sub><sub><span
lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:
Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>m</sub><sup>n</sup>} un sistema ortonormal completo con respecto a la distribución de la
ecuación;<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:192pt;height:15.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"

```



DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704445">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Luego:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:117pt;height:18pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image006.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704446">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue'>se</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> define de la forma:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:237.75pt;height:18pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image008.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704447">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Los polinomios <span class=Spelle>multivariados</span> {</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family: Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue; mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</span></span></span><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> </span></sub><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family: Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue; mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>m</span></span></sub><sup><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</span></sup><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>} se definen  
 por:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1031" type="#\_x0000\_t75" style='width:116.25pt;height:32.25pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image010.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1031"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704448">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> x<sub>i1</sub>,...,<span  
 class=SpellE>x<sub>in</sub></span>. <span class=GramE>se</span> eligen de x</span>  
 <!--[if supportFields]><sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 109 \f  
 &quot;Symbol&quot;</span></sub><![endif]-->  
 <!--[if supportFields]><sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-end'></span></span></sub><![endif]-->  
 <sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>-1</span></sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>,...,<span  
 class=SpellE>x</span></span>  
 <!--[if supportFields]><sub><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:  
 field-begin'></span><span class=SpellE>SYMBOL 109 \f  
 &quot;Symbol&quot;</span></span></sub><![endif]-->  
 <!--[if supportFields]><sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-end'></span></span></sub><![endif]-->  
 <sub><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 class=SpellE>+M</span></span></sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>TEOREMA 3.</span></b><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> Sea </span><span

lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</span></span><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> </span></sub><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>m</span></span></sub><sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</span></sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> un sistema <span class=Spelle>ortonormal</span> completo en L<sup>2</sup>(x<sub>0</sub>,...,x</span><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>m</span></span></sub><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>+M</span></sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>) con las propiedades<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:maroon;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</span></span><sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon'>0</span></sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon'> = 1<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon'>E</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:maroon;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</span></span><sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon'>n</span></sup><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon'> = 0, n &gt;<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1032" type="#\_x0000\_t75" style='width:159.75pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image012.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704449"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si {x<sub>1</sub>} es una cadena de Markov con memoria </span>

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 109 \f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]-->

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]-->

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> , se define la cadena enlazada {x<sub>1</sub>} por:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1033" type="#\_x0000\_t75" style='width:75pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image014.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704450">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El espacio de estados de la cadena enlazada es:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style='width:83.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image016.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704451">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La distribuci&acute;n inicial es:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:15.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image018.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704452">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la matriz de transici&acute;n es <span class=SpellE>P<sub>y</sub></span> con elementos dados por:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:150.75pt;height:35.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="extcadmarkovmemarbit\_archivos/image020.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1036"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246704453">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>TEOREMA 4.<o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

```

color:blue">Si {x_i} es una cadena de Markov con
memoria
<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-begin'>SYMBOL 109 ¶ "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><![endif]-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> y si s' de la cadena enlazada correspondiente es
una clase positiva, luego el teorema 2 es cierto para {x_i}<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

#### 4.28. APLICACION DE TRENES AZAROSOS DE POTENCIALES DE ACCION

Este es el código de la página principal de aplicación de trenes azarosos de potenciales de acción, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aplicdetrenesazarosos_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aplicdetrenesazarosos_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aplicdetrenesazarosos_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>APLICACION DE TRENES AZAROSOS DE POTENCIALES DE ACCION</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>12</o:TotalTime>

```

```

<o:Created>2007-07-23T19:01:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-23T19:13:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>506</o:Words>
<o:Characters>2783</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>23</o:Lines>
<o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3283</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 mso-layout-grid-align:none;
 punctuation-wrap:simple;
 text-autospace:none;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
 {mso-style-name:"";
 mso-spl-e:yes;}
span.GramE
 {mso-style-name:"";
 mso-gram-e:yes;}
@page Section1
 {size:612.0pt 792.0pt;
 margin:70.85pt 3.0cm 70.85pt 3.0cm;
 mso-header-margin:36.0pt;
 mso-footer-margin:36.0pt;

```

```

 mso-paper-source:0;}
div.Section1
 {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
 {mso-list-id:517164299;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:-1109496660 134873103 134873113 134873115 134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}
@list l0:level1
 {mso-level-tab-stop:36.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}

ol
 {margin-bottom:0cm;}

ul
 {margin-bottom:0cm;}

-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

```

```

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

```

```

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>APLICACION DE TRENES AZAROSOS DE
POTENCIALES DE ACCION<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Sup&ocute;ngase que medimos la señal de un potencial de acci&ocute;n
durante una serie de intervalos iguales de tiempo. x_i denota el número del potencial de
acci&ocute;n observado en el i-ésimo intervalo de medida. Asumiremos por simplicidad
que el intervalo de medida no es tan grande como el peri&ocute;do
refractivo; en este caso xi es siempre cero o uno y describiremos

```



{<span class=Spelle>x<sub>i</sub></span>} como una cadena de Markov de dos estados.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para una cadena de Markov de dos estados con memoria </span>

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 109 \f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]-->

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]-->

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, podemos definir la funci&oacute;n <span class=Spelle>ortonormal</span> <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>

</v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>

<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>

</v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:150.75pt; height:30pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image001.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705269">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>por</span></span><span lang=ES-TRAD

<o:p></o:p></span></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:174.75pt;height:17.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image003.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]>

<!--[if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705271">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:111pt;height:15.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image005.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]>

<!--[if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705272">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 102 f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]>

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]>

<span lang=ES-TRAD

[illegible]

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Si hacemos <span class=SpellE>zi</span> = </span>

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 102 \f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]-->

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]-->

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>'(<span class=SpellE>xi</span>) luego la funcional ortogonal<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1031" type="#\_x0000\_t75" style='width:62.25pt;height:18pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image011.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705275">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=SpellE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Jn</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> est&aacute; dada por:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1032" type="#\_x0000\_t75" style='width:159.75pt;height:26.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image013.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705276">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue">Si observamos un sistema sobre el tiempo con la salida del sistema dada por

$$y[n] = \frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}x[n-1]$$

luego

$$y[n] = \frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}x[n-1]$$

donde

M es la memoria del sistema

$$y[n] = \frac{1}{2}x[n] + \frac{1}{2}x[n-1]$$

```

<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246705279">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> de nuevo las sumas se toman sobre
J_{1,}...,J_n diferentes.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La representaciôn de una funcional de una cadena de Markov de dos estados
tiene la siguiente interpretaciôn intuitiva: Un filtro no lineal opera en los valores pasados de

<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:
field-begin'>SYMBOL 109 f "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><![endif]-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> de la cadena para producir una nueva secuencia
z_i de un par de variables azarosas no correlacionadas.
La salida del filtro se transforma por la serie
<!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>SYMBOL
83 f "Symbol"<![endif]-->
<!--[if supportFields]><![endif]-->
<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
class=SpellE>J_n</p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Para una cadena de estados finitos, la condiôn de que para todo estado s y
t,<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:53.25pt;height:17.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos_archivos/image021.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->

```

<![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246705280">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]><!-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> alguna j es suficiente garantizar que s' es una  
 clase positiva. Luego para una cadena de estados finitos con memoria </span>  
 <!--[if supportFields]><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:  
 field-begin'></span>SYMBOL 109 \f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]><!-->  
 <!--[if supportFields]><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]><!-->  
 <span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, la condici&ocirc;n del teorema 4 se satisface  
 si para todo estado entrelazado s' y t':<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>p<sup>(</sup></span></span><sup><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>J)</span></sup><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>(s, t) &gt; 0 para alguna  
 J.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>En t&eacute;rminos concretos, si <span class=Spelle>&eacute;sto</span> es posible,  
 en un n&uacute;mero finito de pasos se puede llegar a cualquier secuencia posible de estados  
 (x0,...<span class=GramE>x</span></span></p>  
 <!--[if supportFields]><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-begin'></span>SYMBOL 109 \f &quot;Symbol&quot;</span><![endif]><!-->  
 <!--[if supportFields]><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]><!-->  
 <span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>). Luego los coeficientes <span  
 class=Spelle>fn</span> de la ecuaci&ocirc;n<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:198pt;height:32.25pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos\_archivos/image019.wmz" o:title=""/>











```

 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:198pt;height:32.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="aplicdetrenesazarosos_archivos/image019.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246705287">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Información como las respuestas del sistema a un simple o a un doble pulso, se
pueden estimar por la respuestas de este modelo a un pulso o
estímulo.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

#### 4.29. MODELOS ELECTRONICOS DE NEURONA. INTRODUCCION

Este es el código de la página principal de modelos electrónicos de neurona. Introducción, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="morfofisioneurona_archivos/filelist.xml">
<title>MORFOLOGIA Y FISILOGÍA BÁSICA DE LA NEURONA BIOLÓGICA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>

```

```

<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>4</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-20T00:59:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-20T01:05:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1084</o:Words>
<o:Characters>5962</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>49</o:Lines>
<o:Paragraphs>14</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>7032</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Courier;
 panose-1:2 7 4 9 2 2 5 2 4 4;
 mso-font-alt:"Courier New";
 mso-font-charset:0;
 mso-generic-font-family:modern;
 mso-font-format:other;
 mso-font-pitch:fixed;
 mso-font-signature:3 0 0 0 1 0;}
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 mso-layout-grid-align:none;
 punctuation-wrap:simple;
 text-autospace:none;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:Courier;
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";

```

```

 mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
 {mso-style-name:"";
 mso-spl-e:yes;}
@page Section1
 {size:612.1pt 792.1pt;
 margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
 mso-header-margin:35.45pt;
 mso-footer-margin:35.45pt;
 mso-paper-source:0;}
div.Section1
 {page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><b style='mso-bidi-font-weight: normal'>INTRODUCCION<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'>Para llevar a cabo la construcción de un modelo electrónico de neurona es necesario contar con una descripción matemática de las propiedades eléctricas de las neuronas biológicas que se desean modelar. Para esto, es necesario considerar las características morfológicas y fisiológicas que permiten a las neuronas realizar tareas de procesamiento de señales complejas.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'>Las neuronas son las unidades básicas que componen al tejido nervioso de los animales. Estas células se diferencian de otras

```

células por la presencia de cuatro regiones morfológicamente diferentes, a saber, (el cuerpo celular, las dendritas, el axón y las terminales axónicas). Adicionalmente, las neuronas biológicas poseen sistemas bioquímicos especializados en la generación de señales electroquímicas en cada una de dichas regiones

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El cuerpo celular o soma es donde se localizan los principales sistemas bioquímicos de síntesis, secreción y transporte de sustancias que requiere la célula para su funcionamiento, es por esto que el soma se considera el centro metabólico de la neurona. Del cuerpo celular se originan diversas extensiones o protuberancias que se ramifican repetidas veces hasta formar una arborización fina y una protuberancia especial de forma tubular que, en general, solo se divide en su parte terminal. Las ramificaciones finas se denominan dendritas, mientras que la protuberancia tubular se denomina axón.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las dendritas constituyen el principal, mas no el único, centro receptor de señales de la neurona, mientras que el axón constituye la unidad conductora de las señales procesadas por la neurona.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El axón se caracteriza por carecer de sistemas complejos de síntesis de sustancias aunque contiene diversos sistemas especializados en el transporte de estas. Además, el axón puede extenderse hasta alcanzar distancias grandes; en este último caso, el axón se encuentra cubierto por una capa aislante (formada por células neurogliales especializadas) denominada capa de mielina y cuya función es permitir la conducción sin decremento y a grandes velocidades de señales eléctricas. La capa de mielina no es continua, denominándose a los puntos de interrupción los Ranvier a los puntos de

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La parte terminal del axón se divide repetidas veces hasta formar una gran cantidad de ramas finas que poseen propiedades funcionales especializadas. Dichas ramas se denominan **terminales axónicas** y constituyen los elementos transmisores de señales de la neurona. Además, por medio de las terminales, una neurona establece puntos de contacto con otras neuronas y, en ocasiones consigo misma.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Los puntos de contacto entre neuronas se denominan sinapsis, las cuales están formadas por la terminal de la célula presináptica, la superficie receptora de la célula postsináptica y un espacio que las separa, denominada hendidura sináptica. Las sinapsis se establecen principalmente en las dendritas de la neurona postsináptica, aunque también se puede encontrar en el cuerpo celular y, ocasionalmente, en las partes iniciales y terminales del axón de la neurona postsináptica.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Toda neurona genera en su membrana externa un potencial electroquímico de reposo y cuatro tipos de señales: la de entrada, la de integración, la de conducción y la de salida. Además, la membrana celular se comporta como un medio excitable, es decir, es capaz de propagar una perturbación externa local a toda su superficie. Los mecanismos de propagación no involucran, en general, el uso de energía metabólica, por lo que la magnitud de la perturbación tiende a decaer tanto con la distancia como con el tiempo. Cada una de las regiones descritas en la sección anterior, poseen sistemas bioquímicos especializados en generar una señal en particular.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El potencial de reposo se genera debido a que la membrana externa constituye una barrera a la difusión libre de iones entre el interior y el exterior de la célula. Las cargas positivas se acumulan en el medio exterior y las cargas negativas en el interior de la célula, por lo que, si se define de manera arbitraria, el medio extracelular como cero, entonces el potencial de reposo es negativo (los rangos de valores encontrados experimentalmente van de -40mV hasta -90mV con un promedio en -60mV). El potencial de reposo se genera en toda la membrana externa de la neurona y, en general, de una región a otra no cambia su valor de manera apreciable.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las señales son la respuesta de la célula a perturbaciones externas y se manifiestan como potenciales distintos del valor de reposo. Una señal que provoca que el potencial adquiera un valor menor que el de reposo se denomina señal

class=SpellE>hiperpolarizante</span> mientras que una señal que provoca el efecto contrario se denomina señal <span class=SpellE>depolarizante</span>. Las terminales presinápticas que generan potenciales <span class=SpellE>depolarizantes</span> en la célula postsináptica se denominan terminales "excitadoras" mientras que si generan potenciales <span class=SpellE>hiperpolarizantes</span> se denominan terminales "inhibitorias".<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las señales de entrada son de dos tipos: a) los potenciales generadores y b) los potenciales sinápticos. Los primeros se originan en la superficie receptora de las neuronas sensoriales mientras que los segundos se presentan en las neuronas centrales o interneuronas. Ambos tipos de señales pueden ser tanto <span class=SpellE>depolarizantes</span> como <span class=SpellE>hiperpolarizantes</span> y se propagan de manera pasiva a lo largo de la neurona. Los potenciales generadores sólo se producen mientras se mantenga presente el estímulo externo, a diferencia de los potenciales sinápticos que se pueden mantener aun después de que se retire el estímulo externo.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las señales de entrada se propagan hasta una región especializada de la membrana (localizada en la base del axón) que se encarga de sumar o integrar, tanto en el tiempo como en el espacio, los efectos causados por todos los potenciales sinápticos y/o generadores y de producir un potencial global que



constituye la señal de integración. Si esta señal es suficientemente depolarizante entonces se genera un potencial de acción, es decir, una señal fuertemente depolarizante (alcanza valores hasta de 100mV) de corta duración (alrededor de 2ms) pero que se propaga a lo largo del axón por medio de mecanismos activos, lo cual impide que su amplitud decaiga. A diferencia de los potenciales generadores, sinápticos e integradores que son graduales, los potenciales de acción presentan la característica de ser "todo o nada", es decir, se producen sólo cuando la señal integradora sobrepasa un valor umbral.

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Al alcanzar la parte terminal del axón, el potencial de acción se transforma en un potencial local y gradual, denominado potencial secretor. Esta señal constituye el estímulo que inicializa los distintos sistemas bioquímicos de secreción de neurotransmisores, es decir, de las sustancias encargadas de transmitir señales entre neuronas. Una vez que el neurotransmisor es liberado en la hendidura sináptica, difunde libremente hacia la superficie receptora de la neurona postsináptica donde participa en la generación de un potencial local sináptico.</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

#### 4.30. MODELOS DE NEURONA ARTIFICIAL

Este es el código de la página principal de modelos de neurona artificial, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">
```

```
<head>
```

```
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
```

```
<meta name=ProgId content=Word.Document>
```

```
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
```

```
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
```

```
<link rel=File-List href="modneurartifi_archivos/filelist.xml">
```

```
<link rel=Edit-Time-Data href="modneurartifi_archivos/editdata.mso">
```

```
<link rel=OLE-Object-Data href="modneurartifi_archivos/oledata.mso">
```

```
<!--[if !mso]>
```

```
<style>
```

```
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
.shape {behavior:url(#default#VML);}
```

```
</style>
```

```

<![endif]-->
<title>MODELOS DE NEURONA ARTIFICIAL</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
 <o:Author>HHMM</o:Author>
 <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
 <o:Revision>3</o:Revision>
 <o:TotalTime>61</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-07-20T15:46:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-07-24T00:16:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>1373</o:Words>
 <o:Characters>7556</o:Characters>
 <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
 <o:Lines>62</o:Lines>
 <o:Paragraphs>17</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>8912</o:CharactersWithSpaces>
 <o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Courier;
 panose-1:2 7 4 9 2 2 5 2 4 4;
 mso-font-alt:"Courier New";
 mso-font-charset:0;
 mso-generic-font-family:modern;
 mso-font-format:other;
 mso-font-pitch:fixed;
 mso-font-signature:3 0 0 0 1 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 mso-layout-grid-align:none;
 punctuation-wrap:simple;

```

```

text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Courier;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;}
span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}
@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
{mso-list-id:238370333;
mso-list-type:hybrid;
mso-list-template-ids:469893620 134873103 134873113 134873115 134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}
@list l0:level1
{mso-level-tab-stop:18.0pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:18.0pt;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level2
{mso-level-tab-stop:72.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level3
{mso-level-tab-stop:108.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level4
{mso-level-tab-stop:144.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level5
{mso-level-tab-stop:180.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level6
{mso-level-tab-stop:216.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level7
{mso-level-tab-stop:252.0pt;
mso-level-number-position:left;
text-indent:-18.0pt;}

```

```

@list l0:level8
 {mso-level-tab-stop:288.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level9
 {mso-level-tab-stop:324.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
 <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'>MODELOS DE NEURONA ARTIFICIAL<span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Dado que la mayoría de
las neuronas presentan las mismas características estructurales y funcionales
pero difieren entre sí en los detalles, es conveniente modelar a la neurona

```

como un procesador de señales constituido por cuatro componentes: a) el de entrada, b) el integrador, c) el conductor y d) el de salida, como se ve en la figura.

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke joinstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas><v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:143.25pt; height:141.75pt'><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image001.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></p></p></span></p>

El componente de entrada modela el número de señales de entrada que se generan en las dendritas y soma de la neurona. El componente integrador modela las propiedades de suma espacial y temporal de la señal integradora, así como los procesos de generación del potencial de acción. El componente de conducción modela los procesos de generación y transmisión de potenciales de acción. Por último, el componente de salida modela los procesos de liberación de neurotransmisores. La característica funcional que permite diferenciar a una neurona de otra es su patrón de disparo, es decir, las regularidades espacio-temporales del tren de potenciales de acción generados por la neurona como respuesta a una señal de entrada en particular.

Dado el modelo general anterior se pueden emprender dos distintos enfoques de estudio:

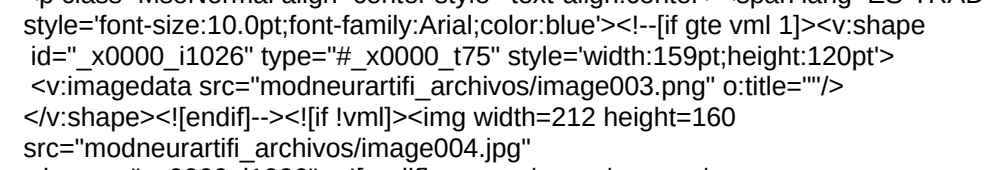
- 1. El primer enfoque de estudio se centra en el análisis de la actividad eléctrica de la neurona, es decir, en el estudio de los potenciales de acción generados por la neurona en respuesta a una señal de entrada en particular.

[illegible]

Los modelos compartamentales, a pesar de considerar con detalle las particularidades de un circuito neuronal, presentan una alta complejidad matemática que dificulta su análisis y su implantación física y, por tanto, su poder predictivo es limitado. Por otro lado, las expresiones matemáticas en los modelos de integrador y disparo e integrador con fugas son más fáciles de analizar y de implementar físicamente y, en consecuencia, su poder predictivo es, potencialmente, mayor. La diferencia entre estos dos últimos modelos radica en la descripción de las características del componente de salida de la neurona. Así en el modelo de integrador y disparo se considera la generación de impulsos individuales, mientras que en el modelo de integrador con fugas se considera la frecuencia promedio de impulsos.

Modelo de Integrador con Fugas

En el modelo de integrador con fugas se considera que una neurona artificial está formada por dos componentes funcionales: a) el componente integrador y b) el componente de salida como lo muestra la figura.



El primer componente se caracteriza por un potencial eléctrico pasivo  $m(t)$  y su función es integrar en el tiempo las señales recibidas por la neurona. El segundo componente se caracteriza por presentar potenciales de membrana activos y su función es generar las señales de respuesta de la neurona.

La dinámica del potencial integrador de la neurona es descrita, de manera matemática, de la siguiente forma:

$$E = E_{\text{TRAD}} - \frac{1}{\tau} \int_{-\infty}^t E_{\text{TRAD}} dt$$

es una constante de tiempo característica; por último, la función  $E$  representa el efecto global causado por las entradas externas. La ecuación anterior indica que si el efecto global se anula ( $E = 0$ ), entonces el potencial de membrana de la neurona decae de manera exponencial hacia su valor de reposo; por otro lado, si el efecto global es excitador ( $E \geq 0$ ) o inhibidor ( $E \leq 0$ ), entonces el potencial de membrana se  $\text{depolariza}$  o  $\text{hiperpolariza}$  respectivamente, también de manera exponencial, mientras se mantenga presente el efecto.

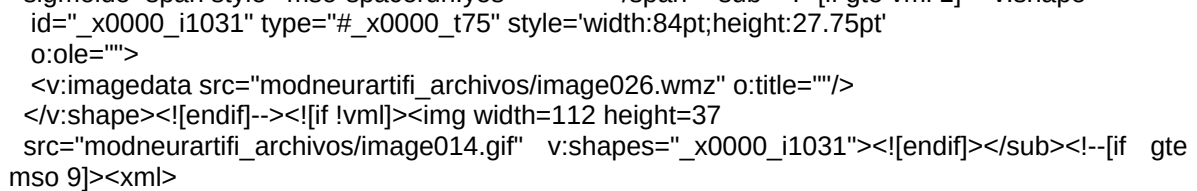
La dinámica del potencial de salida se reduce a considerar una función  $R$  denominada función de respuesta, donde el parámetro  $m(t)$  representa un valor umbral. La función  $R$  modela la frecuencia promedio de potenciales de acción que genera la neurona a partir



de que el potencial integrador alcance el valor umbral **<span style='mso-field-code: "SYMBOL 113 \f \0022Symbol\0022"'><span style='font-size:12.0pt;mso-bidi-font-size:10.0pt;font-family:Courier;mso-bidi-font-family:"Times New Roman";color:windowtext;font-weight:normal'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span></span></b>. En el modelo se consideran tres diferentes tipos de funciones de salida: a) tipo &quot;escalón&quot;; b) tipo &quot;rampa&quot;; y c) tipo &quot;sigmoide&quot;; como se muestra en la figura.**

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:291pt;height:207pt'><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image007.png" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El primer tipo modela una respuesta de frecuencia constante; los dos últimos tipos modelan una respuesta donde la frecuencia es lineal y no linealmente dependiente del potencial integrador respectivamente, la forma matemática de estas funciones es la siguiente:

<span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>a) Función escalón<span style='mso-spacerun:yes'> </span><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:81pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image024.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723351"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>b) Función rampa<span style='mso-spacerun:yes'> </span><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:150.75pt;height:89.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image025.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723352"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>

$$c) \text{ Función sigmoide}$$


$$\text{En el parámetro E de la ecuación}$$

$$\text{se consideran las entradas externas a la neurona de la siguiente forma:}$$

$$\text{se consideran las entradas externas a la neurona de la siguiente forma:}$$

$$\text{se consideran las entradas externas a la neurona de la siguiente forma:}$$

</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span class=SpellE><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>S<sub>ext</sub></b></span> son los efectos causados por <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>n</b> entradas provenientes de otras redes, <span class=SpellE><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>S<sub>int</sub></b></span> son los efectos causados por <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>m</b> sinapsis con otras neuronas de la misma red. La función de respuesta <span class=SpellE><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>R<sub>i</sub></b></span> describe la actividad eléctrica de la i-<span class=SpellE>ésima</span> neurona de la red; el parámetro <b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span style='mso-field-code:"SYMBOL 119 \f \0022Symbol\0022"'><span style='font-size:12.0pt;mso-bidi-font-size:10.0pt;font-family:Courier;mso-bidi-font-family:"Times New Roman";color:windowtext;font-weight:normal'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span></span></b><sub>i</sub> corresponde al &quot;peso&quot; o eficacia de la sinapsis con la i-<span class=SpellE>ésima</span> neurona de la red. Debido a que las funciones de salida se definen como positivas, la condición <span style='mso-field-code:"SYMBOL 119 \f \0022Symbol\0022"'><span style='font-size:12.0pt;mso-bidi-font-size:10.0pt;font-family:Courier;mso-bidi-font-family:"Times New Roman";color:windowtext'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span></span><sub>i</sub> &gt; 0 significa que la neurona presináptica i &quot;excita&quot; a la neurona postsináptica, es decir, un incremento en la salida <span class=SpellE>R<sub>i</sub></span> causará que el potencial de membrana m(t) tienda a aumentar si las restantes entradas se mantienen constantes; de manera similar, </span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span><sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>i</span></sub><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> &lt; 0 significa que la neurona presináptica i &quot;inhibe&quot; a la neurona postsináptica, es decir, un incremento en la salida <span class=SpellE>R<sub>i</sub></span> causará que el potencial de membrana m tienda a disminuir si las restantes entradas se mantienen constantes. Con base en estas características, podemos reagrupar a las entradas a la neurona en entradas excitadoras y entradas inhibitorias con lo que la ecuación 1.5 se puede describir de la siguiente forma:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image028.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]--><!--[if vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]></span></p>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723356"></o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Donde <b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span style='mso-field-code:"SYMBOL 83 \f \0022Symbol\0022"'><span style='font-size:12.0pt;mso-bidi-font-size:10.0pt;font-family:Courier;mso-bidi-font-family:"Times New Roman";color:windowtext;font-weight:normal'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span></span><span class=Spelle>Exc</span></b> es la suma de todas las entradas excitadoras internas y externas <span class=GramE>y</span> <b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span style='mso-field-code:"SYMBOL 83 \f \0022Symbol\0022"'><span style='font-size:12.0pt;mso-bidi-font-size:10.0pt;font-family:Courier;mso-bidi-font-family:"Times New Roman";color:windowtext;font-weight:normal'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span></span><span class=Spelle>Inb</span></b> es la suma de todas las entradas inhibitorias internas y externas a la neurona.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El modelo de integrador con fugas es apropiado para describir los cambios que sufre la actividad de una neurona postsináptica cuando es conocido el patrón de conectividad y de actividad de la red a la cual pertenece pero sus propiedades electroquímicas individuales no se conocen con detalle. Sin embargo, para los fines que se persiguen en el presente trabajo, dicho modelo es apropiado para llevarlos a cabo.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Se describe con detalle la forma en que se diseñó la neurona electrónica. Dicha neurona está basada en el modelo de integrador con fugas descrito matemáticamente en capítulo anterior por la ecuación 1.1 para la dinámica del potencial y por las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:81pt;height:30.75pt'o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image024.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723357"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:150.75pt;height:89.25pt'o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image025.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1036"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723358">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:84pt;height:27.75pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image026.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723359">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span class=GramE><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la  
 función de respuesta. Para fines de diseño, la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1038" type="#\_x0000\_t75" style='width:143.25pt;height:27.75pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image023.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1038"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723360">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>es representada en su  
 forma integral de la siguiente forma:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:111.75pt;height:27pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image029.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1039"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723361">  
 </o:OLEObject>

</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde al sustituir el valor de E de la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1040" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image028.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723362"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>en la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1041" type="#\_x0000\_t75" style='width:111.75pt;height:27pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image029.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723363"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>se obtiene<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1042" type="#\_x0000\_t75" style='width:177.75pt;height:32.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="modneurartifi\_archivos/image030.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]--><!--[if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1042" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723364"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</td>

</tr>

</table>

<p class=MsoNormal style='mso-layout-grid-align:auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-numeric ideograph-other'><span style='mso-bidi-font-size:

12.Opt;font-family:"Times  
MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

New

Roman";mso-ansi-language:ES-

</div>

</body>

</html>

#### 4.31. MODELO ELECTRONICO DE UNA NEURONA

Este es el código de la página principal del modelo electrónico de una neurona, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="modelelectroneuro_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="modelelectroneuro_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="modelelectroneuro_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>MODELO ELECTRONICO DE UNA NEURONA</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>5</o:Revision>
<o:TotalTime>324</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-20T15:47:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-24T00:18:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>2809</o:Words>
<o:Characters>15454</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>128</o:Lines>
<o:Paragraphs>36</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>18227</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
```

```

<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:widow-orphan;
 mso-layout-grid-align:none;
 punctuation-wrap:simple;
 text-autospace:none;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-ansi-language:EN-US;}

span.Spelle
 {mso-style-name:"";
 mso-spl-e:yes;}

span.GramE
 {mso-style-name:"";
 mso-gram-e:yes;}

@page Section1
 {size:612.1pt 792.1pt;
 margin:70.9pt 3.0cm 70.9pt 3.0cm;
 mso-header-margin:36.0pt;
 mso-footer-margin:0cm;
 mso-paper-source:0;}

div.Section1
 {page:Section1;}

/* List Definitions */
@list l0
 {mso-list-id:232083652;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:1182408198 134873103 134873113 134873115 134873103
134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}

@list l0:level1
 {mso-level-tab-stop:18.0pt;
 mso-level-number-position:left;

```



```

 margin-left:18.0pt;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level2
 {mso-level-tab-stop:72.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level3
 {mso-level-tab-stop:108.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level4
 {mso-level-tab-stop:144.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level5
 {mso-level-tab-stop:180.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level6
 {mso-level-tab-stop:216.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level7
 {mso-level-tab-stop:252.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level8
 {mso-level-tab-stop:288.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level9
 {mso-level-tab-stop:324.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>

```

```

<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="4098"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red;mso-ansi-language:
ES-MX'>MODELO ELECTRONICO DE UNA NEURONA</p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La ecuación</p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><sub><!--[if
1]><v:shapetype
id="_x0000_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"
path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
<v:stroke joinstyle="miter"/>
<v:formulas>
<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
<v:f eqn="sum @0 1 0"/>
<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
<v:f eqn="prod @2 1 2"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @0 0 1"/>
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
</v:formulas>
<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
</v:shapetype><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:182.25pt;
height:32.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="modelelectroneuro_archivos/image151.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if
gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246723591">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></p>

```

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>es la que se diseñara electrónicamente para ello se hace referencia al diagrama de bloques de la figura<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:291.75pt;height:136.5pt'><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image003.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'> </span>4 donde se indican los diversos módulos que la componen, esto es, el modulo<span style='mso-spacerun:yes'> </span>representa la diferencia de las sumatorias de entradas excitadoras e inhibitorias, el modulo<span style='mso-spacerun:yes'> </span>representa la integración en el tiempo de los potenciales más las entradas y R representa las diferentes funciones de respuesta<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Debido a que la mayoría de los módulos que integran al modelo electrónico utilizan como componente principal al amplificador operacional (AO), cuyo símbolo se muestra en la figura, <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:150pt;height:64.5pt'><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image005.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>a</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'> continuación se describen brevemente las características más importantes de los AO.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:18.0pt;text-indent:-18.0pt;line-height:'>

[illegible]



SYMBOL 174 ¶ &quot;Symbol&quot;

SYMBOL 165 ¶ &quot;Symbol&quot;

).

¶

¶

Debido a esta característica, el tiempo de retardo de la respuesta del AO es prácticamente nulo, por lo que no existe defasamiento entre la señal de entrada y la señal de salida.

¶

Modulo Sumador

¶

Este módulo está integrado por dos circuitos sumadores de voltaje y un circuito amplificador diferencial.

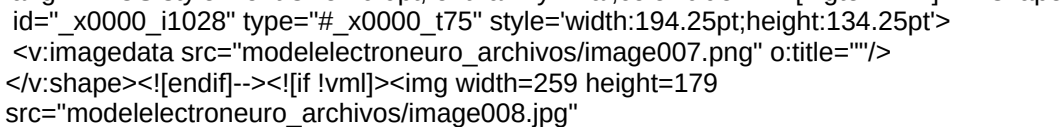
¶

¶

La descripción del circuito electrónico que lleva a cabo la sumatoria se muestra en la figura y su funcionamiento es el siguiente:

¶

¶



¶

¶

Al aplicar la ley de corrientes de Kirchhoff se tiene que el nodo  $e_x$  corresponde a un

punto de suma de corrientes. Así, en  $e$  se tiene que:

$$e = \sum_{k=1}^n i_k$$

donde  $i_k$  es la corriente que fluye a través de la rama  $k$  de retroalimentación. De ésta manera se tiene que:

$$e = \sum_{k=1}^n i_k$$

Por otro lado, con base en la característica de alta impedancia de entrada del AO, se tiene que no hay flujo de corriente hacia el interior del AO por lo que la corriente de entrada  $i_e$  fluye a través de la rama de retroalimentación. De ésta manera se tiene que:

$$i_e = -i_o$$

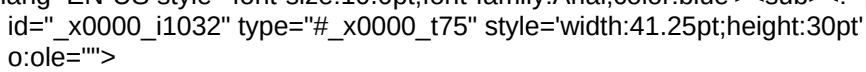
donde  $i_o$  es la corriente que fluye a través de la rama de salida. Así, en  $i_o$  se tiene que:

$$i_o = \sum_{k=1}^n i_k$$

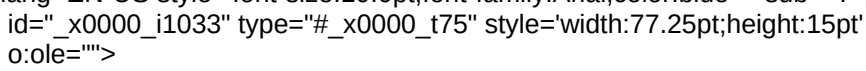
donde  $i_k$  es la corriente que fluye a través de la rama  $k$  de salida. Así, en  $i_o$  se tiene que:

$$i_o = \sum_{k=1}^n i_k$$

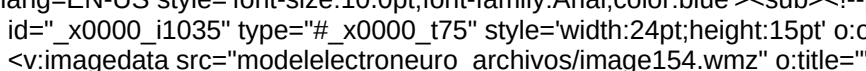
donde



Si se sustituyen las ecuaciones



en la ecuación





<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723598">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span class=SpellE><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon;mso-ansi-language:ES-MX'> </span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:maroon;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:41.25pt;height:30pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image157.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723599">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>se obtiene:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:111.75pt;height:30pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image158.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723600">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Finalmente de la ecuación anterior se puede despejar el voltaje de salida e<sub>0</sub> obteniéndose:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1038" type="#\_x0000\_t75" style='width:141.75pt;height:33pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image159.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723601">  
 </o:OLEObject>

</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:maroon;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'>  
</span>ó<span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=EN-US  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:59.25pt;height:30.75pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image161.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1039"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723602">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>En la siguiente figura  
se muestra el diagrama del circuito amplificador diferencial cuyo  
funcionamiento es el siguiente.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1040" type="#\_x0000\_t75" style='width:172.5pt;height:114pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image024.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span lang=EN-US  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Debido a la alta  
impedancia de entrada que posee el AO, se tiene que no hay flujo de corriente  
hacia el interior de este, por lo que la corriente i<sub>2</sub> es igual a  
la corriente i<sub>3</sub>, obteniéndose la siguiente igualdad:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1041" type="#\_x0000\_t75" style='width:66.75pt;height:30pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image162.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1041"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723603">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>De manera similar, se encuentra que la corriente  $i_1$  es igual a la corriente  $i_4$ , obteniéndose la identidad:

$$i_1 = i_4$$

Despejando el voltaje de salida  $e_0$  de la última ecuación se obtiene la identidad:

$$e_0 = 3e_3$$

Ahora bien, ya que el voltaje  $e_3$  está dado por:

$$e_3 = \frac{1}{9}e_0$$

se obtiene la identidad:

$$e_0 = 3 \left( \frac{1}{9}e_0 \right) = \frac{1}{3}e_0$$

Por lo tanto, se obtiene la identidad:

$$e_0 = 0$$

$$\frac{V}{R} = \frac{V_0}{R_0} \left( 1 - \frac{V_0}{V} \right)$$

Entonces la expresión para el voltaje  $e$  toma la forma:

$$e = \frac{V_0}{R_0} \left( 1 - \frac{V_0}{V} \right)$$

Nótese que al hacer

entonces la ecuación

$$e = \frac{V_0}{R_0} \left( 1 - \frac{V_0}{V} \right)$$

</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>se reduce a:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1049" type="#\_x0000\_t75" style='width:1in;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image169.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]'><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]'><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1049" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723611"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Finalmente para obtener una ganancia unitaria en la respuesta del circuito, hacemos que  $r <sub>4</sub> = r <sub>1</sub>$  con lo cual se obtiene:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1050" type="#\_x0000\_t75" style='width:54pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image170.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]'><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]'><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1050" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723612"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Con estos elementos se implanta electrónicamente el modelo matemático dado por la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1051" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image171.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]'><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]'><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1051" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723613"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>para</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>

lo cual se utilizó un circuito sumador para las entradas excitadoras y otro para las entradas inhibitorias ya sean internas o externas. Las salidas de los circuitos sumadores alimentan a las entradas del circuito amplificador diferencial obteniendo a la salida de este la diferencia de las sumatorias de la siguiente forma:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1052" type="#\_x0000\_t75" style='width:105pt;height:32.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image172.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1052" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723614">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La ecuación anterior es la representación de la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1053" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image173.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1053" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723615">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>en términos de los parámetros del circuito electrónico donde las entradas e<sub>i2</sub> y e<sub>i1</sub> son las entradas excitadoras e inhibitorias a la neurona respectivamente, mientras que los pesos de interconexión entre las neuronas están dados por:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



$$I_{in} = I_{out}$$

Por otro lado, debido a que el AO presenta una alta impedancia de entrada, no existe flujo de corriente hacia el interior del AO por lo que la corriente  $I_{in}$  es igual a la corriente  $I_{out}$ . Con base en esta identidad, a partir de la última ecuación se obtiene:

$$I_{in} = I_{out}$$

Despejando el término diferencial de la ecuación anterior se obtiene:

$$I_{in} = I_{out}$$

Finalmente si hacemos  $r = \frac{I_{in}}{I_{out}}$  entonces la ecuación anterior se puede expresar en la forma:

$$r = 1$$



</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1059"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723621">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">La ecuación<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt"><span  
lang=ES-TRAD style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES-TRAD"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1121" type="#\_x0000\_t75"  
style="width:143.25pt;height:27.75pt" o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image179.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1121"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723622">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">tiene la misma forma  
matemática de la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt"><span  
lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1060" type="#\_x0000\_t75" style="width:182.25pt;height:32.25pt"  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image151.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1060"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723623">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">y en consecuencia,  
describe la dinámica del potencial integrador de la neurona. Los parámetros  
en el modelo electrónico tienen, por tanto, las siguientes equivalencias con  
respecto al modelo matemático:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt"><span  
lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1061" type="#\_x0000\_t75" style='width:27.75pt;height:11.25pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image181.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1061"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723624">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'>  
</span><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=EN-US  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1062" type="#\_x0000\_t75" style='width:57.75pt;height:27pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image182.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1062"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723625">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span  
style='mso-spacerun:yes'> </span><span style='mso-spacerun:yes'>  
</span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1063" type="#\_x0000\_t75"  
style='width:32.25pt;height:15pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image183.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1063"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723626">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span  
style='mso-spacerun:yes'> </span><span style='mso-spacerun:yes'>  
</span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1064" type="#\_x0000\_t75"  
style='width:33pt;height:15pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image184.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1064"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723627">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span  
style='mso-spacerun:yes'> </span><span style='mso-spacerun:yes'>  
</span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1065" type="#\_x0000\_t75"  
style='width:29.25pt;height:15pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image185.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1065"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723628">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><b style="mso-bidi-font-weight:  
 normal"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES-MX">Modulo De Respuesta (R)<o:p></o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><b style="mso-bidi-font-weight:  
 normal"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">Este módulo está formado  
 por las tres diferentes formas de respuesta de la neurona (i.e., escalón,  
 rampa y sigmoide) definidas por las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">a) Función escalón</span><span  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-ansi-language:ES-MX"><span  
 style="mso-spacerun:yes"></span></span><span lang=EN-US  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1066" type="#\_x0000\_t75" style="width:81pt;height:30.75pt"  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image186.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
 gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1066"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723629">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">b) Función rampa<span  
 style="mso-spacerun:yes"></span></span></span><span lang=EN-US  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1067" type="#\_x0000\_t75" style="width:2in;height:89.25pt" o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image187.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
 gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1067"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723630">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>

$$F(x) = \frac{1}{\pi} \int_0^x \frac{1}{1+t^2} dt$$

Función sigmoide

$$F(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Dichas funciones se diseñaron de la siguiente forma:

El circuito que genera la respuesta tipo escalón está formado por un AO con una configuración de sumador de voltaje y por un circuito comparador de voltaje. En la figura se muestra el diagrama esquemático del circuito.



Como se puede observar en la figura anterior, el circuito sumador adiciona a la señal  $e_i$  proveniente del circuito integrador, un voltaje negativo  $e_u$  de corriente directa. Así, la salida  $e_o$  del circuito sumador está dada por:

$$e_o = -\left( \frac{R_f}{R_1} e_i + \frac{R_f}{R_2} e_u \right)$$

id="\_x0000\_i1070" type="#\_x0000\_t75" style='width:77.25pt;height:30pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image189.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1070"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723634">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Para garantizar que el  
circuito presenta una ganancia unitaria, se establece<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1071" type="#\_x0000\_t75" style='width:47.25pt;height:30pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image190.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1071"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723635">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span  
style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>para obtener:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1072" type="#\_x0000\_t75" style='width:53.25pt;height:15pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image191.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1072"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723636">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:333.0pt'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Posteriormente, el  
voltaje e<sub>0</sub> es alimentado al circuito comparador de voltaje. Este  
último está diseñado de tal manera que si la señal que se alimenta a través  
de su entrada no inversora es mayor o igual a la señal de referencia e<sub>r</sub>

que se alimenta a través de su entrada inversora, el circuito responde con un voltaje constante de corriente directa igual al voltaje de polarización V<sub>cc</sub>, en caso contrario, si la señal que se alimenta a través de su entrada no inversora es menor a la señal de referencia  $e_r$  que se alimenta a través de su entrada inversora, el circuito no responde manteniendo a su salida un potencial de cero volts, es decir, que la respuesta del circuito comparador está dada por:

$$V_o = \begin{cases} V_{cc} & \text{si } V_i \geq V_r \\ 0 & \text{si } V_i < V_r \end{cases}$$

Ahora bien al sustituir el valor de  $e_r$  de la ecuación

$$V_o = \begin{cases} V_{cc} & \text{si } V_i \geq V_r \\ 0 & \text{si } V_i < V_r \end{cases}$$

en la ecuación

$$V_o = \begin{cases} V_{cc} & \text{si } V_i \geq V_r \\ 0 & \text{si } V_i < V_r \end{cases}$$

</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>se obtiene la función de respuesta:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:333.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1076" type="#\_x0000\_t75" style='width:104.25pt;height:47.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image194.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapelD="\_x0000\_i1076" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723640">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:333.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Nótese que la ecuación anterior corresponde a una función tipo escalón. Esta ecuación se puede comparar con la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1077" type="#\_x0000\_t75" style='width:81pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image186.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapelD="\_x0000\_i1077" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723641">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

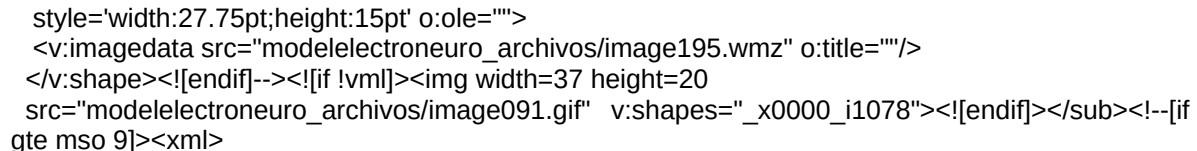
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

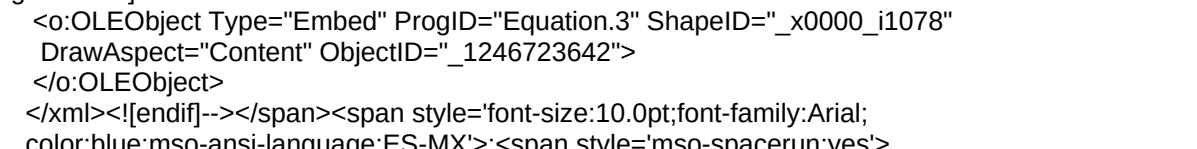
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>si los parámetros e<sub>i</sub>

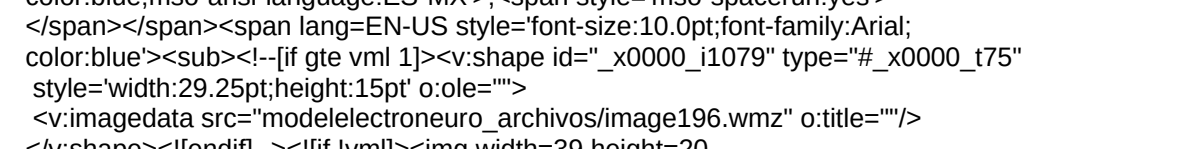
, e<sub>u</sub> y <span class=SpellE>V<sub>cc</sub></span> se definen como:<o:p></o:p></span></p>

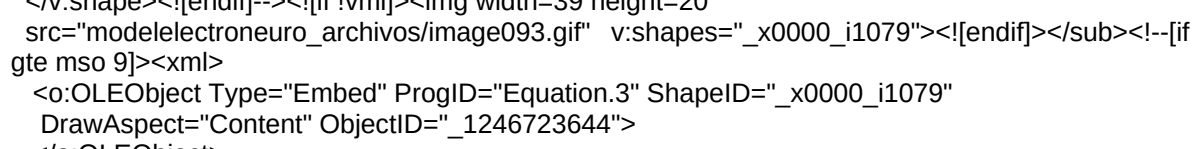
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:333.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

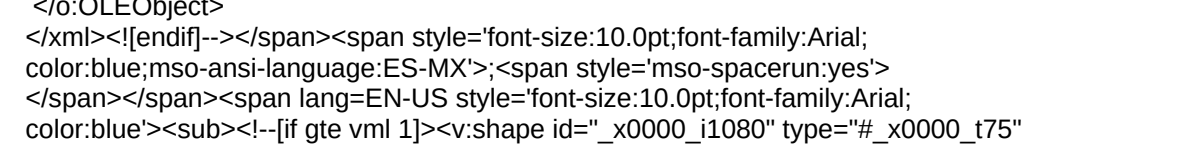
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:333.0pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1078" type="#\_x0000\_t75"

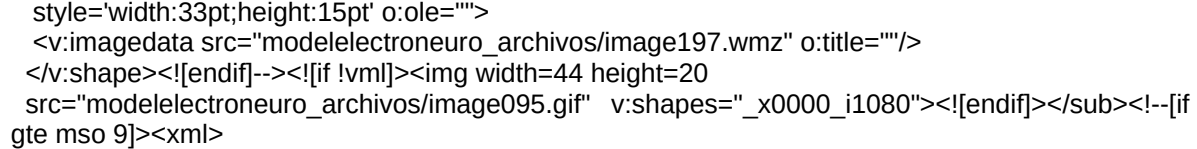


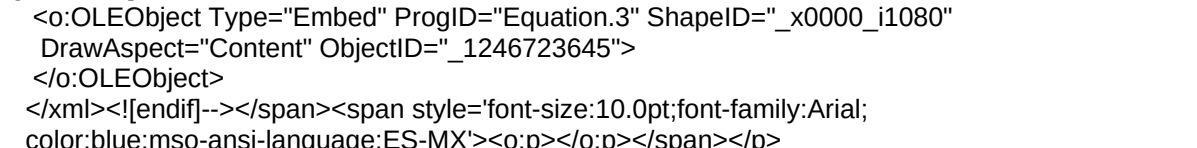


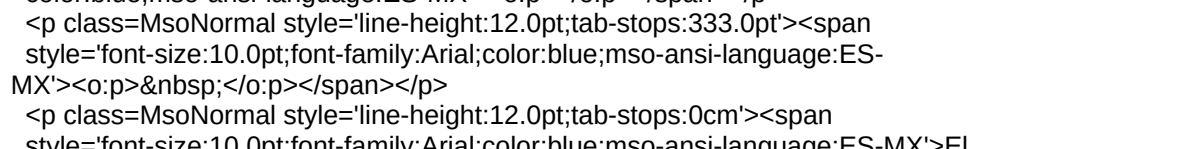


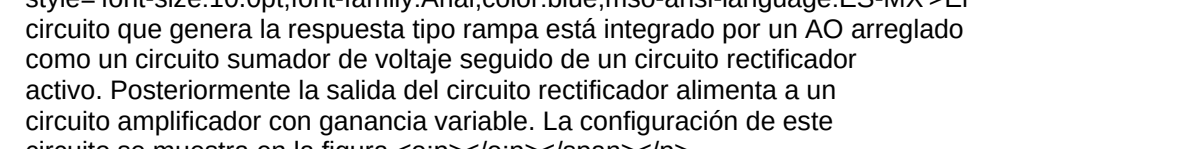


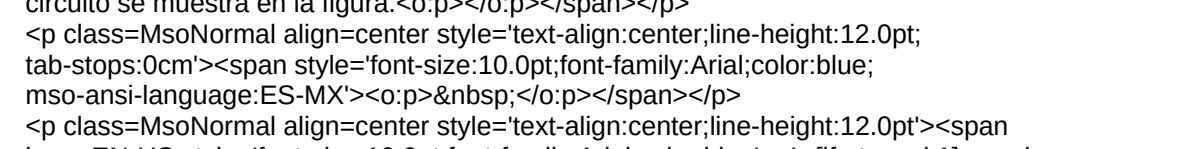


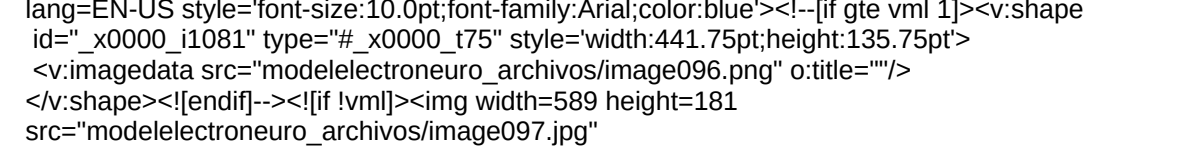


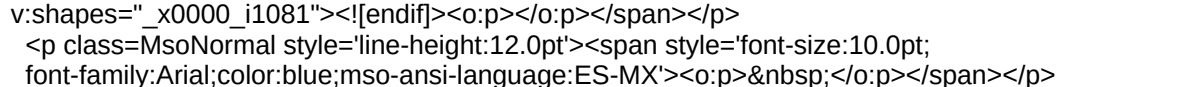














El circuito sumador tiene como función sumar a la señal  $i$  proveniente del circuito integrador un voltaje negativo de corriente continua. De esta manera, el voltaje  $u_1$  a la salida del sumador está dado por:

$$u_1 = -\left( \frac{R_1}{R_2} i + \frac{R_1}{R_3} u_2 \right)$$

Para garantizar que la respuesta del circuito presenta una ganancia unitaria, se establecen las relaciones

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_1}{R_3} = 1$$

lo cual se obtiene:

$$R_2 = R_3$$

Se elige  $R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1084" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723648">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">El voltaje e<sub>01</sub> es alimentado al circuito rectificador activo, el cual tiene como funci3n eliminar la componente negativa de la se1al de entrada. En la figura <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue"><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1085" type="#\_x0000\_t75" style="width:441.75pt;height:135.75pt">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image096.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span class=GramE><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES-MX">se</span></span><span style="font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"> puede observar que e<sub>x2</sub> corresponde a un punto de tierra virtual, por lo que cuando <span class=SpellE>e<sub>z</sub></span> &gt; 0 (i.e., e<sub>01</sub> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><span style="mso-element:field-begin"></span></span><span style="font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">SYMBOL 163 \f &quot;Symbol&quot;</span><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue"><span style="mso-element:field-separator"></span></span><![endif]--><span lang=EN-US style="mso-ansi-language:ES-MX"> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><span style="mso-element:field-end"></span></span><![endif]--><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">0), el diodo D<sub>2</sub> se encontrar1 polarizado en inversa. De esta manera, la corriente i<sub>d2</sub> es cero y, en consecuencia, toda la corriente de entrada fluye a trav1s de la resistencia r<sub>5</sub>. De esta manera se genera el voltaje de salida:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1086" type="#\_x0000\_t75" style="width:168.75pt;height:30pt o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image201.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
 gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1086"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723649">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm"><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">Para garantizar que el  
 circuito rectificador presentará una ganancia unitaria se establece la  
 condición  $r_{sub>4</sub>}$  =  $\frac{r_{sub>5</sub>}}{r_{sub>4</sub>}}$  .</span> De esta  
 forma, la ecuación anterior toma la forma:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt"><span style="font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1087" type="#\_x0000\_t75"  
 style="width:117.75pt;height:15pt" o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image202.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
 gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1087"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723650">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
 MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX">Ahora  
 bien, es posible expresar la salida  $e_{sub>02</sub>}$  del circuito rectificador activo  
 en términos de la señal de entrada  $e_{sub>i</sub>}$  generada por el circuito  
 integrador. Para esto, se sustituye la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style="line-height:12.0pt;tab-stops:0cm"><span  
 style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
 MX"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style="text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1088" type="#\_x0000\_t75"  
 style="width:56.25pt;height:15pt" o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image200.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
 gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1088"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723651">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX"><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>en la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1089" type="#\_x0000\_t75" style='width:56.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image203.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1089" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723652"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>obteniéndose:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1090" type="#\_x0000\_t75" style='width:146.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image204.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1090" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723653"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Por otra parte, si se tiene la condición <span class=SpellE>e<sub>z</sub></span> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 163 &quot;Symbol&quot;</span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><!--[endif]><span lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><!--[endif]><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>0 (i.e., e<sub>01</sub> &gt; 0), entonces el diodo D<sub>1</sub> se encontrará polarizado en inversa. De esta forma la corriente i<sub>d1</sub> es cero y toda la corriente de entrada fluye a través del diodo <span class=GramE>D<sub>2</sub></span>.</span> En consecuencia, el voltaje de salida e<sub>02</sub> es prácticamente igual a cero, es decir:<o:p></o:p></span></p>

$\sqrt{1 + \frac{1}{4}}$

Por último, el voltaje de salida  $e_{02}$  del circuito rectificador activo es alimentado a un circuito amplificador con ganancia variable. De la figura

$\sqrt{1 + \frac{1}{4}}$

se puede deducir que el voltaje de salida  $e_{00}$  del circuito amplificador está dado por:

$\sqrt{1 + \frac{1}{4}}$

color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Para expresar el voltaje de salida  $e_{00}$  en términos del voltaje de entrada  $e_{i0}$  se sustituyen las ecuaciones

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1094" type="#\_x0000\_t75" style='width:146.25pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image204.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1094" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723657"></o:OLEObject></xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>y<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1095" type="#\_x0000\_t75" style='width:117.75pt;height:15.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image205.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1095" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723658"></o:OLEObject></xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>en la ecuación

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1096" type="#\_x0000\_t75" style='width:57pt;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image206.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1096" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723659"></o:OLEObject></xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>para obtener la función:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1097" type="#\_x0000\_t75" style='width:126pt;height:69pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image207.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1097" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723660"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Sin embargo, el valor del voltaje de salida e<sub>0</sub> del circuito amplificador está limitado por el voltaje de polarización <span class=SpellE>V<sub>cc</sub></span>. Es decir, si el voltaje de salida iguala el valor del voltaje de polarización, (i.e., si e<sub>0</sub> = <span class=SpellE><span class=GramE>V<sub>cc</sub></span></span> entonces la respuesta del circuito amplificador se satura y se mantiene en el valor constante <span class=SpellE>V<sub>cc</sub></span>, sin importar el valor que alcance el voltaje de entrada. Tomando en cuenta esta restricción, la última ecuación se puede describir de la siguiente manera:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1098" type="#\_x0000\_t75" style='width:207.75pt;height:102.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image208.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1098" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723661"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:333.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La ecuación anterior describe la respuesta total del circuito de la figura<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1099" type="#\_x0000\_t75" style='width:441.75pt;height:135.75pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image096.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Como se pude observar,  
la respuesta del circuito está dada en términos de una función tipo rampa. La  
ecuación<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1100" type="#\_x0000\_t75" style='width:207.75pt;height:102.75pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image208.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1100"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723662">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>se reduce a la  
ecuación<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt'><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1101" type="#\_x0000\_t75" style='width:2in;height:89.25pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image187.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1101"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723663">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>si los parámetros <span  
class=SpellE>e<sub>i</sub></span> , <span class=SpellE>e<sub>u</sub></span> ,  
<span class=SpellE>V<sub>cc</sub></span> , r<sub>6</sub> y r<sub>7</sub> se  
definen por:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt'><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;



tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1102" type="#\_x0000\_t75" style='width:27.75pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image209.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1102" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723664"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1103" type="#\_x0000\_t75" style='width:33pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image210.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1103" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723665"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1104" type="#\_x0000\_t75" style='width:33pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image211.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1104" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723666"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1105" type="#\_x0000\_t75" style='width:69.75pt;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image212.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1105" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723667"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>El circuito de la figura<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;

tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1106" type="#\_x0000\_t75" style='width:414.75pt;height:249pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image127.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>tiene</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'> como función generar una respuesta lineal a trazos que aproxime a una función tipo sigmoide. Este circuito está formado por un AO arreglado para funcionar como un circuito de limitadores en serie seguido de dos circuitos sumadores de voltaje.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La señal proveniente del circuito integrador de voltaje es alimentada a un circuito seguidor de voltaje A<sub>1</sub> el cual es utilizado para evitar caídas de potencial del circuito antecesor, la salida del circuito seguidor de voltaje constituye la señal de entrada al circuito de limitadores en serie A<sub>2</sub>. La configuración de éste último circuito se muestra en la figura.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1107" type="#\_x0000\_t75" style='width:213.75pt;height:146.25pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image129.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Para describir el funcionamiento de este circuito es necesario hacer notar que los potenciales e<sub>1</sub> , e<sub>3</sub> , ... , e<sub>2n-1</sub> satisfacen la siguiente relación:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1108" type="#\_x0000\_t75" style='width:194.25pt;height:30pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image213.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1108"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723668">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Asimismo,  
 los potenciales  $e_2$  ,  $e_4$  , ... ,  $e_{2n}$   
 satisfacen la siguiente relación:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
 MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1109" type="#\_x0000\_t75"  
 style='width:161.25pt;height:30pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image214.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1109"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723669">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La respuesta del  
 circuito de limitadores depende de la magnitud de la señal de entrada <span  
 class=SpellE> $e_i$ </span>. Por ejemplo, si el voltaje de entrada <span  
 class=SpellE> $e_i$ </span> se encuentre en el intervalo  $-e_2$   
 &lt; <span class=SpellE> $e_i$ </span> &lt;  $-e_1$ , entonces  
 todos los diodos se encontraran polarizados en inversa. De esta manera, la  
 corriente de entrada <span class=SpellE> $i_i$ </span> fluye a través  
 de <span class=GramE> $r_0$ </span> .</span> Bajo estas condiciones el voltaje  
 de salida del circuito amplificador  $A_2$  está dado por:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
 MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1110" type="#\_x0000\_t75"  
 style='width:174.75pt;height:30pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image215.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1110"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723670">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Ahora bien, sólo cuando el voltaje de entrada <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> contrarreste al voltaje de referencia e<sub>1</sub> (i.e., cuando <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 179 ¶ &quot;Symbol&quot;</span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><![endif]--><span lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>-e<sub>1</sub>), el diodo d<sub>1</sub> conducirá. Bajo estas condiciones se tiene que la corriente de entrada fluye a través de las resistencias r<sub>0</sub> y r<sub>1</sub>. Así, la salida del circuito amplificador A<sub>2</sub> será de la forma:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1111" type="#\_x0000\_t75" style='width:201.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image216.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1111" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723671"></o:OLEObject></xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

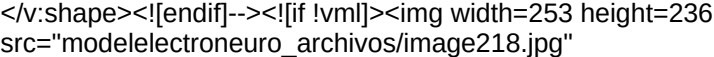
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>De manera similar, el diodo d<sub>2</sub> conducirá sólo si el voltaje de entrada <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> contrarresta al voltaje de referencia e<sub>2</sub>, es decir, si <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 163 ¶ &quot;Symbol&quot;</span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><![endif]--><span lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]--><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>-e<sub>2</sub> .Bajo estas condiciones se tiene que la corriente de entrada fluye a través de las resistencias r<sub>0</sub> y r<sub>2</sub> , teniendo a la salida del circuito un voltaje igual a:<o:p></o:p></span></p>

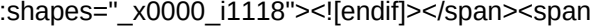
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;

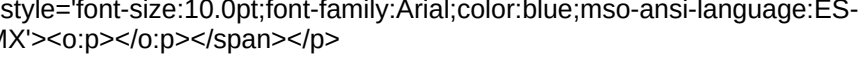
tab-stops:0cm"><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1112" type="#\_x0000\_t75" style='width:201.75pt;height:33pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image221.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1112"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723672">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><!--</span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>En forma análoga, los diodos d<sub>1</sub> y d<sub>3</sub> conducirán sólo si el voltaje de entrada <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> contrarresta al voltaje de referencia e<sub>3</sub>, es decir, si <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span>  
</span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 179 \f &quot;Symbol&quot;</span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><!--[endif]><span lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-end'></span></span><!--[endif]><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>-e<sub>3</sub>. De esta manera, la corriente de entrada fluye a través de las resistencias r<sub>0</sub>, r<sub>1</sub> y r<sub>3</sub> y el voltaje a la salida del circuito amplificador A<sub>2</sub> toma la forma:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1113" type="#\_x0000\_t75" style='width:224.25pt;height:33pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image228.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if  
gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1113"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723673">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><!--</span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Similarmente, los diodos d<sub>2</sub> y d<sub>4</sub> conducirán sólo parte si el voltaje de entrada <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span> contrarresta al voltaje de referencia e<sub>4</sub>, es decir, cuando <span class=SpellE>e<sub>i</sub></span>  
</span><!--[if supportFields]><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-begin'></span></span><span

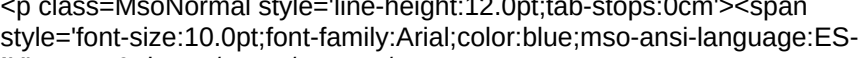


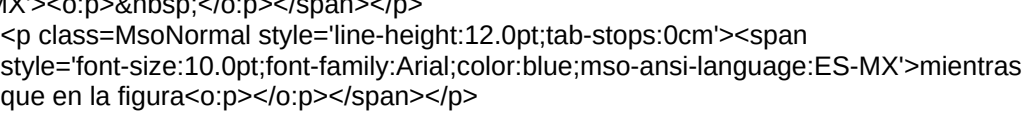
tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1116" type="#\_x0000\_t75" style='width:200.25pt;height:136.5pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image147.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Finalmente la señal de salida e<sub>02</sub> del primer sumador se alimenta a un segundo circuito sumador A<sub>4</sub>. La función de este segundo circuito sumador es invertir la señal e<sub>02</sub> y adicionar una componente de corriente directa. De esta forma, el segundo circuito sumador presenta la función de transferencia <span class=SpElE>sigmoidal</span> que se muestra en la figura.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1117" type="#\_x0000\_t75" style='width:237.75pt;height:117pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image149.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Modulo de Frecuencia (F<span style='position:relative;top:3.0pt;mso-text-raise:-3.0pt'>r</span></span></b></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>El modulo de frecuencia está integrado por un circuito oscilador controlado por voltaje (VCO). La característica principal de este componente es la de generar una salida en forma de tren de pulsos de amplitud constante y con una frecuencia directamente proporcional a la amplitud de la señal de entrada. La configuración de este circuito se muestra en la figura<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt; tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1118" type="#\_x0000\_t75" style='width:189.75pt;height:177pt'>  
<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image217.png" o:title=""/>

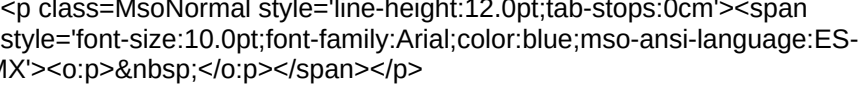


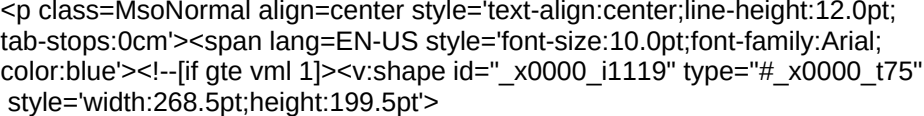


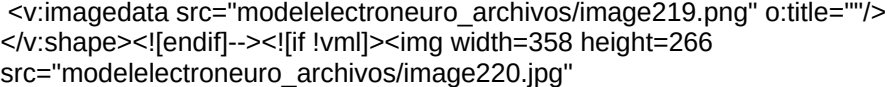


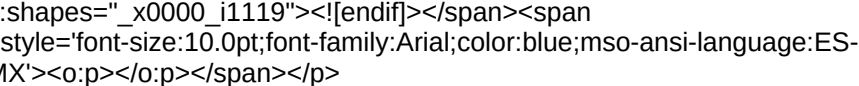




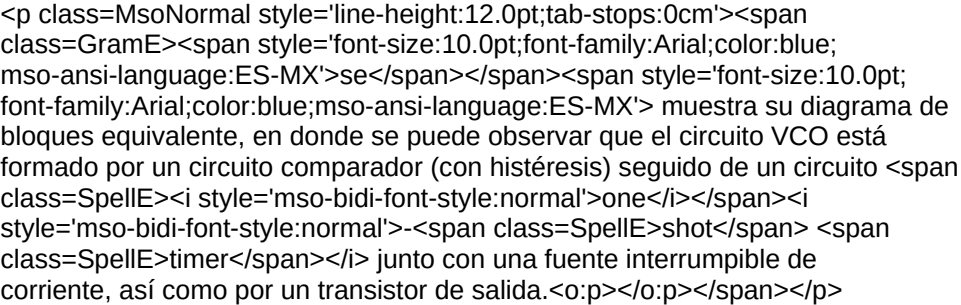




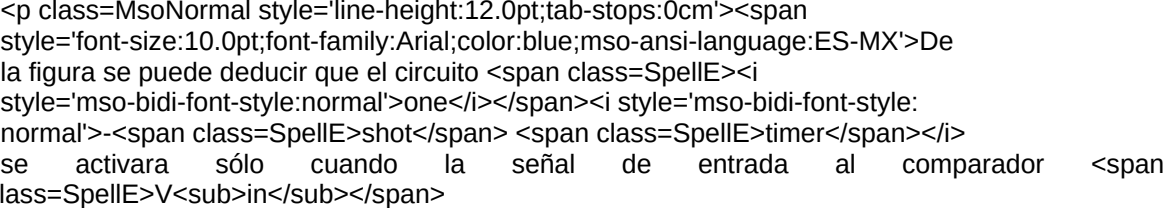


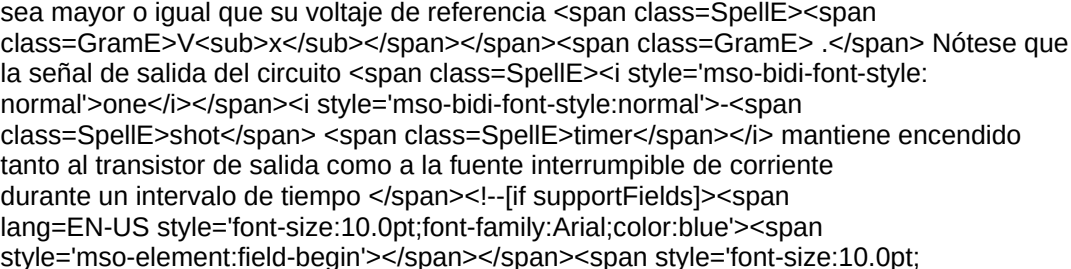














font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 68 'f  
&quot;Symbol&quot;'/span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><![endif]--><span  
lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]--><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>t  
= 1.1 <span class=GramE>R<sub>T</sub>C<sub>T</sub> .</span> Durante este<span  
style='mso-spacerun:yes'> </span>intervalo de<span  
style='mso-spacerun:yes'> </span>tiempo la<span style='mso-spacerun:yes'>  
</span>fuente<span style='mso-spacerun:yes'> </span>interrumpible de<span  
style='mso-spacerun:yes'> </span>corriente<span style='mso-spacerun:yes'>  
</span>aporta<span style='mso-spacerun:yes'> </span>una<span  
style='mso-spacerun:yes'> </span>cantidad<span style='mso-spacerun:yes'>  
</span>de<span style='mso-spacerun:yes'> </span>carga Q = i x </span><!--[if  
supportFields]><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
style='mso-element:field-begin'></span></span><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>SYMBOL 68 'f  
&quot;Symbol&quot;'/span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial;color:blue'><span style='mso-element:field-separator'></span></span><![endif]--><span  
lang=EN-US style='mso-ansi-language:ES-MX'> </span><!--[if supportFields]><span  
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
style='mso-element:field-end'></span></span><![endif]--><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>t  
al capacitor C<sub>L</sub> .<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>El  
circuito está diseñado de manera tal que permite que el capacitor alcance un  
valor de voltaje <span class=SpellE>V<sub>x</sub></span> mayor al voltaje <span  
class=SpellE><span class=GramE>V<sub>in</sub></span></span><span class=GramE>  
</span> .</span> Una vez que la fuente interrumpible de corriente se apaga, el  
circuito <span class=SpellE><i style='mso-bidi-font-style:normal'>one</i></span><i  
style='mso-bidi-font-style:normal'>-</span><span class=SpellE>shot</span> <span  
class=SpellE>timer</span></i> se <span class=SpellE>autorestablece</span>, es  
decir, regresa a su condición inicial. Cuando esto ocurre, el capacitor C<sub>L</sub>  
se descarga a través de la resistencia R<sub>L</sub> hasta un valor <span  
class=SpellE>V<sub>x</sub></span> igual a <span class=SpellE>V<sub>in</sub></span>.  
En este momento, el circuito comparador de voltaje se vuelve a activar, iniciándose  
otro ciclo de trabajo en el circuito convertidor. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>La  
corriente que fluye hacia el interior del capacitor C<sub>L</sub> es I<sub>AVE</sub>  
= i x (1.1 x R<sub>T</sub> C<sub>T</sub>) x f , donde la frecuencia de  
oscilación f está dada por:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
tab-stops:0cm'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><span style='position:relative;top:13.0pt;mso-text-raise:-13.0pt'><!--[if  
1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1120" type="#\_x0000\_t75" style='width:123pt;height:30pt' o:ole="">

<v:imagedata src="modelelectroneuro\_archivos/image230.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><!--  
 [if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1120"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246723675">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;line-height:12.0pt;  
 tab-stops:0cm'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Como  
 se puede observar en la ecuación anterior la frecuencia de salida <span  
 class=SpellE>f<sub>out</sub></span> del circuito convertidor  
 voltaje-frecuencia es directamente proporcional a la amplitud del voltaje de  
 entrada <span class=SpellE>V<sub>in</sub></span> , es decir, el circuito  
 convertidor está diseñado de tal manera que cuando el voltaje de entrada <span  
 class=SpellE>V<sub>in</sub></span> se incrementa, la frecuencia de la señal  
 de salida también se incrementa de manera proporcional. Asimismo se puede  
 observar que el rango de variación de frecuencia con respecto a la variación  
 de la amplitud del voltaje de entrada, puede ser controlado por medio de la  
 constante de proporcionalidad  $1 / R \cdot T$  <span class=GramE>C<sub>T</sub>  
 .</span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='line-height:12.0pt;tab-stops:0cm'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-  
 MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 </td>  
 </tr>  
 </table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left;mso-layout-grid-align:  
 auto;punctuation-wrap:hanging;text-autospace:ideograph-other'><span  
 style='mso-bidi-font-size:12.0pt;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

## 5. REDES NEURONALES. INTRODUCCION

Este es el código de la página principal de la introducción a redes neuronales, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
```

```

<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="estruccerebrohum_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="estruccerebrohum_archivos/editdata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>ESTRUCTURA DEL CEREBRO HUMANO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>1</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-24T18:31:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-26T16:53:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>662</o:Words>
<o:Characters>3642</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>30</o:Lines>
<o:Paragraphs>8</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4296</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin-top:0cm;
margin-right:0cm;
margin-bottom:6.0pt;

```

```

margin-left:0cm;
text-align:justify;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
span.SpellE
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>

```

**INTRODUCCION**

El cerebro humano está formado por una red de células llamadas neuronas que regulan todas las actividades conscientes e inconscientes de nuestra vida.

Las células nerviosas o neuronas tienen un cuerpo (soma) de donde parten unas prolongaciones cortas en forma de árbol llamadas dendritas y una prolongación larga denominada axón. Por medio de esta prolongación larga o axón, las neuronas establecen conexiones llamadas sinapsis con otras neuronas al objeto de transmitirles las informaciones pertinentes y adecuadas a cada momento de nuestra vida cotidiana. Si en algún momento tenemos sed, esa sensación de sed es percibida por un grupo de neuronas quienes a su vez informarán a un segundo grupo de neuronas la necesidad de tomar un vaso lleno de agua que hay en la mesa así como a un tercer grupo de neuronas de deglutir o tragar esa agua, etc. Existen aproximadamente un total de  $12 \times 10^6$  neuronas y cada una de ellas puede conexionar con otras 100 mil células nerviosas. La misión de las neuronas es trasmitir información de un punto del Sistema Nervioso a otro más o menos distante. Así se forma una gran red informativa. Todos nuestros sentimientos y pensamientos son consecuencia de las conversaciones que mantienen entre sí dentro de esa compleja red de  $12 \times 10^6$  neuronas.

<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>  
 </v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:123.75pt; height:123.75pt'>  
 <v:imagedata src="estrucocerebrohum\_archivos/image001.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Los estímulos o impulsos nerviosos se generan o nacen en el cuerpo (soma) de las neuronas y se propaga por el axón a una gran velocidad (50 metros por segundo).Es algo muy parecido al paso de la corriente eléctrica por un cable. Cuando el axón conecta o <span class=SpellE>sinapta</span> con las dendritas de otras neuronas vecinas le trasmite el mensaje originado en el cuerpo celular.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size: 10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:320.25pt;height:150.75pt'>  
 <v:imagedata src="estrucocerebrohum\_archivos/image003.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Durante muchos años se pensó que el cerebro humano era una especie de malla o red de neuronas que estaban conectadas de forma permanente y continua. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>El español Ramón y <span class=SpellE>Cajal</span> demostró que no era así sino que nuestro cerebro está formado por millones de neuronas capaces de comunicarse entre sí (sinapsis) pero solo cuando sea necesario dado que entre una neurona y otra, hay un espacio que las separa llamado espacio o hendidura sináptica.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:93pt;height:124.5pt'>  
 <v:imagedata src="estrucocerebrohum\_archivos/image005.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Actualmente se sabe que entre la parte final del axón de una neurona y las dendritas de las neuronas con las que conexas hay un espacio llamado espacio sináptico. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Cuando el estímulo o impulso nervioso que viaja por el axón llega a su parte final se liberan unas sustancias químicas denominadas Transmisores que a su vez se unen o acoplan a otras sustancias llamadas Receptores existentes en las dendritas de las neuronas vecinas, para así poder transmitir o propagar los estímulos nerviosos de una neurona a las otras.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Los transmisores diferentes se unen o acoplan a sus correspondientes receptores de su misma forma y tamaño. Los receptores son proteínas fabricadas para reconocer sólo a sus transmisores específicos. Los receptores son por tanto como cerraduras que sólo admiten la llave auténtica (transmisor).<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Los transmisores vertidos en el espacio sináptico que no se unen a los receptores son reabsorbidos (re captación) es decir vuelven a pasar a su punto de procedencia, al interior de la neurona de donde salieron para ser destruidos por unas sustancias llamadas MAO (<span class=SpellE>monoaminooxidasas</span>).<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>La acetilcolina fue el primer transmisor que se descubrió. Hoy sabemos que es uno de los principales transmisores de la corteza cerebral que es una especie de manto o capa que rodea nuestro cerebro donde se procesa toda la información necesaria para las funciones cerebrales más complejas como son el pensamiento reflexivo y la memoria. Hay una sustancia llamada <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Atropina</span> que es antagonista de la acetilcolina es decir tiene unos efectos y acciones opuestos a los de la acetilcolina. La atropina se obtiene de una planta (<span class=SpellE>Atropabelladonna</span>) cuyos extractos fueron usados por Hipócrates para tratar algunos trastornos intestinales.<o:p></o:p></span></p>

```

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue'>Sin embargo el exceso de esos extractos vegetales de la
mencionada planta producía un cuadro mortal caracterizado por la pérdida de
memoria, desorientación y deterioro de las facultades mentales, razón por la
que el padre de la nomenclatura botánica moderna Carl
Linneo designó a esa planta como Atropa belladonna, del "Atropos"
la más vieja de las 3 parcas, la que se decía que cortaba el hilo de la vida
después de que sus hermanas lo habían hilado.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
</td>
</tr>
</table>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal'><span style='mso-bidi-font-size:12.0pt;
font-family:"Times New Roman";mso-ansi-language:ES-MX;mso-fareast-language:
ES-MX'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

```

## 5.1. RED NEURONAL ARTIFICIAL

Este es el código de la página principal de red neuronal artificial, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="redneuroartificial_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="redneuroartificial_archivos/editdata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->

```



```

<title>RED NEURONAL ARTIFICIAL</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:DocumentProperties>
 <o:Author>HHMM</o:Author>
 <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
 <o:Revision>1</o:Revision>
 <o:TotalTime>83</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-07-24T17:01:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-07-24T18:32:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>1791</o:Words>
 <o:Characters>9854</o:Characters>
 <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
 <o:Lines>82</o:Lines>
 <o:Paragraphs>23</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>11622</o:CharactersWithSpaces>
 <o:Version>10.2625</o:Version>
 </o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
 <w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
 </w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Wingdings;
 panose-1:5 0 0 0 0 0 0 0 0;
 mso-font-charset:2;
 mso-generic-font-family:auto;
 mso-font-pitch:variable;
 mso-font-signature:0 268435456 0 0 -2147483648 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin-top:0cm;
 margin-right:0cm;
 margin-bottom:6.0pt;
 margin-left:0cm;
 text-align:justify;
 line-height:150%;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:12.0pt;

```

mso-bidi-font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;  
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
 mso-ansi-language:ES-TRAD;  
 mso-fareast-language:ES;}

p.MsoHeader, li.MsoHeader, div.MsoHeader  
 {margin-top:0cm;  
 margin-right:0cm;  
 margin-bottom:6.0pt;  
 margin-left:0cm;  
 text-align:justify;  
 line-height:150%;  
 mso-pagination:widow-orphan;  
 tab-stops:center 220.95pt right 441.9pt;  
 font-size:12.0pt;  
 mso-bidi-font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;  
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
 mso-ansi-language:ES-TRAD;  
 mso-fareast-language:ES;}

p.MsoBodyTextIndent, li.MsoBodyTextIndent, div.MsoBodyTextIndent  
 {margin:0cm;  
 margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:justify;  
 text-indent:35.45pt;  
 line-height:150%;  
 mso-pagination:widow-orphan;  
 font-size:12.0pt;  
 mso-bidi-font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;  
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
 mso-ansi-language:ES-TRAD;  
 mso-fareast-language:ES;}

p.MsoBodyText3, li.MsoBodyText3, div.MsoBodyText3  
 {margin:0cm;  
 margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:justify;  
 line-height:150%;  
 mso-pagination:widow-orphan;  
 font-size:12.0pt;  
 mso-bidi-font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;  
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
 mso-ansi-language:ES-TRAD;  
 mso-fareast-language:ES;  
 font-weight:bold;}

span.Spelle  
 {mso-style-name:"";  
 mso-spl-e:yes;}

span.GramE  
 {mso-style-name:"";  
 mso-gram-e:yes;}

```

@page Section1
 {size:612.1pt 792.1pt;
 margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
 mso-header-margin:35.45pt;
 mso-footer-margin:35.45pt;
 mso-paper-source:0;}
div.Section1
 {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
 {mso-list-id:1289582777;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:815550660 201981953 201981955 201981957 201981953
201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}
@list l0:level1
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:36.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Symbol;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>

```

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:red'>RED NEURONAL ARTIFICIAL</span></b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:red'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las Redes Neuronales Artificiales (las cuales llamaremos <b>RNA</b>) son dispositivos o software programado de manera tal que funcionen como las neuronas biológicas de los seres vivos. A continuación hablaremos un poco sobre ellas.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>El cerebro humano continuamente recibe señales de entrada de muchas fuentes y las procesa a manera de crear una apropiada respuesta de salida. Nuestros cerebros cuentan con millones de neuronas que se interconectan para elaborar "Redes Neuronales". Estas redes ejecutan los millones de instrucciones necesarias para mantener una vida normal.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las neuronas son las células que forman la corteza cerebral de los seres vivos, cada una está formada por elementos llamados cuerpo, axón y dendritas, como se muestra en la siguiente figura.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t"

path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>

</v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>  
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>  
 </v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:345pt; height:180pt'>  
 <v:imagedata src="redneuroartificial\_archivos/image001.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Las dendritas forman una estructura de filamentos muy fina que rodean el cuerpo de la neurona. El axo;n es un tubo largo y delgado que se ramifica en su extremo en peque;os bulbos finales que casi tocan las dendritas de las c;ulas vecinas. La peque;a separaci;n entre los bulbos finales y las dendritas se le denomina sinapsis. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Las neuronas, al igual que las dem;s c;ulas del cuerpo, funcionan a trav;s de impulsos elctricos y reacciones qu;micas. Los impulsos elctricos que utiliza una neurona para intercambiar informaci;n con las dem;s, viajan por el axo;n que hace contacto con las dendritas de la neurona vecina mediante las sinapsis. La intensidad de la corriente transmitida depende de la eficiencia de la transmisi;n sináptica. Una neurona en especial transmitir un impulso elctrico por su axo;n si suficientes se;ales de las neuronas vecinas transmiten a trav;s de sus dendritas en un tiempo corto. La se;al que se transmite a la neurona podr; ser adem;s ya sea inhibidora o excitadora. La neurona dispara, esto es, manda el impulso por su axo;n, si la excitaci;n excede su inhibici;n por un valor cr;tico, el umbral de la neurona.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Desde hace algunos a;os, algunos investigadores han estado creando modelos, tanto en hardware como en software, que interpretan la<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;&nbsp;</span> actividad cerebral en un esfuerzo por producir una forma de inteligencia artificial.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Muchos modelos te;ricos o paradigmas, datan desde los a;os 50's. Muchos de ellos ten;an aplicaciones limitadas en el mundo real, teniendo como consecuencia que las Redes Neuronales Artificiales (<b>RNA</b>) permanecieran en la oscuridad por d;casas.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las RNA est&aacute;n compuestas de un gran n&uacute;mero de elementos de procesamiento altamente interconectados (Neuronas) trabajando al mismo tiempo para la soluci&oacute;n de problemas espec&iacute;ficos. Las RNA, tal como las personas, aprenden de la experiencia.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:258pt;height:81.75pt'>

<v:imagedata src="redneuroartificial\_archivos/image003.png" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>En cualquier caso, se trata de una nueva forma de computaci&oacute;n que es capaz de manejar las imprecisiones e incertidumbres que aparecen cuando se trata de resolver problemas relacionados con el mundo real (reconocimiento de formas, toma de decisiones, etc.), ofreciendo soluciones robustas y de f&aacute;cil implantaci&oacute;n.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyText3 style='line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;font-weight:normal; mso-bidi-font-weight:bold'>Las RNA est&aacute;n compuestas de muchos elementos sencillos que operan en paralelo, el dise&ntilde;o de la red est&aacute;n determinado mayormente por las conexiones entre sus elementos. Al igual que las conexiones de las neuronas cerebrales.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Las <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>RNA</span> han sido entrenadas para la realizaci&oacute;n de funciones complejas en variados campos de aplicaci&oacute;n. Hoy en d&iacute;a pueden ser entrenadas para la soluci&oacute;n de problemas que son dif&iacute;ciles para sistemas computacionales comunes o para el ser humano.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>La idea de las redes neuronales fue concebida originalmente como un intento de modelar la <span class=SpellE>biofisiolog&iacute;a</span> del cerebro humano, esto es, entender

y explicar como funciona y opera el cerebro. La meta era crear un modelo capaz en emular el proceso humano de razonamiento. La mayor parte de los trabajos iniciales en redes neuronales fue realizada por fisiólogos y no por ingenieros.

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>RNA</span> <span class=GramE>puede</span> tener factores de peso fijos o adaptables. Las que tienen pesos adaptables emplean leyes de aprendizaje para ajustar el valor de la fuerza de una interconexión con otras neuronas. Si las neuronas utilizan pesos fijos, entonces su tarea debe estar previamente definida. Los pesos serán determinados a partir de una descripción completa del problema. Por otra parte, los pesos adaptables son esenciales si no se conoce previamente<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> </span>cual debe de ser su valor correcto.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Existen dos tipos de aprendizaje: supervisado y no supervisado. El primero ocurre cuando se le proporciona a la red tanto la entrada como la salida correcta, y la red ajusta sus pesos tratando de minimizar el error de su salida calculada. Este tipo de entrenamiento se aplica por ejemplo, en el reconocimiento de patrones. El entrenamiento no supervisado se presenta cuando a la red se le proporcionan únicamente los estímulos, y la red ajusta sus interconexiones basándose únicamente en sus estímulos y la salida de la propia red. Las leyes de aprendizaje determinan como la red ajusta sus pesos utilizando una función de error o algún otro criterio. La ley de aprendizaje adecuada se determina en base a la naturaleza del problema que se intenta resolver.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las RNA adaptables tienen dos fases en su operación.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Entrenamiento de la red</span></b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>. El usuario proporciona a la red un número "adecuado" de estímulos de entrada, y de salida, la red entonces ajusta sus pesos de interconexión o sinapsis hasta que la salida de la red está "lo suficientemente cerca" de la salida correcta.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Recuperación de lo aprendido</span></b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>. A la red se le presenta un conjunto de estímulos de entrada y esta simplemente calcula su salida. Cuando la red emplea

entrenamiento no supervisado, algunas veces ser necesario que reajuste su sinapsis durante la fase de recuperaci3n.

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>La gran diferencia del empleo de las redes neuronales en relaci3n con otras aplicaciones de la computaci3n radica en que no son algoritmicas, esto es no se programan haci3ndoles seguir una secuencia predefinida de instrucciones. Las RNA generan ellas mismas sus propias "reglas", para asociar la respuesta a su entrada; es decir, aprende por ejemplos y de sus propios errores.</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>El conocimiento de una RNA se encuentra en la funci3n de activaci3n utilizada y en los valores de sus pesos.</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las redes neuronales formadas por los <span class=SpellE>perceptrones</span> se interconectan en forma muy similar a como las neuronas humanas se disponen en la corteza cerebral humana, y lo m3s importante, son capaces de asociar y generalizar sin reglas. Han sido utilizadas con gran 3xito para reconocer retornos de sonar bajo el agua, escritura a mano, voz, topograf3a de terrenos, controlar brazos de robots, evaluar datos personales, modelar fen3menos cognoscitivos, y, predecir tendencias financieras.</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>La clase de problemas que mejor se resuelven con las redes neuronales son los mismos que el ser humano resuelve mejor: Asociaci3n, evaluaci3n, y reconocimiento de patrones. Las redes neuronales son perfectas para problemas que son muy dif3ciles de calcular pero que no requieren de respuestas perfectas, s3lo respuestas r3pidas y buenas. Tal y como acontece con el escenario burs3til en el que se quiere saber &quest;compro?, &quest;vendo?, &quest;mantengo?, o en el reconocimiento cuando se desea saber &quest;se parece? &quest;<span class=GramE>es</span> el mismo pero tienen una ligera modificaci3n?</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Por otra parte, las redes neuronales son muy malas para c3culos precisos, procesamiento serie, y no son capaces de reconocer nada que no tenga inherentemente alg3n tipo de patr3n. Es por esto, que no pueden predecir la loter3a, ya por definici3n es un proceso al azar.</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Como describimos con anterioridad,<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>las redes neuronales, inspiradas en el funcionamiento del sistema nervioso, son arreglos<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>de procesadores elementales interconectados entre s&iacute;. Cada<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>uno de estos procesadores o neuronas suma las<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>entradas ponderadas y su<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>resultado pasa a trav&eacute;s de una funci&oacute;n no lineal conocida como funci&oacute;n de activaci&oacute;n. Las entradas a una neurona<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>pueden provenir de fuentes externas o de otras neuronas en la<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>red. As&iacute; mismo la salida de<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>una neurona es enviada a otras neuronas o al entorno.</p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>El conocimiento en una red neuronal est&aacute; distribuido a lo largo de todo el sistema, debido a esto, se utilizan muchas<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>interconexiones para obtener la soluci&oacute;n de un problema en particular.</p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Una red neuronal puede estar compuesto por un gran n&uacute;mero de elementos de procesamiento simples llamados neuronas, unidades, c&eacute;lulas o nodos. Cada nodo esta conectado a otros nodos por varias ligas de comunicaci&oacute;n directa, cada una asociada a un peso. Los pesos representan la informaci&oacute;n utilizada por la red para resolver un problema.</p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Los nodos no tienen una relaci&oacute;n<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>biun&iacute;voca con las neuronas biol&oacute;gicas reales. Sin<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>embargo como una neurona<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>biol&oacute;gica, el elemento de procesamiento tiene varias entradas y una sola salida que se puede aplicar a muchos otros nodos.</p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Entre las entradas que<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>recibe el j - &eacute;simo nodo se encuentra la procedente del i - &eacute;simo nodo (<span class=SpellE><b>xi</b></span>). La salida <span class=GramE>del</span> j - &eacute;simo nodo se denota <span class=SpellE><b>xj</b></span><b>.</b> En la analog&iacute;a<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>la salida corresponde con la frecuencia de disparo.</p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal'><b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><b><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Esquema general<o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Cada conexi&oacute;n con el j&eacute;simo nodo tiene<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> asociada a &eacute;l una magnitud, peso o intensidad de conexi&oacute;n. El peso de<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> </span> la conexi&oacute;n que procede del i&eacute;simo nodo y llega <span class=SpellE>al</span> j&eacute;simo nodo se denota como <span class=SpellE><b>w<sub>ij</sub></b></span><b>.</b> Estos pesos en analog&iacute;a con la neurona biol&oacute;gica corresponden a la intensidad de las conexiones sin&aacute;pticas entre neuronas (excitadora o inhibidora).<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:147.75pt;height:140.25pt'><v:imagedata src="redneuroartificial\_archivos/image005.png" o:title=""/></v:shape><![endif]>>

<![if !vml]>



<![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Cada elemento de procesamiento obtiene un valor de entrada neto bas&aacute;ndose<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> en todas las<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> </span> conexiones de entrada. La<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> forma t&iacute;pica es calcular el valor de entrada neto sumando los valores de entrada, ponderados (multiplicados) con sus pesos correspondientes. La entrada neta del j&eacute;simo nodo se escribe<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-bidi-font-weight:bold'>Neta j = <span class=SpellE>&aring;i</span> <span class=SpellE>xi</span> <span class=SpellE>wij</span><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'>

normal'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'> el<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>&iacute;ndice <span style='mso-bidi-font-weight:bold'></span> recorre todas las conexiones que posea el j-&eacute;simo nodo.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Cada neurona tiene un estado interno llamado activaci&oacute;n, la cual es una funci&oacute;n de las entradas recibidas. T&iacute;picamente una neurona env&iacute;a su activaci&oacute;n como una se&ntilde;al a otras neuronas. Es importante hacer notar que una neurona puede enviar solo una se&ntilde;al a la vez, aunque esta misma se distribuya a otras neuronas. La activaci&oacute;n de una neurona est&aacute; en funci&oacute;n de<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>su entrada neta. La forma mas f&aacute;cil de definir la activaci&oacute;n de una neurona es considerar que &eacute;sta es binaria<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:226.5pt;height:138pt'><v:imagedata src="redneuroartificial\_archivos/image007.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]><![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>Las neuronas de una red neuronal artificial pueden organizarse en estratos o niveles, y dependiendo de la presencia de caminos de retroalimentaci&oacute;n se pueden clasificar como recurrentes o no recurrentes. Las redes neuronales no recurrentes y en particular las <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>feedforward</span></span> han ido ampliamente utilizadas en una<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>variedad de problemas debido a su estabilidad inherente y la simplicidad del algoritmo de entrenamiento<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>de retro propagaci&oacute;n del error.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>En las redes neuronales <span class=SpellE>multinivel</span> las neuronas de primer nivel reciben sus entradas directamente del entorno. Las salidas de estas neuronas se conectan a las<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>entradas de las neuronas del segundo nivel, y

así sucesivamente, hasta el último nivel, cuyas salidas son entregadas al entorno.

Todas las neuronas que componen la red se hallan en cierto estado. En una simplificada, se puede decir que hay dos posibles estados, reposo o excitado, a los que se denominan estados de activación. Los valores de activación pueden ser continuos o discretos. Si consideramos una descripción binaria el estado activo se indica por 1, y se caracteriza por la emisión de un impulso por parte de la neurona, mientras que un estado pasivo se indica por 0, y significa que la neurona está en reposo. Generalmente se consideran modelos con un conjunto continuo de estados de activación, en lugar de solo dos estados, en cuyo caso se les asigna un valor entre [0,1] o en el intervalo [-1,1], generalmente siguiendo una función sigmoide.

## 5.2. TOPOLOGÍAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES

Este es el código de la página principal de topologías de redes neuronales artificiales, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">
```

```
<head>
```

```
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
```

```
<meta name=ProgId content=Word.Document>
```

```
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
```

```
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
```

```
<link rel=File-List href="toporedneurart_archivos/filelist.xml">
```

```
<link rel=Edit-Time-Data href="toporedneurart_archivos/editdata.mso">
```

```
<link rel=OLE-Object-Data href="toporedneurart_archivos/oledata.mso">
```

```
<!--[if !mso]>
```

```
<style>
```

```
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
```

```
.shape {behavior:url(#default#VML);}
```

```
</style>
```

```
<![endif]-->
```

```
<title>TOPOLOGÍAS DE REDES NEURONALES ARTIFICIALES</title>
```

```

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
 <o:Author>HHMM</o:Author>
 <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
 <o:Revision>1</o:Revision>
 <o:TotalTime>70</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-07-24T18:34:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-07-24T19:44:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>3590</o:Words>
 <o:Characters>19746</o:Characters>
 <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
 <o:Lines>164</o:Lines>
 <o:Paragraphs>46</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>23290</o:CharactersWithSpaces>
 <o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Wingdings;
 panose-1:5 0 0 0 0 0 0 0 0;
 mso-font-charset:2;
 mso-generic-font-family:auto;
 mso-font-pitch:variable;
 mso-font-signature:0 268435456 0 0 -2147483648 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin-top:0cm;
 margin-right:0cm;
 margin-bottom:6.0pt;
 margin-left:0cm;
 text-align:justify;
 line-height:150%;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;

```

font-family:Arial;  
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
mso-ansi-language:ES-TRAD;  
mso-fareast-language:ES;}

p.MsoHeader, li.MsoHeader, div.MsoHeader  
{margin-top:0cm;  
margin-right:0cm;  
margin-bottom:6.0pt;  
margin-left:0cm;  
text-align:justify;  
line-height:150%;  
mso-pagination:widow-orphan;  
tab-stops:center 220.95pt right 441.9pt;  
font-size:12.0pt;  
mso-bidi-font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;  
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
mso-ansi-language:ES-TRAD;  
mso-fareast-language:ES;}

p.MsoBodyTextIndent, li.MsoBodyTextIndent, div.MsoBodyTextIndent  
{margin:0cm;  
margin-bottom:.0001pt;  
text-align:justify;  
text-indent:35.45pt;  
line-height:150%;  
mso-pagination:widow-orphan;  
font-size:12.0pt;  
mso-bidi-font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;  
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
mso-ansi-language:ES-TRAD;  
mso-fareast-language:ES;}

p.MsoBodyTextIndent2, li.MsoBodyTextIndent2, div.MsoBodyTextIndent2  
{margin:0cm;  
margin-bottom:.0001pt;  
text-align:center;  
text-indent:35.45pt;  
line-height:150%;  
mso-pagination:widow-orphan;  
font-size:24.0pt;  
mso-bidi-font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;  
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";  
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";  
mso-ansi-language:ES-TRAD;  
mso-fareast-language:ES;  
font-weight:bold;}

span.Spelle  
{mso-style-name:"";  
mso-spl-e:yes;}

span.GramE  
{mso-style-name:"";  
mso-gram-e:yes;}

```

@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
{mso-list-id:176701303;
mso-list-template-ids:-901352968;}
@list l0:level1
{mso-level-number-format:bullet;
mso-level-text:\F0B7;
mso-level-tab-stop:71.45pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:71.45pt;
text-indent:-18.0pt;
font-family:Symbol;}
@list l0:level2
{mso-level-number-format:bullet;
mso-level-text:o;
mso-level-tab-stop:107.45pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:107.45pt;
text-indent:-18.0pt;
font-family:"Courier New";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";}
@list l0:level3
{mso-level-number-format:bullet;
mso-level-text:\F0A7;
mso-level-tab-stop:143.45pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:143.45pt;
text-indent:-18.0pt;
font-family:Wingdings;}
@list l0:level4
{mso-level-number-format:bullet;
mso-level-text:\F0B7;
mso-level-tab-stop:179.45pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:179.45pt;
text-indent:-18.0pt;
font-family:Symbol;}
@list l0:level5
{mso-level-number-format:bullet;
mso-level-text:o;
mso-level-tab-stop:215.45pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:215.45pt;
text-indent:-18.0pt;
font-family:"Courier New";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";}
@list l0:level6
{mso-level-number-format:bullet;

```

```

 mso-level-text:\F0A7;
 mso-level-tab-stop:251.45pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:251.45pt;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Wingdings;}
@list l0:level7
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:287.45pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:287.45pt;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Symbol;}
@list l0:level8
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:o;
 mso-level-tab-stop:323.45pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:323.45pt;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:"Courier New";
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";}
@list l0:level9
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0A7;
 mso-level-tab-stop:359.45pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:359.45pt;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Wingdings;}
@list l1
 {mso-list-id:397750855;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:747691150 201981953 201981955 201981957 201981953
201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}
@list l1:level1
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:36.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Symbol;}
@list l2
 {mso-list-id:649822143;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:1016210018 -472881606 134873091 134873093 134873089
134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}
@list l2:level1
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:14.2pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:14.2pt;
 text-indent:-14.2pt;
 font-family:Symbol;}

```



@list l3  
 {mso-list-id:818960847;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:1418909020 -472881606 134873091 134873093 134873089  
 134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}

@list l3:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:14.2pt;  
 text-indent:-14.2pt;  
 font-family:Symbol;}

@list l4  
 {mso-list-id:1461218668;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:875356916 201981953 201981955 201981957 201981953  
 201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}

@list l4:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:36.0pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 text-indent:-18.0pt;  
 font-family:Symbol;}

@list l5  
 {mso-list-id:1950038769;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:-901352968 201981953 201981955 201981957 201981953  
 201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}

@list l5:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:71.45pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:71.45pt;  
 text-indent:-18.0pt;  
 font-family:Symbol;}

@list l6  
 {mso-list-id:2114663243;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:-580739674 -472881606 201981955 201981957 201981953  
 201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}

@list l6:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:14.2pt;  
 text-indent:-14.2pt;  
 font-family:Symbol;}

ol  
 {margin-bottom:0cm;}

ul  
 {margin-bottom:0cm;}

-->

```

</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
 <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
 <p class=MsoBodyTextIndent2 style='text-align:justify;text-indent:0cm;
line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:
Arial;color:red'>TOPOLOGíAS DE REDES NEURONALES
ARTIFICIALES<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal'>Existen varias formas
de hacer las conexiones en una RNA, así como existen varias formas de conectar neuronas
biológicas en el cerebro. Cada tipo
sirve para diferentes procesos, el elegir la correcta topología y sus características, es imprescindible para
lograr fácilmente la solución
del problema. A continuación
analizaremos algunas topologías de RNA:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;
margin-left:14.2pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-14.2pt;line-height:normal;
mso-list:l6 level1 lfo5;tab-stops:list 14.2pt'>
 <![if !supportLists]>
 <span
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-fareast-font-family:

```



<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>El <span class=SpellE>Perceptr&oacute;n</span><o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En 1943, <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Warren</span></span><span style='mso-bidi-font-weight:bold'><span class=SpellE>McCulloch</span></span> y <span style='mso-bidi-font-weight:bold'><span class=SpellE>Walter <span class=SpellE>Pitts</span></span> originaron el primer modelo de operaci&oacute;n neuronal, el cual fue mejorado en sus aspectos biol&oacute;gicos por <span class=SpellE>Donald</span> <span class=SpellE>Hebb</span> en 1948. En 1962 <span class=SpellE>Bernard</span> <span class=SpellE>Widrow</span> propuso la regla de aprendizaje <span class=SpellE>Widrow</span>-<span class=SpellE>Hoff</span>, y <span class=SpellE>Frank</span> <span class=SpellE>Rosenblatt</span> desarroll&oacute; una prueba de convergencia, y defini&oacute; el rango de problemas para los que su algoritmo aseguraba una soluci&oacute;n. El propuso los <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptrons</span></span> como herramienta computacional.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En la siguiente figura se representa una neurona &quot;artificial&quot;, que intenta modelar el comportamiento de la neurona biol&oacute;gica.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>  
 <v:f eqn="sum @8 21600 0"/>  
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>  
 <v:f eqn="sum @10 21600 0"/>  
 </v:formulas>  
 <v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>  
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>  
 </v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:225pt; height:138pt'>  
 <v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image001.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Aqu&iacute; el cuerpo de la neurona se representa como un sumador lineal de los est&iacute;mulos externos <b>Z<sub>J</sub></b>, seguida de una funci&iacute;n no lineal <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>y<sub>j</sub></span></span><span style='mso-bidi-font-weight: bold'> = <span class=GramE>f</span><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>Z<sub>J</sub></span></span> La funci&iacute;n <span class=GramE><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>f</span><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>Z<sub>J</sub></span></span> es llamada la funci&iacute;n de activaci&iacute;n, y es la funci&iacute;n que utiliza la suma de est&iacute;mulos para determinar la actividad de salida de la neurona.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;color:blue; mso-ansi-language:ES'>Este modelo se conoce como <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>perceptr&iacute;n</span> de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>McCulloch</span></span><span style='mso-bidi-font-weight: bold'>-<span class=SpellE>Pitts</span></span>, y es la base de la mayor parte de las arquitecturas de las <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>RNA</span> que se interconectan entre s&iacute;. Las neuronas emplean funciones de activaci&iacute;n diferentes seg&uacute;n</span><span lang=ES style='mso-ansi-language:ES'> </span><span lang=ES style='font-size: 10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>la aplicaci&iacute;n, algunas veces son funciones lineales, otras funciones sigmoides y otras funciones de umbral de disparo. La eficiencia sin&iacute;pica se representa por factores de peso de interconexi&iacute;n <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>W<sub>IJ</sub></span>, desde la neurona <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>i</span>, hasta la neurona <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>j</span>.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Los pesos pueden ser positivos (excitaci&acute;n) o negativos (inhibici&acute;n). Los pesos junto con las funciones <span class=GramE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>f</span></span><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>z</span></span> dictan la operaci&acute;n de la red neuronal. Normalmente las funciones no se modifican de tal forma que el estado de la red neuronal depende del valor de los factores de peso (<span style='mso-bidi-font-weight: bold'>sin&acute;psis</span>) que se aplica a los est&acute;mulo de la neurona.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En un <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>perceptr&acute;n</span>, cada entrada es multiplicada por el peso <b>W</b> correspondiente, y los resultados son sumados, siendo evaluados contra el valor de umbral, si el resultado es mayor al mismo, el <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptr&acute;n</span> se activa.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>perceptr&acute;n</span> es capaz tan s&acute;lo de resolver funciones definidas por un <span class=Spelle>hiperplano</span> (objeto de dimensi&acute;n <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N<b> </b>- 1</span> contenida en un espacio de dimensi&acute;n <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N</span>) que corte un espacio de dimensi&acute;n <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N</span>. Un ejemplo de una funci&acute;n que no puede ser resuelta es el operador l&acute;gico <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>XOR</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Una explicaci&acute;n mas sencilla de un <span class=Spelle>hiperplano</span> ser&iacute;a, hablando en un plano de dos dimensiones, una l&iacute;nea que separa a los elementos existentes en dos grupos. El <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptr&acute;n</span> s&acute;lo puede resolver una funci&acute;n, si todos los posibles resultados del problema pueden separarse de &acute;sta forma (en dos secciones) es decir, que no se combinen entre s&iacute;.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El entrenamiento de un <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptr&acute;n<b> </b></span>es por medio de la regla de aprendizaje delta.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:

Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para cada peso <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>W</span> se realiza un ajuste <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>dW</span></span> seg&uacute;n la regla:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span class=SpellE><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>dW</span></span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'> = LR ( T - Y ) X<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Donde: <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>LR</span> es la raz&uacute;n de aprendizaje, <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>T</span> el valor deseado, Y el valor obtenido, y <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>X</span> la entrada aplicada al <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptr&uacute;n</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Los tipos de perceptr&uacute;n son: </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptr&uacute;n</span> b&aacute;sico de dos capas (entrada con neuronas lineales, anal&uacute;gicas, y la de salida con funci&uacute;n de activaci&uacute;n de tipo escal&uacute;n, digital) solo pude establecer dos regiones separadas por una frontera lineal en el espacio de patrones de entrada, donde se tendr&iacute;a un <span class=SpellE>hiperplano</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Un <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptr&uacute;n</span> con tres niveles de neuronas puede formar cualquier regi&uacute;n convexa en este espacio. Las regiones convexas se forman mediante la inteleecci&uacute;n entre las regiones formadas por cada neurona de la segunda capa, cada uno de estos elementos se comporta como un <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptr&uacute;n</span> simple, activ&aacute;ndose su salida para los patrones de un lado del <span class=SpellE>hiperplano</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Un <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptr&uacute;n</span>

**Perceptrón** con cuatro capas puede generar regiones de decisión arbitrariamente complejas. El proceso de separación en clases que se lleva a cabo consiste en la partición de la región deseada en pequeños hipercubos. Cada hipercubo requiere

$2n$  neuronas en la segunda capa (siendo  $n$  el número de entradas a la red), una por cada lado del hipercubo, y otra en la tercera capa, que lleva a cabo el AND lógico de la salida de los nodos del nivel anterior. La salida de los nodos de este tercer nivel se activarán solo para las entradas de cada hipercubo. Los hipercubos se asignan a la región de decisión adecuada mediante la conexión de la salida de cada nodo del tercer nivel solo con la neurona de salida (cuarta capa) correspondiente a la región de decisión en la que este comprendido el hipercubo llevándose a cabo una operación lógica.

Or en cada nodo de salida. Este procedimiento se puede generalizar de manera que la forma de las regiones convexas sea arbitraria, en lugar de hipercubos.

En

En teoría, el Perceptrón de 4 capas puede resolver una gran variedad de problemas cuyas entradas sean analógicas, la salida sea digital y sea linealmente separable. El problema práctico radica en el número de neuronas, en el número de capas ocultas, la extensión de la función de activación, el tiempo de entrenamiento de la red, las implicaciones en la generación de ruido (al tener un número excesivo de neuronas) en contraparte con la ventaja de tener un sistema tolerante a fallos al tener un número de neuronas redundante.

El intervalo de tareas que el Perceptrón puede manejar es mucho mayor que simples decisiones y reconocimiento de patrones. Por ejemplo, se puede entrenar una red para formar el tiempo pasado de los verbos en inglés, leer texto en inglés y manuscrito. El Perceptrón

(Multicapa) (**MLP**) puede ser usado para la predicción de una serie de datos en el tiempo; tal como su éxito en la predicción de la demanda de gas y electricidad, además de la predicción de cambios en el valor de los instrumentos financieros. Predicción de mercados financieros, diagnósticos médicos, el Perceptrón como una red codificadora, el Perceptrón aprende a sumar enteros.



normal;tab-stops:130.85pt"><span class=SpellE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>NETtalk</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> es un <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Perceptr&oacute;n<b> </b></span>que es capaz de transformar texto en ingles en sonido individual (representaciones fon&eacute;ticas) y la pronunciaci&oacute;n con la utilizaci&oacute;n de un sintetizador de voz; cuenta con aproximadamente 300 nodos de neuronas (siendo 80 en la capa escondida) y 20,000 conexiones individuales.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Back <span class=SpellE>Propagation</span><span style='text-transform:uppercase'><o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptr&oacute;n</span> solo es el ejemplo m&aacute;s elemental de una red neuronal, de hecho, no puede siquiera ser considerado una &quot;red&quot;, puesto que no intervienen otros elementos. Si se combinan varios <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>perceptrones</span></span> en una &quot;capa&quot;, y los est&iacute;mulos de entrada despu&eacute;s se suman tendremos ya una red neuronal. Una red neuronal muy eficaz para resolver fundamentalmente problemas de reconocimiento de patrones es la red neuronal de propagaci&oacute;n hacia atr&aacute;s, en ingl&eacute;s <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>back <span class=SpellE>propagation</span> <span class=SpellE>network</span>, como se muestra en la figura</span><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:222pt; height:184.5pt'>

<v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image003.png" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:

ES'>En esta red, se interconectan varias unidades de procesamiento en capas, las neuronas de cada capa no se interconectan entre s&iacute;. Sin embargo, cada neurona de una capa proporciona una entrada a cada una de las neuronas de la siguiente capa, esto es, cada neurona

transmitir; su se; al de salida a cada neurona de la capa siguiente. La figura muestra un ejemplo esquemático de la arquitectura de este tipo de redes neuronales.

El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

**El algoritmo de aprendizaje proporciona una forma de entrenar una red multicapa con alimentación hacia adelante. Comienza alimentando los valores de la entrada de acuerdo a las siguientes ecuaciones:**

En la ecuación anterior, se toman los valores de salida y se alimentan a la siguiente capa a través de los pesos. Esta operación se realiza para cada neurona en la siguiente capa, produciendo un valor de red para el. Este valor es la suma de todos los valores de activación en las neuronas de la capa anterior, y cada valor de red es aplicado ahora a la siguiente ecuación, conocida como función de activación, para producir la activación de esa neurona.

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:105pt;height:27.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image007.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246793465"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Después de que todas las neuronas tienen un valor de activación asociado a un patrón de valores de entrada, el algoritmo sigue buscando errores en cada neurona que no es entrada. <o:p></o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Los errores encontrados para las neuronas de salidas, son propagados hacia atrás, a la capa anterior para que puedan ser asignados a neuronas de las capas escondidas, esto se calcula por:<o:p></o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:135.75pt;height:26.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image009.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246793466">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Donde <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>D</span> es el gripo de neuronas en una capa que no es de entrada y <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>E</span> es el grupo de neuronas de la siguiente capa. Este c&acute;lculo se repite para cada capa escondida en la red. Despu&eacute;s de que se ha encontrado la activaci&oacute;n y el error asociado a cada grupo de neuronas, los pesos se actualizan, primero encontrando el valor que cada peso debe modificarse, esto se logra calculando:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:138pt;height:15.75pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image011.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246793467">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Donde <span style='mso-bidi-font-weight: bold'>C</span>, conocida como la raz&oacute;n de aprendizaje, es una constante que controla el valor del cambio de <span class=SpellE>Iso</span> <span class=SpellE>mesos</span> y <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:

**W**<sub>ij</sub> es el cambio de los pesos entre la neurona **i** y **j**. El peso es cambiado evaluando:

$$W_{ij} = W_{ij} + \Delta W_{ij}$$

$$\Delta W_{ij} = \eta \delta_j x_i$$

Donde  $\eta$  es el factor de aprendizaje,  $\delta_j$  es el error de la neurona **j**, y  $x_i$  es la salida de la neurona **i**. El peso  $W_{ij}$  es cambiado evaluando:

$$W_{ij} = W_{ij} + \eta \delta_j x_i$$

El peso  $W_{ij}$  es cambiado evaluando:

**Redes de Hopfield**

Las redes de Hopfield son redes de adaptación probabilística, recurrentes, funcionalmente entrante en la categoría de las memorias auto asociativas, es decir, que aprenden a reconstruir los patrones de entrada que memorizaron durante el entrenamiento. Son arquitecturas de una capa con interconexión total, funciones de activación booleana de umbral (cada unidad puede tomar dos estados, 0 o 1, dependiendo de si la estimulación total recibida supera determinado umbral), adaptación probabilística de la activación de las unidades, conexiones recurrentes y simétricas, y regla de aprendizaje no supervisado. Mientras que las redes en cascada (no recurrentes) dan soluciones estables, los modelos recurrentes dan soluciones inestables (dinámicas), lo que no siempre es aconsejable.

Las redes de Hopfield son redes de adaptación probabilística, recurrentes, funcionalmente entrante en la categoría de las memorias auto asociativas, es decir, que aprenden a reconstruir los patrones de entrada que memorizaron durante el entrenamiento. Son arquitecturas de una capa con interconexión total, funciones de activación booleana de umbral (cada unidad puede tomar dos estados, 0 o 1, dependiendo de si la estimulación total recibida supera determinado umbral), adaptación probabilística de la activación de las unidades, conexiones recurrentes y simétricas, y regla de aprendizaje no supervisado. Mientras que las redes en cascada (no recurrentes) dan soluciones estables, los modelos recurrentes dan soluciones inestables (dinámicas), lo que no siempre es aconsejable.

Las redes de Hopfield son redes de adaptación probabilística, recurrentes, funcionalmente entrante en la categoría de las memorias auto asociativas, es decir, que aprenden a reconstruir los patrones de entrada que memorizaron durante el entrenamiento. Son arquitecturas de una capa con interconexión total, funciones de activación booleana de umbral (cada unidad puede tomar dos estados, 0 o 1, dependiendo de si la estimulación total recibida supera determinado umbral), adaptación probabilística de la activación de las unidades, conexiones recurrentes y simétricas, y regla de aprendizaje no supervisado. Mientras que las redes en cascada (no recurrentes) dan soluciones estables, los modelos recurrentes dan soluciones inestables (dinámicas), lo que no siempre es aconsejable.

style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La principal aportaci&ocute;n de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Hopfield</span></span> consisti&ocute; precisamente en conseguir que tales redes recurrentes fueran as&iacute; mismo estables. Imagin&ocute; un sistema f&iacute;sico capaz de operar como una memoria auto asociativa, que almacenara informaci&ocute;n y fuera capaz de recuperarla aunque la misma se hubiera deteriorado. La Red de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Hopfield</span></span> es recurrente y completamente conectada. Funciona como una memoria asociativa no lineal que puede almacenar internamente patrones presentados de forma incompleta o con ruido. De esta forma puede ser usada como una herramienta de optimizaci&ocute;n. El estado de cada neurona puede ser actualizado a un n&uacute;mero indefinido de veces, independientemente del resto de las neuronas de la red pero en paralelo.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En la M&aacute;quina de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Boltzmann</span></span>, generalizaci&ocute;n de la red de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Hopfield</span></span> que incluye unidades ocultas, la operaci&ocute;n de actualizaci&ocute;n se basa en un concepto de termodin&aacute;mica estad&iacute;stica conocido como &quot;<span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>simulated</span></span><span style='mso-bidi-font-weight:bold'> <span class=SpellE>annealing</span></span>&quot;. La red de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Hopfield</span></span>, la m&aacute;quina de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Boltzmann</span></span> y un derivado conocido como la m&aacute;quina del teorema de campo medio se han utilizado en aplicaciones de segmentaci&ocute;n y restauraci&ocute;n de im&aacute;genes y optimizaci&ocute;n <span class=SpellE>combinacional</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La red de <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Hopfield</span></span> consiste en un conjunto de <b>N</b> elementos de procesado interconectadas que actualizan sus valores de activaci&ocute;n de forma as&iacute;ncrona e independiente del resto de las elementos de procesado. Todos los elementos son a la vez de entrada y salida. Los valores de activaci&ocute;n son binarios.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:

Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El estado del sistema esta dado por los valores de activaci&oacute;n <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Y<sub>k</sub></span></span>. La entrada de la neurona <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>k</span> en el ciclo temporal <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>t+1</span></span> viene dada por<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1032" type="#\_x0000\_t75" style='width:117.75pt;height:26.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image015.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]><![endif]></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246793469"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p><p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para obtener el nuevo valor de activaci&oacute;n se aplica una funci&oacute;n umbral.<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span> Cuando un elemento de procesado mantiene su valor de activaci&oacute;n se dice que es estable. Se llama estado estable a aquel en el cual todos <span class=GramE>la</span> elementos de procesado son estables.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Con la restricci&oacute;n extra de simetr&iacute;a en los pesos de conexi&oacute;n,<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span class=SpellE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>W<sub>jk</sub></span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;

mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'> = <span class=SpellE>W<sub>kj</sub></span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>el</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> sistema puede ser descrito mediante una funci&oacute;n energ&iacute;a de la forma<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1033" type="#\_x0000\_t75" style='width:2in;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image017.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246793470">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>A cada estado de la red se le puede atribuir una cierta cantidad de energ&iacute;a, el sistema evoluciona tratando de disminuir la energ&iacute;a mediante un proceso de relajaci&oacute;n, hasta alcanzar un m&iacute;nimo (valle) donde se estabiliza. Los m&iacute;nimos de energ&iacute;a se corresponden con los recuerdos almacenados durante el aprendizaje de la red.

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



ES'>Ante la presentaci&ocute;n de un est&iacute;mulo nuevo se obtendr&aacute; una configuraci&ocute;n inicial m&aacute;s o menos parecida a alguno de los est&iacute;mulos almacenados, el sistema evolucionar&aacute; hasta caer en una configuraci&ocute;n estable que representa el recuerdo asociado a ese est&iacute;mulo. Si la configuraci&ocute;n inicial discrepa mucho de los recuerdos almacenados podemos alcanzar alg&uacute;n m&iacute;nimo que no se corresponde a ning&uacute;n recuerdo almacenado, recuperando en ese caso una informaci&ocute;n espuria, o podr&iacute;amos no alcanzar ning&uacute;n m&iacute;nimo, quedando inestable: en ese caso dir&iacute;amos que la red est&aacute; "confundida&quot;; no es capaz de reconocer el est&iacute;mulo, no recuerda. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Una tercera posibilidad es que al cabo de unos pasos de evoluci&ocute;n empiece a repetir peri&ocute;dicamente una secuencia definida de estados; con esta din&aacute;mica se han modelado ciertas excitaciones nerviosas que regulan acciones r&iacute;tmicas y repetitivas; y se ha tratado de reproducir la memoria de secuencias temporales, por ejemplo, el recuerdo de melod&iacute;as.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

ES'>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:174pt; height:151.5pt'>

<v:imagedata src="toporedneurart\_archivos/image019.png" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
<o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Como hab&iacute;amos dicho, las neuronas se conectan todas entre s&iacute;, y consigo mismas. Para empezar se le asigna a cada unidad el valor o estado correspondiente del patr&ocute;n de entrada. En cada ciclo se elige una neurona al azar y se calcula su activaci&ocute;n seg&uacute;n la funci&ocute;n de umbral. Sea <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>n</span> el n&uacute;mero de neuronas en la red, la estimulaci&ocute;n total se calcula como la sumatoria de todas las entradas ponderadas, incluida la procedente de la misma unidad.</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-no-proof:yes'> </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>





[illegible]

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Redes de <span class=SpellE>Kohonen</span><span style='text-transform:uppercase'><o:p></o:p></span></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Existen evidencias que demuestran que en el cerebro existen neuronas que se organizan en muchas zonas, de forma que las informaciones captadas del entorno a trav&eacute;s de los &oacute;rganos sensoriales se representan internamente en forma de capas bidimensionales. Por ejemplo, en el sistema visual se han detectado mapas del espacio visual en zonas de <span class=SpellE>c&oacute;rtex</span> (capa externa del cerebro). Tambi&eacute;n en el sistema auditivo se detecta organizaci&oacute;n seg&uacute;n la frecuencia a la que cada neurona alcanza la mayor respuesta (organizaci&oacute;n <span class=SpellE>tonot&oacute;pica</span>). <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Aunque en gran medida esta organizaci&oacute;n neuronal est&aacute; predeterminada gen&eacute;ticamente, es probable que de ella se origine mediante el aprendizaje. Esto sugiere, por tanto, que el cerebro podr&iacute;a poseer la capacidad inherente de formar mapas topol&oacute;gicos de las informaciones recibidas del exterior. De hecho, esta teor&iacute;a podr&iacute;a explicar su poder de operar con elementos sem&aacute;nticos: algunas &aacute;reas del cerebro simplemente podr&iacute;an crear y ordenar neuronas especializadas o grupos con caracter&iacute;sticas de alto nivel y sus combinaciones. Se tratar&iacute;a, en definitiva, de construir mapas espaciales para atributos y caracter&iacute;sticas.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>A partir de estas ideas, T. <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Kohonen</span></span> present&oacute; en 1982 un sistema con un comportamiento semejante. Se trataba de un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de caracter&iacute;sticas de manera similar a como ocurre en el cerebro. El objetivo de <span class=SpellE>Kohonen</span> era demostrar que en un est&iacute;mulo externo (informaci&oacute;n de entrada) por si solo, suponiendo una estructura propia y una descripci&oacute;n funcional del comportamiento de la red, era suficiente para forzar la formaci&oacute;n de mapas. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

**Este modelo tiene dos variantes, denominadas LVQ (**Learning Vector Quantization**) y TPM (**Topology Preserving**) o SOM (**Self-Organizing Map**). Ambas se basan en el principio de formación de mapas topológicos para establecer características comunes entre las informaciones (vectores) de entrada a la red, aunque difieren en las dimensiones de éstos, siendo de una sola dimensión en el caso de **LVQ**, y bidimensional, e incluso tridimensional, en la red **TPM**.**

**Pertenece a la categoría de las redes competitivas o mapas de autoorganización, es decir, aprendizaje no supervisado. Poseen una arquitectura de dos capas (entrada-salida) (una sola capa de conexiones), funciones de activación lineales y flujo de información unidireccional (son redes en cascada).**

**Las unidades de entrada reciben datos continuos normalizados, se normalizan así mismo los pesos de las conexiones con la capa de salida. Tras el aprendizaje de la red, cada patrón de entrada activa una única unidad de salida.**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**En la arquitectura de la versión original (**Self-Organizing Map**)**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**El objetivo de este tipo de redes es clasificar los patrones de entrada en grupos de características similares, de manera que cada grupo active siempre la(s) misma(s) salida(s). Cada grupo de entradas queda representado en los pesos de las conexiones de la unidad de salida triunfante. La unidad de salida ganadora para cada grupo de entradas no se conoce previamente, es necesario averiguarlo después de entrenar a la red.**

**LVQ**) del modelo **Kohonen** no existen conexiones hacia atrás. Se trata de una de las **N** neuronas de entrada y **M** de salida. Cada una de las **N** neuronas de entrada se conecta a las **M** de salida a través de conexiones hacia adelante (**feedforward**).

**Entre las neuronas de la capa de salida, puede decirse que existen conexiones laterales de inhibición (peso negativo) implícitas, pues aunque no están conectadas, cada una de las neuronas va a tener cierta influencia sobre sus vecinas. El valor que se asigne a los pesos de las conexiones hacia adelante entre las capas de entrada y salida**

**W<sub>ji</sub>** durante el proceso de aprendizaje de la red va a depender precisamente de esta interacción lateral.

**La influencia que una neurona ejerce sobre las demás es función de la distancia entre ellas, siendo muy pequeñas cuando están muy alejadas. Por otra parte, la versión del modelo denominado **TPM** (**Topology Preserving Map**) trata de establecer una correspondencia entre los datos de entrada y un espacio bidimensional de salida, creando mapas topológicos de dos dimensiones, de tal forma que ante datos de entrada con características comunes se deben activar neuronas situadas en próximas zonas de la capa de salida.**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Supongamos que tenemos patrones de entrada **n** dimensiones, luego:**

**Symbol;mso-bidi-font-family:Symbol;color:blue;mso-ansi-language:ES'**<span style='mso-list:ignore'>&middot;<span style='font:7.0pt "Times New Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>  
<![endif]>  
<span class=SpellE><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'>Aleatorizar</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:  
Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> los pesos de las conexiones. Normalizar los pesos de las  
conexiones incidentes de cada unidad de salida sobre la unidad: dividir cada conexas por  
la raiz cuadrada de la suma de los cuadrados de las conexiones de cada unidad  
Normalizar igualmente los datos de entrada<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;  
margin-left:14.2pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-14.2pt;line-height:normal;  
mso-list:l3 level1 lfo7;tab-stops:list 14.2pt left 130.85pt'>  
<![if !supportLists]>  
<span  
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-fareast-font-family:  
Symbol;mso-bidi-font-family:Symbol;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span  
style='mso-list:ignore'>&middot;<span style='font:7.0pt "Times New  
Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>  
<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Aplicar un patrón de entrada.  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;  
margin-left:14.2pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-14.2pt;line-height:normal;  
mso-list:l3 level1 lfo7;tab-stops:list 14.2pt left 130.85pt'>  
<![if !supportLists]>  
<span  
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-fareast-font-family:  
Symbol;mso-bidi-font-family:Symbol;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span  
style='mso-list:ignore'>&middot;<span style='font:7.0pt "Times New  
Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>  
<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Calcular alguna medida de  
similitud/disimilitud (producto interno, distancia <span  
class=SpellE>euclidean</span> o de <span class=SpellE>Mahalanobis</span>, etc.) entre  
las entradas y los pesos de las conexiones. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;  
margin-left:14.2pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-14.2pt;line-height:normal;  
mso-list:l3 level1 lfo7;tab-stops:list 14.2pt left 130.85pt'>  
<![if !supportLists]>  
<span  
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-fareast-font-family:  
Symbol;mso-bidi-font-family:Symbol;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span  
style='mso-list:ignore'>&middot;<span style='font:7.0pt "Times New  
Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>  
<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La unidad de salida con los pesos  
más parecidos al patrón de entrada es declarada ganadora. El vector de pesos de  
la unidad ganadora, se convierte en el centro de un grupo de vectores cercanos a él.  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;  
margin-left:14.2pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-14.2pt;line-height:normal;



[illegible]

```

normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>Una vez entrenada, podemos usar a la red para clasificar patrones de entrada similares en el
espacio n-dimensional. Una clase o grupo de patrones similares tiende a controlar una neurona
específica, que representará el centro de una esfera n-dimensional (de radio
unitario, pues normalizamos los datos sobre la unidad). Esa neurona resultará la
más activada frente a los patrones más parecidos a su vector de pesos.
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;tab-stops:130.85pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;tab-stops:130.85pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Después del aprendizaje, la clasificación
consiste en presentar una entrada y seleccionar la unidad más activada. Además, el
vector de pesos nos servirá para reconstruir el patrón de
entrada.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

### 5.3. REDES COMPETITIVAS

Este es el código de la página principal de redes competitivas, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="redescompetitivas_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="redescompetitivas_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="redescompetitivas_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}

```

```

.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>REDES COMPETITIVAS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
 <o:Author>HHMM</o:Author>
 <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
 <o:Revision>1</o:Revision>
 <o:TotalTime>107</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-07-24T20:30:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-07-24T22:33:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>3213</o:Words>
 <o:Characters>17674</o:Characters>
 <o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
 <o:Lines>147</o:Lines>
 <o:Paragraphs>41</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>20846</o:CharactersWithSpaces>
 <o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
 <w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
 <w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
 <w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
 <w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Wingdings;
 panose-1:5 0 0 0 0 0 0 0 0;
 mso-font-charset:2;
 mso-generic-font-family:auto;
 mso-font-pitch:variable;
 mso-font-signature:0 268435456 0 0 -2147483648 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin-top:0cm;
 margin-right:0cm;
 margin-bottom:6.0pt;
 margin-left:0cm;
 text-align:justify;

```

```

line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
p.MsoHeader, li.MsoHeader, div.MsoHeader
{margin-top:0cm;
margin-right:0cm;
margin-bottom:6.0pt;
margin-left:0cm;
text-align:justify;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
tab-stops:center 220.95pt right 441.9pt;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
p.MsoBodyTextIndent, li.MsoBodyTextIndent, div.MsoBodyTextIndent
{margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
text-indent:35.45pt;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}
@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
{mso-list-id:504561843;

```

mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:-243635658 134873103 134873113 134873115 134873103  
 134873113 134873115 134873103 134873113 134873115;}  
 @list l0:level1  
 {mso-level-tab-stop:18.0pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:18.0pt;  
 text-indent:-18.0pt;}  
 @list l1  
 {mso-list-id:877475472;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:111565316 -472881606 134873091 134873093 134873089  
 134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}  
 @list l1:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:14.2pt;  
 text-indent:-14.2pt;  
 font-family:Symbol;}  
 @list l2  
 {mso-list-id:945845183;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:1850135944 -472881606 134873091 134873093 134873089  
 134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}  
 @list l2:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:14.2pt;  
 text-indent:-14.2pt;  
 font-family:Symbol;}  
 @list l3  
 {mso-list-id:1474443614;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:281163444 -472881606 134873091 134873093 134873089  
 134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}  
 @list l3:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;  
 mso-level-number-position:left;  
 margin-left:14.2pt;  
 text-indent:-14.2pt;  
 font-family:Symbol;}  
 @list l4  
 {mso-list-id:2030174797;  
 mso-list-type:hybrid;  
 mso-list-template-ids:-274405784 -472881606 134873091 134873093 134873089  
 134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}  
 @list l4:level1  
 {mso-level-number-format:bullet;  
 mso-level-text:\F0B7;  
 mso-level-tab-stop:14.2pt;

```

 mso-level-number-position:left;
 margin-left:14.2pt;
 text-indent:-14.2pt;
 font-family:Symbol;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:red;mso-ansi-language:
ES'>REDES COMPETITIVAS</p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>Hasta ahora hemos visto redes en las que muchas salidas están normalmente activas
a la vez. En el aprendizaje competitivo sólo una unidad de salida está activa en
cada momento.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;

```

mso-ansi-language:ES'>Las unidades de salida compiten entre si para ser la que se activa como respuesta a una entrada determinada. Un aspecto importante de la competici&oacute;n es que lleva a la optimizaci&oacute;n a nivel local sin necesidad de utilizar una serie de recursos en un control global. Esto es de especial importancia en los sistemas distribuidos en los que supone un enorme coste.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Las neuronas de una red competitiva reciben id&eacute;ntica informaci&oacute;n de la entrada, pero compiten por ser la &uacute;nica que se activa. Cada neurona se especializa en un &aacute;rea diferente del espacio de entradas, y sus salidas se pueden utilizar para representar de alguna manera la estructura del espacio de entradas. Vamos a introducir topolog&iacute;as y reglas de aprendizaje espec&iacute;ficas que est&aacute;n dirigidas a la competici&oacute;n. La competici&oacute;n se muestra como un m&eacute;todo r&aacute;pido de organizaci&oacute;n autom&aacute;tica de los recursos de la red y se ha mostrado muy efectiva en la pr&aacute;ctica.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=Spelle><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Stephen</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> <span class=Spelle>Grossberg</span> introdujo la mayor parte de las ideas de las redes competitivas. Sus redes trabajan en tiempo continuo y se definen en t&eacute;rminos matem&aacute;ticos complejos.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=Spelle><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Teuvo</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> <span class=Spelle>Kohonen</span> introduce un estilo m&aacute;s pr&oacute;ximo a la ingenier&iacute;a y adopta una serie de principios f&aacute;cilmente <span class=Spelle>implantables</span> en sistemas digitales. Present&oacute; en 1982 un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de caracter&iacute;sticas de manera similar a como ocurre en el cerebro, a trav&eacute;s de una organizaci&oacute;n matricial de neuronas artificiales.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La competici&oacute;n puede ser de dos tipos:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES

style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>• <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Competici&oacute;n dura</span>, s&oacute;lo una neurona consigue los recursos<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>• <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>Competici&oacute;n blanda</span>, hay un vencedor claro, pero sus vecinos comparten un peque&ntilde;o porcentaje de los recursos del sistema.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En neurobiolog&iacute;a, la competici&oacute;n blanda est&aacute; ampliamente extendida y ha sido la inspiraci&oacute;n para los modelos desarrollados hasta el momento.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Una red de neuronas competitiva t&iacute;pica consiste en una capa de neuronas en la que todas reciben la misma entrada. La neurona que presenta la mejor salida (la m&aacute;xima o la m&iacute;nima seg&uacute;n el criterio) es declarada vencedora. El concepto de elegir un vencedor a menudo requiere un controlador global que compare cada salida con todas las dem&aacute;s.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Deseamos construir una red que encuentre la mayor o la menor salida, sin necesidad de control global. Este sistema se denomina a menudo <span class=SpellE>winner</span>-<span class=SpellE>take</span>-<span class=SpellE>all</span> (el ganador lo consigue todo)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'>Redes <span class=SpellE>winner</span>-<span class=SpellE>take</span>-<span class=SpellE>all</span></span></p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Supongamos <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N</span> entradas <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>X<sub>1</sub></span>, <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>X<sub>2</sub></span><span class=GramE>, ...</span>, <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>X<sub>N</sub></span>. Queremos crear una red de <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N </span>salidas que de una &uacute;nica salida positiva en la neurona que corresponde a la entrada m&aacute;s grande, mientras todas las dem&aacute;s neuronas presentan salida “<span style='mso-bidi-font-weight:bold'>0</span>”.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f"><v:stroke jointstyle="miter"/><v:formulas><v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/><v:f eqn="sum @0 1 0"/><v:f eqn="sum 0 0 @1"/><v:f eqn="prod @2 1 2"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @0 0 1"/><v:f eqn="prod @6 1 2"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/><v:f eqn="sum @8 21600 0"/><v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/><v:f eqn="sum @10 21600 0"/></v:formulas><v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/><o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/></v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:113.25pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image001.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub></p><!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803571">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Una posible topolog&iacute;a ser&iacute;a la de la figura:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:271.5pt;height:80.25pt'>  
 <v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image003.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Cada neurona tiene una autoalimentaci&oacute;n con peso fijo 1 y est&aacute; conectada lateralmente a todas las dem&aacute;s neuronas por pesos negativos e con <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>>0 &lt; &#949; &lt; 1/N</span>.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Suponemos todas las entradas positivas, la pendiente de las neuronas igual a 1 y la condi&iacute;n inicial sin entrada es salida 0. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Al presentar una entrada, la conexi&oacute;n lateral lleva a todas las neuronas hacia 0. Seg&uacute;n las m&aacute;s

pequeñas se aproximan a 0, la más grande será; menos afectada por las conexiones laterales. A la vez, la autoalimentación eleva su salida, lo que refuerza la tendencia a 0 de las otras neuronas. Las neuronas compiten por la actividad de salida y sólo una lo consigue.

La salida que queremos obtener de la red es

por

</v:shape><![endif-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803573">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;  
 mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;  
 mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span  
 lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES'>donde</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> <span  
 style='mso-bidi-font-weight:bold'>i\*</span> es la neurona ganadora. Todas las dem&aacute;s  
 mantienen sus pesos anteriores.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;  
 mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'>El tama&ntilde;o del paso <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>&#951; (0&lt; &#951;  
 &lt;1)</span> controla el tama&ntilde;o de la actualizaci&oacute;n en cada paso. Si es grande la  
 red converger&aacute;r&aacute;pido pero ser&aacute; menos estable. Se puede usar un paso  
 variable comenzando por uno grande y disminuy&eacute;ndolo  
 progresivamente.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;tab-stops:35.4pt'><span style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:  
 Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;  
 mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Un criterio l&oacute;gico para seleccionar el ganador en  
 una red de este tipo podr&iacute;a ser la proximidad, as&iacute; la neurona m&aacute;s  
 pr&oacute;xima a la entrada actual ser&iacute;a la vencedora.<span style='mso-  
 spacerun:yes'>&nbsp;</span>Mediante el producto escalar <span  
 class=SpellE>w<sup>t</sup>&middot;x</span>. </span><span  
 lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;  
 mso-ansi-language:ES'>Cuanto m&aacute;s pr&oacute;ximos est&eacute;n los vectores, mayor  
 ser&aacute; el resultado. Este criterio es tambi&eacute;n sensible al tama&ntilde;o de los vectores,  
 por lo que habr&iacute;a que normalizarlos, lo que afectar&iacute;a a las  
 entradas.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'>• Mediante la <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>distancia <span

class=Spelle>eucl&iacute;dea</span></span>: Es una funci&oacute;n cara (por la

ra&iacute;z)</o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:113.25pt;height:27.75pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image009.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803574">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>• Mediante la <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>norma L1<b><o:p></o:p></b></span></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1031" type="#\_x0000\_t75" style='width:104.25pt;height:24.75pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image011.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803575">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

[illegible]

[illegible]

·

Cada neurona actúa como un codificador de dicha información.

·

El aprendizaje competitivo es no supervisado, es decir, no necesita una colección de respuestas deseadas previa al aprendizaje.

·

En las redes estudiadas hasta ahora, todos los pesos responden en mayor o menor grado al espacio total de entradas, mientras que en estas cada neurona se especializa en una porción de dicho espacio.

·

En las redes estudiadas hasta ahora, todos los pesos responden en mayor o menor grado al espacio total de entradas, mientras que en estas cada neurona se especializa en una porción de dicho espacio.

El algoritmo competitivo permite a una red mono-capa agrupar y representar datos que están situados en un mismo entorno en el espacio de entradas. Cada entorno se representa por la salida de una única neurona. Los pesos de cada neurona representan puntos en el espacio de entrada llamados





[illegible]

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803577">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>donde</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>g</span></span><sub><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>i</span></sub><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> es el centro de la clase <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>C<sub>i</sub></span></span>. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El algoritmo asigna en forma aleatoria los datos a las clases y calcula los centros seg&uacute;n la f&oacute;rmula:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1033" type="#\_x0000\_t75" style='width:60pt;height:30.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image017.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803578">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>reasigna</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> los datos a la celda m&acute;s cercana y repite el c&acute;lculo.</span></p><p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span></span></span></p><p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Se puede demostrar que <b>J</b> decrece en cada paso hasta que alcanza un m&iacute;nimo. Si consideramos <b>J</b> como criterio de comportamiento, su m&iacute;nimo se puede obtener utilizando el gradiente respecto de las inc&ocirc;nitas (los centros). Y utilizando la misma t&eacute;cnica de la regresi&ocirc;n lineal, un algoritmo de modificaci&ocirc;n de los centros ser&iacute;a:</span></p><p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span></span></span></p><p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style='width:102pt;height:15pt' o:ole=""><v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image019.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803579"></o:OLEObject></xml><![endif]--><span></span></p><p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span></span></span></p><p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>que</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> coincide exactamente con la actualizaci&ocirc;n de una red competitiva si relacionamos el centro de la celda con el peso de la neurona i-<span class=Spelle>esima</span>. Es claro que las redes competitivas implementan una versi&ocirc;n <span class=Spelle>on</span>-<span class=Spelle>line</span> del algoritmo cl&acute;sico de agrupaci&ocirc;n en celdas.</span></p><p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:

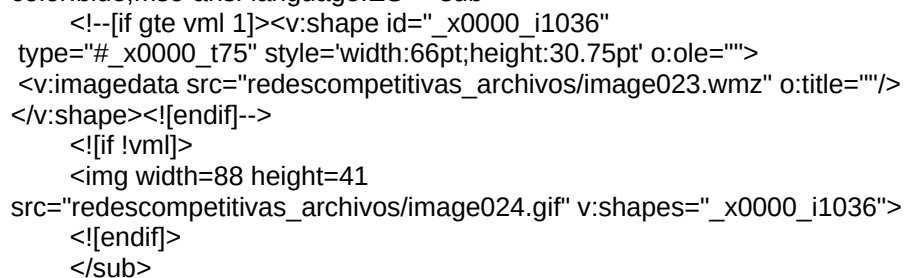
[illegible]



$\frac{dV}{dt} = -\frac{V}{\tau} + I_{\text{ext}} - I_{\text{ion}}$

es la salida de la competencia actual (1 si gana, 0 si pierde),  $\tau$  es una constante positiva pequeña (0.0001). Así, si la neurona gana  $\frac{dV}{dt} > 0$  aumenta y si pierde disminuye, de modo que si una neurona no gana nunca,  $\frac{dV}{dt} < 0$  es negativo y si gana muchas veces se hace relativamente grande.

Cada neurona actualiza su propio umbral segmental la siguiente fórmula:



donde

mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>g</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> es una constante positiva (10 puede ser un buen valor).<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>b<sub>i</sub></span></span> es el t&eacute;rmino de penalizaci&oacute;n por ganar demasiado a menudo y se resta de la distancia <span class=SpellE>eucl&iacute;dea</span> (si se considera el producto escalar se suma). <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:54.75pt;height:15pt o:ole=""><v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image025.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]>>

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803582">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]>>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Si la neurona gana m&aacute;s de lo que le corresponde, <span class=SpellE>b<sub>i</sub></span> ser&aacute; negativo y la distancia a la entrada actual, y por tanto las posibilidades de ganar, disminuyen. Despu&eacute;s de determinar el ganador, los pesos se actualizan seg&uacute;n la regla competitiva.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



El número de centros, determinado por el número de neuronas, afecta a la calidad de la agrupación. El problema es que nada en el algoritmo nos permite encontrar el mejor número de celdas. El diseñador debe elegir ese número, bien utilizando información sobre el problema o bien por ensayo y error.

Otro problema que no tiene solución es el hecho de que no hay manera de medir hasta qué punto es buena la neurona vencedora. Sabemos que la neurona que gana es la más cercana a la entrada, pero no podemos cuantificar si está cerca o lejos de los pesos de la neurona.

**Competición blanda**

Hasta ahora en la competición solo había un ganador, una neurona permanece activa y todas las demás están inactivas. La competición blanda permite no solo a la ganadora, sino también a sus vecinas estar activas. Crea una bolsa de actividad en el espacio de salida donde la neurona más próxima es la más activa y sus vecinas están menos activas. Una red de este tipo se puede crear usando alimentación lateral. En este caso los pesos laterales varían según la distancia a la neurona vencedora. Las neuronas cercanas se excitan unas a otras, mientras que inhiben a las alejadas. Se actualizan varios pesos por cada patrón que se presenta pero atenuándose la actualización según la distancia.

La competición blanda construye relaciones de vecindad entre las neuronas i.e. establece una especie de metríca en el espacio de salida. Al contrario que las estructuras anteriores, posibilita la existencia de aplicaciones topológicas, que conservan las relaciones de vecindad. Una de las aplicaciones importantes es la reducción de datos conservando la

información de proximidad entre ellos. Las proyecciones creadas con esta técnica conservan en detalle la estructura celular de los datos. Si dos entradas se transforman en salidas próximas, aquellas deben también ser próximas en el espacio de entrada.

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><b><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'>Redes de <span class=SpellE>Kohonen</span></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><b><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><span class=SpellE><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'>Teuvo</span></span><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'> <span class=SpellE>Kohonen</span> presentó en 1982 un modelo de red neuronal con capacidad para formar mapas de características de manera similar a como ocurre en el cerebro, intenta simular los mapas topológicos de los fenómenos sensoriales y motores existentes en el cerebro, a través de una organización matricial de neuronas artificiales. Una de las propiedades importantes del cerebro es el significativo orden de sus unidades de proceso. Este orden hace que unidades estructuralmente idénticas tengan una diferente funcionalidad debida a parámetros internos que evolucionan de forma diferente según dicha ordenación de las células. Esta propiedad parece ser de fundamental importancia para la representación de imágenes visuales, abstracciones, etc.

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'>Cuando pensamos realizamos una compresión de la información formando representaciones reducidas con los aspectos más relevantes de las mismas, sin que se produzca por ello ninguna pérdida de conocimiento acerca de las interrelaciones entre ellas. El propósito parece ser la creación de imágenes a varios niveles de abstracción.

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom: 0cm; margin-bottom: .0001pt; line-height: normal; mso-layout-grid-align: none; text-autospace: none'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt; mso-bidi-font-family: Arial; color: blue; mso-ansi-language: ES'>La estructura topológica de la red absorbe a su vez aquella que se produce entre las características de los datos, y por tanto el sistema no es solo capaz de realizar una clasificación de los estímulos, sino que además nos pondrá de

relieve y conservar&aacute; las relaciones existentes entre las diferentes clases obtenidas.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El objetivo de <span class=SpellE>Kohonen</span> era demostrar que un est&iacute;mulo externo (informaci&oacute;n de entrada) por s&iacute; solo, suponiendo una estructura propia y una descripci&oacute;n funcional del comportamiento de la red, era suficiente para forzar la formaci&oacute;n de mapas topol&oacute;gicos de <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>las</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> informaciones recibidas del exterior.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El modelo tiene dos variantes:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>• </span></b><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US;mso-bidi-font-weight:bold'>LVQ </span><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>(learning quantization)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>• <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>TPM </span>o <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>SOM </span>(topologic preserving map, o self </span><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'>organizing map).<o:p></o:p></span></p>

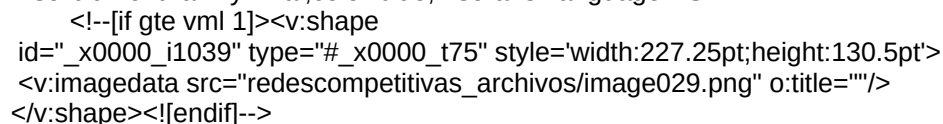
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

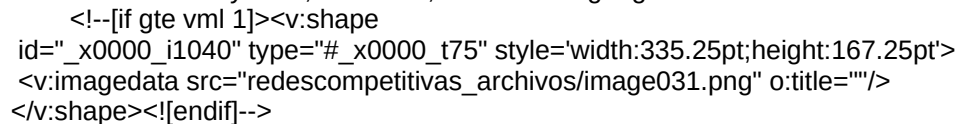
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Los vectores de entrada a la red pueden ser de diferentes dimensiones, siendo en el caso de <b>LVQ</b> de una dimensi&oacute;n, y en el caso de <span



laterales son gradualmente más débiles a medida que nos alejamos de la neurona en cuestión.

Las influencias laterales se suelen representar por una Gaussiana: mientras más cercana más influencia, si la distancia es muy grande, la influencia llega a ser despreciable





Arquitectura SOM

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Trata de establecer una correspondencia entre los datos de entrada y un espacio bidimensional de salida, de modo que ante datos con caracter&iacute;sticas comunes se activen neuronas situadas en zonas pr&oacute;ximas de la capa de salida. Cada neurona de la capa de entrada est&aacute; conectada con cada una de las neuronas de la capa de salida mediante pesos. Las interacciones laterales siguen existiendo en relaci&oacute;n con la distancia que se toma como una zona bidimensional alrededor de la neurona.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1041" type="#\_x0000\_t75" style='width:390pt;height:86.25pt'> <v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image033.png" o:title=""/> </v:shape><![endif-->

<![if !vml]>



<![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Se presenta a la entrada una informaci&oacute;n en forma de vector de N componentes (la capa de entrada tiene <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>N</span></span> neuronas)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Las M neuronas que forman la capa de salida reciben la informaci&oacute;n a trav&eacute;s de conexiones hacia delante con pesos<b> </b><span class=SpellE><span style='mso-bidi-font-weight:bold'>w<sub>ji</sub></span></span><b> </b>y tambi&eacute;n a trav&eacute;s de las conexiones laterales con el resto de las neuronas de la capa de salida, de manera que la red evoluciona hasta encontrar una situaci&oacute;n estable en la que se activa una neurona de salida, esta es la vencedora. Una vez encontrada la vencedora, los pesos se actualizan, no s&oacute;lo para la vencedora, sino para todas las de su entorno.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal; mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size: 10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para simplificar los c&aacute;culos, se supone que la inhibici&oacute;n lateral produce una distribuci&oacute;n <span class=SpellE>gaussiana</span> centrada en la neurona vencedora, as&iacute;, en lugar de calcular recursivamente la actividad de cada neurona, simplemente encontramos la ganadora y suponemos que las otras tienen una actividad proporcional a la funci&oacute;n <span class=SpellE>gaussiana</span> evaluada en la distancia entre dicha neurona y la ganadora.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1042" type="#\_x0000\_t75" style='width:177.75pt;height:15.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image035.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1042"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803583">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1043" type="#\_x0000\_t75" style='width:77.25pt;height:35.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image037.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1043"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803584">

</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Donde <i>d </i>es la distancia entre las neuronas y s disminuye con la iteraci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La <span class=SpellE>gaussiana</span> comienza por cubrir casi todo el espacio y se reduce progresivamente hasta ser casi exclusivamente la vencedora la que se actualiza. Para las cercanas a la vencedora, las actualizaciones se reducen exponencialmente seg&uacute;n la distancia a aquella.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Seg&uacute;n se reduce la <span class=SpellE>gaussiana</span>, la red cambia de competici&oacute;n muy blanda a casi dura.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1044" type="#\_x0000\_t75" style='width:177.75pt;height:15.75pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="redescompetitivas\_archivos/image039.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1044"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803585">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>



```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1045" type="#_x0000_t75" style='width:77.25pt;height:35.25pt'
o:ole="">
<v:imagedata src="redescompetitivas_archivos/image037.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246803586">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>La red de Kohonen es tan diferente de las otras debido a su
capacidad para trasladar la estructura del espacio de entradas al espacio de salidas:
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-ansi-language:ES'>crea<span lang=ES style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> un espacio de salidas discreto donde
se conservan las relaciones topol&ocute;gicas entre los elementos del espacio de entrada, lo que
quiere decir que la distribuci&ocute;n de los datos de entrada se conserva
aproximadamente.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>La conservaci&ocute;n de los entornos es importante para aplicaciones que requieren la
conservaci&ocute;n de una métrica en el espacio de entradas y la red lo hace de una
manera no supervisada.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>La regla de competici&ocute;n lleva los vectores de pesos hacia la entrada actual, como la
vencedora y sus vecinas se actualizan en cada paso, todas ellas se mueven hacia la misma

```

posici&oacute;n, aunque las vecinas lo hacen m&aacute;s lentamente a medida que la distancia aumenta. Esto organiza las neuronas de modo que las que est&aacute;n en un entorno comparten la representaci&oacute;n del mismo &aacute;rea del espacio de entradas, independientemente de su localizaci&oacute;n inicial La selecci&oacute;n de los par&aacute;metros es muy importante para conseguir una buena representaci&oacute;n. Normalmente se distinguen dos fases en el periodo de aprendizaje: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;margin-left:18.0pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-18.0pt;line-height:normal;mso-list:l0 level1 lfo5;tab-stops:list 18.0pt 36.0pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'>

<![if !supportLists]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-fareast-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span style='mso-list:ignore'>1.<span style='font:7.0pt "Times New Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>

<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Organizaci&oacute;n topol&oacute;gica </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>de los pesos, i. e. definici&oacute;n de los entornos (supondremos que precisa de <span style='mso-bidi-font-weight:bold'>No.</span> iteraciones)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;margin-left:18.0pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-18.0pt;line-height:normal;mso-list:l0 level1 lfo5;tab-stops:list 18.0pt 36.0pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'>

<![if !supportLists]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-fareast-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span style='mso-list:ignore'>2.<span style='font:7.0pt "Times New Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>

<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Convergencia </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>en la que las neuronas se ajustan con precisi&oacute;n a los detalles de la distribuci&oacute;n de las entradas<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;margin-left:18.0pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-18.0pt;line-height:normal;mso-list:l0 level1 lfo5;tab-stops:list 18.0pt 36.0pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'>

<![if !supportLists]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-fareast-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;



<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1047"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246803588">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]>  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:0cm;margin-bottom:0cm;  
margin-left:18.0pt;margin-bottom:.0001pt;text-indent:-18.0pt;line-height:normal;  
mso-list:l0 level1 lfo5;tab-stops:list 18.0pt 36.0pt;mso-layout-grid-align:  
none;text-autospace:none'>  
<![if !supportLists]>  
<span lang=ES style='font-size:  
10.0pt;mso-ansi-language:ES'><span style='mso-list:ignore'>4.<span style='font:7.0pt "Times New  
Roman"'>&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span>  
<![endif]>  
<span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La segunda fase (de convergencia) es  
usualmente mucho m&aacute;s larga, el coeficiente de aprendizaje se debe conservar  
peque&ntilde;o (0.01) y los entornos muy peque&ntilde;os (s&oacute;lo la neurona vencedora o sus  
m&aacute;s pr&oacute;ximas) El n&uacute;mero de neuronas se decide de manera experimental.  
Aumentando el n&uacute;mero, se mejora la aproximaci&oacute;n del espacio de salidas, pero  
tambi&eacute;n incrementa enormemente el tiempo de entrenamiento. Para aprender nuevos  
datos, hay que repetir completamente todo el proceso de aprendizaje, con todos los  
patrones.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'>Aplicaciones de la red de <span class=SpellE>Kohonen</span><o:p></o:p></span></b></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
ES'>El modelo de <span class=SpellE>Kohonen</span> es muy utilizado en la  
computaci&oacute;n neuronal, a pesar de sus limitaciones debido a la duraci&oacute;n del proceso  
de aprendizaje. Las aplicaciones que m&aacute;s destacan de los mapas de <span  
class=SpellE>Kohonen</span> son las relacionadas con el reconocimiento de patrones, o  
extracci&oacute;n de caracter&iacute;sticas, por ejemplo reconocimiento de voz reconocimiento de  
texto manuscrito codificaci&oacute;n de datos compresi&oacute;n de im&aacute;genes  
resoluci&oacute;n de problemas de optimizaci&oacute;n.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Reconocimiento de voz</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>: un prototipo ideado por <span class=SpellE>Kohonen</span> para convertir en tiempo real el habla, en texto escrito, a partir de un vocabulario limitado: entrada 15 neuronas a trav&eacute;s de las cuales recibe las componentes de frecuencia que caracterizan a los diferentes fonemas que forman las palabras, estas frecuencias se obtienen mediante un micr&eacute;fono y un <span class=SpellE>preprocesador</span> anal&eacute;gico y digital, ante fonemas parecidos se active en la red neurona pr&eacute;ximas de salida, creando al final un mapa <span class=SpellE>fonot&eacute;pico</span>. En la fase de funcionamiento, al escuchar una palabra la debe dividir <span class=SpellE>secuencialmente</span> en fonemas que se presentan a la red que los recibe y activa una u otra neurona de salida, recorriendo un camino a trav&eacute;s del mapa <span class=SpellE>fonot&eacute;pico</span> que da lugar a la <span class=SpellE>transcripci&eacute;n</span> fon&eacute;tica de la palabra.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Reconocimiento de texto manuscrito:<b></b></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Al igual que en el reconocimiento de voz, vamos a construir un mapa <span class=SpellE>grafot&eacute;pico</span>, que convierte texto manuscrito, en un texto est&aacute;ndar con caracteres en ASCII.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>Resoluci&eacute;n de problemas de optimizaci&eacute;n</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>, como el problema del viajante, de establecer el camino <span class=GramE>mas</span> corto entre una serie de ciudades sin pasar dos veces por la misma ciudad. La red debe constar de tantas neuronas de salida como ciudades del recorrido, y como entrada necesitar&aacute; dos neuronas para representar las coordenadas en el plano. Lo que hay que hacer es entrenar la red para que aprenda la situaci&eacute;n geogr&aacute;fica de cada una de las ciudades<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>
</td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

## 5.4. BACK-PROPAGATION

Este es el código de la página principal de back propagation, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="backpropagation_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="backpropagation_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="backpropagation_archivos/oledata.mso">
<!--[if !mso]>
<style>
v\:.* {behavior:url(#default#VML);}
o\:.* {behavior:url(#default#VML);}
w\:.* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>BACK-PROPAGATION</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>1</o:Revision>
<o:TotalTime>110</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-24T22:43:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-25T01:32:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>904</o:Words>
<o:Characters>4972</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>41</o:Lines>
<o:Paragraphs>11</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>5865</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
```

```

<w:Compatibility>
 <w:BreakWrappedTables/>
 <w:SnapToGridInCell/>
 <w:WrapTextWithPunct/>
 <w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Wingdings;
 panose-1:5 0 0 0 0 0 0 0 0;
 mso-font-charset:2;
 mso-generic-font-family:auto;
 mso-font-pitch:variable;
 mso-font-signature:0 268435456 0 0 -2147483648 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin-top:0cm;
 margin-right:0cm;
 margin-bottom:6.0pt;
 margin-left:0cm;
 text-align:justify;
 line-height:150%;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-fareast-language:ES;}

p.MsoHeader, li.MsoHeader, div.MsoHeader
 {margin-top:0cm;
 margin-right:0cm;
 margin-bottom:6.0pt;
 margin-left:0cm;
 text-align:justify;
 line-height:150%;
 mso-pagination:widow-orphan;
 tab-stops:center 220.95pt right 441.9pt;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-fareast-language:ES;}

span.Spelle
 {mso-style-name:"";
 mso-spl-e:yes;}

span.GramE

```

```

 {mso-style-name:"";
 mso-gram-e:yes;}
@page Section1
 {size:612.1pt 792.1pt;
 margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
 mso-header-margin:35.45pt;
 mso-footer-margin:35.45pt;
 mso-paper-source:0;}
div.Section1
 {page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
 {mso-list-id:1640262422;
 mso-list-type:hybrid;
 mso-list-template-ids:-472586330 201981953 201981955 201981957 201981953
201981955 201981957 201981953 201981955 201981957;}
@list l0:level1
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:36.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;
 font-family:Symbol;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
<o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">

```



<div class="Section1"> <p><b>BACK-PROPAGATION</b></p> <p>Presentado por primera vez por <span style="color:blue">Paul Werbos</span> en 1974 fue reinventado independientemente por David <span style="color:blue">Parker</span> en 1982 El perceptrón estaba limitado a dos capas de unidades de procesamiento, con una de pesos adaptables. Eso significa que puede clasificar patrones linealmente separables. Back-Propagation adapta dos o más capas de pesos y utiliza una regla de aprendizaje mucho más sofisticada. Entrena capas ocultas y cada una de ellas actúa como una capa de detector de características, unidades que responden a una característica concreta en los patrones de entrada. Estos detectores se organizan durante el aprendizaje y se acoplan a la tarea específica de la red. Es capaz de identificar un conjunto efectivo de características discriminantes automáticamente. Estas redes son uno de los tipos más usados en el campo de las redes de neuronas.</p> <p>Utilizan un método de aprendizaje simple y claro en grandes sistemas compuestos de subsistemas elementales que pueden ser representados por funciones bien definidas y diferenciables. Está basado en conceptos de aprendizaje naturales, si la red da una respuesta incorrecta, los pesos son corregidos de manera que el error cometido disminuya y que en el futuro el resultado de la red ante el mismo patrón de entrada sea un poco más correcto.</p> <p>Entre sus aplicaciones destacan:</p> <p></p> </div>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

[illegible]

lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Este tipo de redes es de los m&aacute;s utilizados para el desarrollo de problemas basados en el aprendizaje supervisado<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">

<v:stroke joinstyle="miter"/>

<v:formulas>

<v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>

<v:f eqn="sum @0 1 0"/>

<v:f eqn="sum 0 0 @1"/>

<v:f eqn="prod @2 1 2"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @0 0 1"/>

<v:f eqn="prod @6 1 2"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>

<v:f eqn="sum @8 21600 0"/>

<v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>

<v:f eqn="sum @10 21600 0"/>

</v:formulas>

<v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>

<o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>

</v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:249pt; height:208.5pt'>

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image001.png" o:title="&#18;&#35056;&#30713;&#4800;&#30708;&#65535;&#65535;&#2743;&#30709;&#59041;&#30693;">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1027" type="#\_x0000\_t75" style='width:275.25pt;height:90.75pt'>

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image003.png" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:  
 none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:  
 none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES'>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026"  
 type="#\_x0000\_t75" style='width:270.75pt;height:90.75pt'>  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image005.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]><!-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:  
 none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'>Teorema de Convergencia del Back-</span><o:p></o:p></span></b></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'>Dado el conjunto de patrones de aprendizaje, </span>. de pares  
 est&iacute;mulo respuesta.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:  
 none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:black;mso-ansi-language:ES'>X = {(l,  
 t<sub>1</sub>),..., (X<sup>P</sup>, p),...  
 (X<sup>L</sup>, L)</span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span

lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>Si los est&iacute;mulos  $X^{1}$ ,  $X^{2}$ , ...,  $X^{L}$ , se propagan hacia adelante en la red definida mediante un perceptr&ocute;n <span class=SpellE>multicapa</span> con una capa de entrada (<span class=SpellE>input</span> <span class=SpellE>layer</span>), un n&uacute;mero indeterminado cualquiera de capas ocultas (<span class=SpellE>hidden</span> <span class=SpellE>layer</span>), y una capa de salida (output <span class=SpellE>layer</span>), es posible hallar los pesos de forma que para las entradas  $X^{P}$ , se obtengan las salidas  $tp = (t_{p1}, \dots, t_{pj}, \dots)$ .</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Inicialmente se asignan valores aleatorios a los pesos. En un instante determinado el peso gen&eacute;rico de la conexi&ocute;n que une la neurona “i” de una cierta capa, con la neurona “j” de una capa posterior es “<span class=SpellE>wij</span>”.</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:309.75pt;height:229.5pt'><v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image007.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Si con esos pesos gen&eacute;ricos, al propagar hacia delante el patr&ocute;n  $X^{P}$  se obtiene la salida  $o = (o_{p1}, o_{p2}, \dots, o_{pj}, \dots)$ , lo que se pretende es hallar en que forma se pueden actualizar dichos pesos para que disminuya el error.</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'>

normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

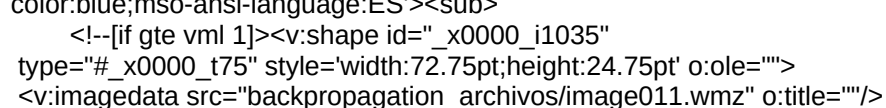
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814372">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

X^P, la activación de la neurona  $j$ , se define por:



</sub>

566

</v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814373">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Y la funci&ocute;n de transferencia no lineal <span class=SpellE>fj</span><i> </i>asociada a una c&eacute;lula cualquiera <i>j</i>, nos dar&aacute; la salida <span class=SpellE>o<sub>pj</sub></span></span> de dicha unidad, es decir:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:275.25pt;height:81pt'>  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image013.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Se utilizan, adem&aacute;s de la funci&ocute;n escal&ocute;n, otras funciones no lineales, con un comportamiento similar, pero con la ventaja de ser derivables.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>

```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:333.75pt;height:158.25pt'>
<v:imagedata src="backpropagation_archivos/image015.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>Si<span lang=EN-US
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
EN-US'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:center;line-height:normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:275.25pt;height:81pt'>
<v:imagedata src="backpropagation_archivos/image013.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:
Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'>Haciendo<span
lang=EN-US style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-ansi-language:EN-US'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:center;line-height:normal'><span lang=EN-US style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-US'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:60pt;height:32.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="backpropagation_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246814374">
</o:OLEObject>

```



</xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Por la regla de la cadena<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:186pt;height:32.25pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image019.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814375">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Por tanto,<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1038" type="#\_x0000\_t75" style='width:371.25pt;height:33pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image021.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814376">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES

<span lang=ES><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Luego <span class=GramE>si </span> <span class=GramE>es</span> un coeficiente positivo, la regla de actualizaci&oacute;n ser&aacute;:</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:68.25pt;height:15.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image023.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1039" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814377">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>siendo</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1040" type="#\_x0000\_t75" style='width:131.25pt;height:32.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image025.wmz" o:title="">

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814378">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;

color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>Pero seg&uacute;n se defini&oacute; anteriormente:</span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1041" type="#\_x0000\_t75" style='width:59.25pt;height:15.75pt' o:ole="">

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image027.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814379">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>luego</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>:</span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1042" type="#\_x0000\_t75" style='width:81.75pt;height:32.25pt' o:ole="">

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image029.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<!--[if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1042" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814380">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para calcular</span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1043" type="#\_x0000\_t75" style='width:30.75pt;height:32.25pt'

o:ole="">  
<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image031.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1043"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814381">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>Consideraremos dos casos:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>Si la <span class=GramE>neurona "</span>j" es de salida, entonces como:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1044" type="#\_x0000\_t75" style='width:93pt;height:30.75pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image033.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1044"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814382">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>Se tendr&aacute; que:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;

mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1045" type="#\_x0000\_t75" style='width:398.25pt;height:32.25pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image035.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1045"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814383">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'>Observamos que <i>j</i> se utiliza tanto para el sumando gen&eacute;rico como para el  
 particular.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue;mso-ansi-language:ES'>Luego, si "j" es de salida; <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1046" type="#\_x0000\_t75" style='width:123pt;height:26.25pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image037.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1046"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814384">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:  
 ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES

Caso 2

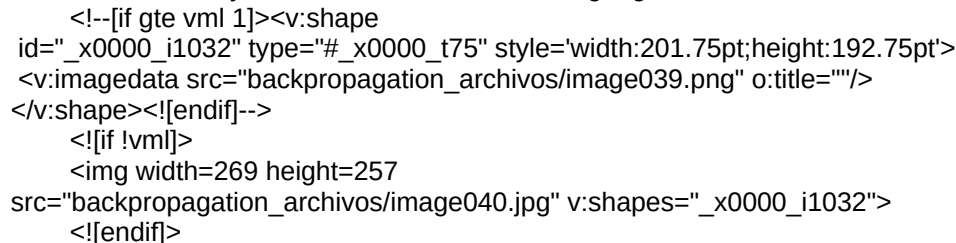
 

Si la neurona j, no es de salida habr una capa posterior (*ndice “k”*), llegando una actividad net<sub>pk</sub> *a* todas sus c



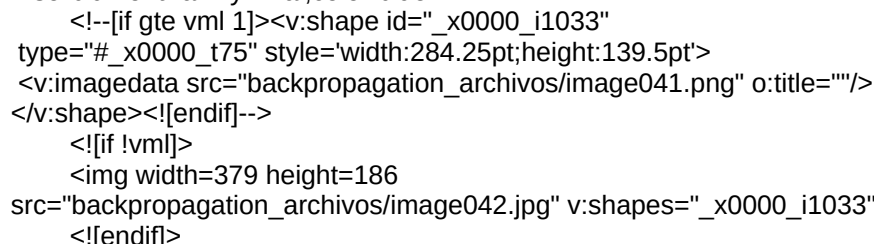
 

El error E<sub>p</sub>, depende entonces, en alguna manera, de las activaciones que llegan a las neuronas de la capa donde se encuentra la neurona “k”, es decir, de net<sub>p1</sub>, ..., net<sub>pk</sub>, ... Por otra parte cada activaci

n net<sub>pk</sub> depende de los salidas de las neuronas de la capa anterior, es decir, de net<sub>p1</sub>, ..., net<sub>pj</sub>, .... Se tendr



normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Luego la matriz, asociada a la diferencial de la funci&oacute;n que hace depender <span class=SpellE>Ep</span> de (o<sub>p1</sub>, ..., <span class=SpellE>o<sub>pj</sub></span>.), ser&aacute; igual al producto de las matrices de las diferenciales de las funciones que hacen depender a <span class=SpellE>Ep</span> de (net<sub>p1</sub>, .. , net<sub> <span class=SpellE>pk</span></sub>, ...) y a (net<sub> p1</sub>, .. , net<sub> <span class=SpellE>pk</span></sub>, ...) de (o<sub> p1</sub>, .. , o<sub> <span class=SpellE>pj</span></sub>, ...),<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES'>luego</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1047" type="#\_x0000\_t75" style='width:297.75pt;height:90.75pt' o:ole=""> <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image043.wmz" o:title=""/> </v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1047" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814386">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Lo cual quiere decir que:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1048" type="#\_x0000\_t75" style='width:279.75pt;height:32.25pt' o:ole=""> <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image045.wmz" o:title=""/> </v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

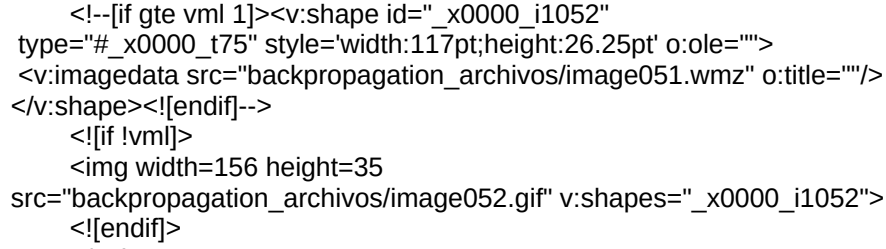
  
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1048"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814387">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>es</span></span><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'> decir, si “j” no es de  
 salida<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1049"  
 type="#\_x0000\_t75" style='width:108pt;height:24.75pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image047.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1049"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814388">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:  
 normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;  
 color:blue'>Por tanto la regla de actualizaci&ocute;n<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;  
 text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;  
 mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><sub>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1050"  
 type="#\_x0000\_t75" style='width:68.25pt;height:15.75pt' o:ole="">  
 <v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image049.wmz" o:title="">  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 </sub>  
 <!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1050"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814389">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>



$\text{Si } j \text{ es de salida}$



$\text{Si } j \text{ no es de salida}$



Para el caso en que las funciones de transferencia sean las funciones logísticas (sigmoides), es decir si  $p_j$  es la funci $\acute{o}$ n:

$$id = \text{"_x0000\_i1053"} \text{ type} = \text{"\#\_x0000\_t75"} \text{ style} = \text{"width:65.25pt; height:27.75pt"}$$

o:ole="">  
<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image053.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1053"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814392">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue'>Entonces<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1054"  
type="#\_x0000\_t75" style='width:281.25pt;height:33pt' o:ole="">  
<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image055.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>  
<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1054"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814393">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial; mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type: symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>g</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'> <span class=GramE>si</span> j es de salida se verifica que f(<span class=SpellE>net<sub>pj</sub></span>) es igual a la salida de la unidad j es decir <span class=SpellE>o<sub>pj</sub></span><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height: normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal;tab-stops:35.4pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1055" type="#\_x0000\_t75"

>

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image057.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1055"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814394">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'> cuando "j" no es de salida<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape

id="\_x0000\_i1056" type="#\_x0000\_t75" style='width:221.25pt;height:26.25pt' o:ole="">>

<v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image059.wmz" o:title=""/>

</v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1056"

DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814395">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

</span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Algoritmo

Back-<span class=SpellE>Propagation</span><o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span

lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>1.- Se inicializan los pesos <span class=Spelle>w<sub>ij</sub></span><sub> </sub>y los umbrales con valores aleatorios (y peque&ntilde;os)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>2.- Se presenta una entrada <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1057" type="#\_x0000\_t75" style='width:1in;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image061.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1057" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814396">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>y</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> su respuesta deseada<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1058" type="#\_x0000\_t75" style='width:66.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image063.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1058" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814398">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;

text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>3.- Repetir hasta que el error alcance un m&iacute;nimo:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>3-1.- Se propaga hacia delante el patr&oacute;n, calculando el error<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1059" type="#\_x0000\_t75" style='width:93pt;height:30.75pt o:ole=""><v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image033.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>



<![endif]>

</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1059" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246814399">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

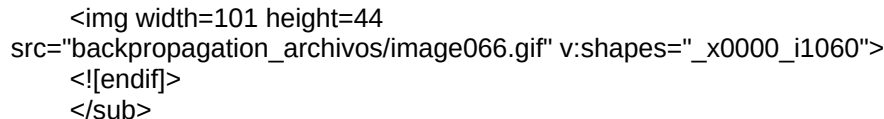
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>3-2.- Se calcula la salida <span class=SpellE>y<sub>pj</sub></span> de cada neurona que no sea de la capa de entrada<o:p></o:p></span></p>

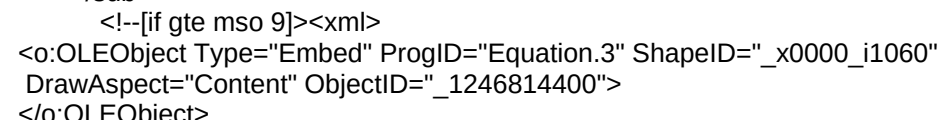
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>

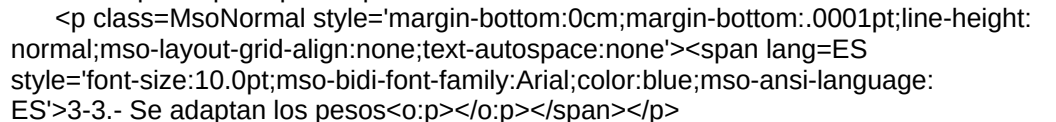
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1060" type="#\_x0000\_t75" style='width:75.75pt;height:33pt o:ole=""><v:imagedata src="backpropagation\_archivos/image065.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

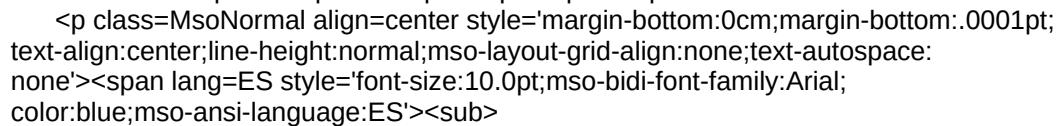
<![if !vml]>

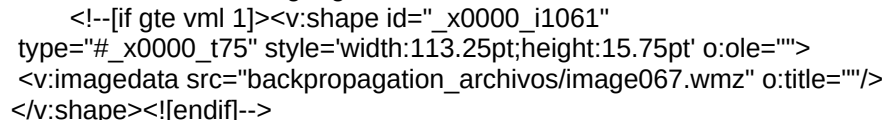


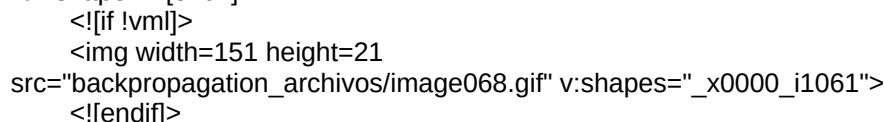


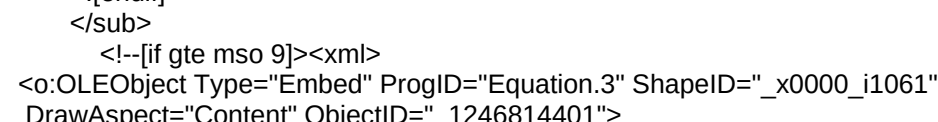


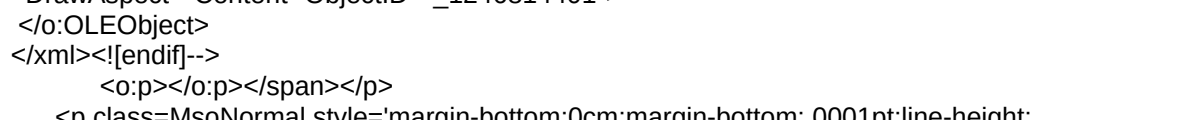


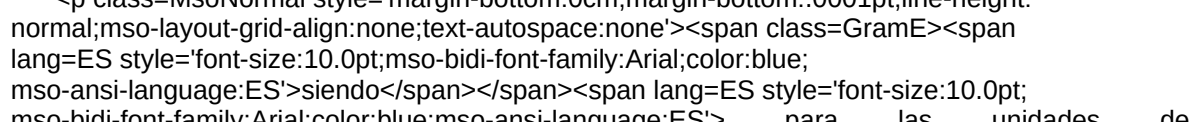


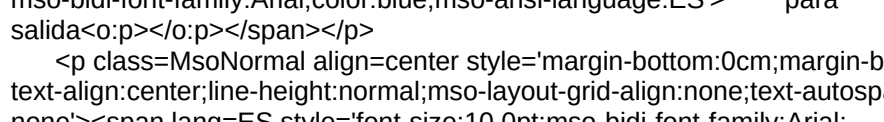


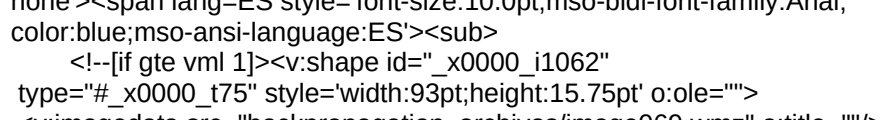


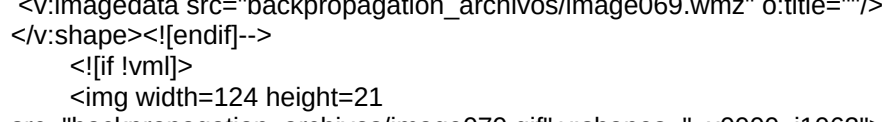


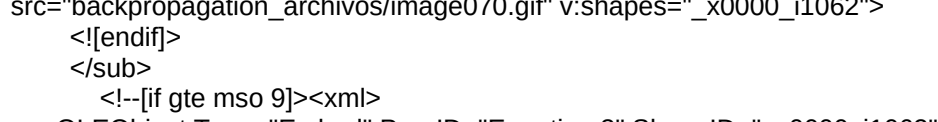


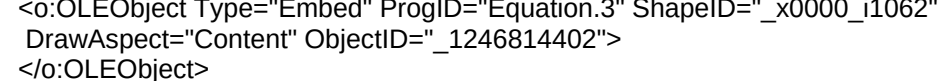












```

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;
mso-ansi-language:ES'>y<span lang=ES style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> para las unidades
ocultas<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:
none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1063"
type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:24.75pt' o:ole="">
<v:imagedata src="backpropagation_archivos/image071.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1063"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1246814403">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 5.5. FILTROS ADAPTABLES

Este es el código de la página principal de filtros adaptables, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```

<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vml"
xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="filtrosadaptables_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="filtrosadaptables_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="filtrosadaptables_archivos/oledata.mso">

```

```

<!--[if !mso]>
<style>
v\:* {behavior:url(#default#VML);}
o\:* {behavior:url(#default#VML);}
w\:* {behavior:url(#default#VML);}
.shape {behavior:url(#default#VML);}
</style>
<![endif]-->
<title>FILTROS ADAPTATIVOS</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>3</o:Revision>
<o:TotalTime>203</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-26T00:41:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-26T16:57:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1636</o:Words>
<o:Characters>9003</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>75</o:Lines>
<o:Paragraphs>21</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>10618</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>6 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>2</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin-top:0cm;
margin-right:0cm;
margin-bottom:6.0pt;
margin-left:0cm;
text-align:justify;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:12.0pt;

```



```

mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
p.MsoHeader, li.MsoHeader, div.MsoHeader
{margin-top:0cm;
margin-right:0cm;
margin-bottom:6.0pt;
margin-left:0cm;
text-align:justify;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
tab-stops:center 220.95pt right 441.9pt;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
p.MsoBodyTextIndent, li.MsoBodyTextIndent, div.MsoBodyTextIndent
{margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
text-indent:35.45pt;
line-height:150%;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Arial;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;}
span.Spelle
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}
@page Section1
{size:612.1pt 792.1pt;
margin:70.9pt 70.9pt 70.9pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
/* List Definitions */
@list l0
{mso-list-id:1325932199;
mso-list-type:hybrid;
mso-list-template-ids:1045955178 -472881606 134873091 134873093 134873089
134873091 134873093 134873089 134873091 134873093;}

```

```

@list l0:level1
 {mso-level-number-format:bullet;
 mso-level-text:\F0B7;
 mso-level-tab-stop:14.2pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:14.2pt;
 text-indent:-14.2pt;
 font-family:Symbol;}
@list l0:level2
 {mso-level-tab-stop:72.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level3
 {mso-level-tab-stop:108.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level4
 {mso-level-tab-stop:144.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level5
 {mso-level-tab-stop:180.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level6
 {mso-level-tab-stop:216.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level7
 {mso-level-tab-stop:252.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level8
 {mso-level-tab-stop:288.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
@list l0:level9
 {mso-level-tab-stop:324.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 text-indent:-18.0pt;}
ol
 {margin-bottom:0cm;}
ul
 {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
 {mso-style-name:"Tabla normal";
 mso-tstyle-rowband-size:0;
 mso-tstyle-colband-size:0;
 mso-style-noshow:yes;
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;

```

```

 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapedefaults v:ext="edit" spidmax="2050"/>
</xml><![endif]--><!--[if gte mso 9]><xml>
<o:shapelayout v:ext="edit">
 <o:idmap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

<body lang=ES-MX style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<tr style='mso-yfti-irow:0;mso-yfti-lastrow:yes'>
<td style='padding:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:red;mso-ansi-language:
ES'>FILTROS ADAPTABLES</p>
<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:
none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:
none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'>Vamos a diseñar filtros suponiendo que
conocemos la respuesta deseada. Usaremos las ideas de adaptación para
producir de manera automática las condiciones buscadas sin necesidad de
calcular la función de transferencia del filtro.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:
none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:
normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
ES'>Construiremos filtros adaptables que serán redes de neuronas lineales,
con lo que podremos utilizar los resultados de espacios vectoriales. Estos
filtros se podrán aplicar a predicción, modelado, identificación de sistemas,
eliminación de eco, etc.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;
text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:
none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:ES'>El combinador
lineal adaptable<o:p></o:p></p>

```

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>
 <p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span class=SpellE>combinador</span> lineal con D - 1 retardos y un sumador tiene como ecuación:<o:p></o:p></span></p>
 <p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shapetype id="\_x0000\_t75" coordsize="21600,21600" o:spt="75" o:preferrelative="t" path="m@4@5l@4@11@9@11@9@5xe" filled="f" stroked="f">
 <v:stroke joinstyle="miter"/>
 <v:formulas>
 <v:f eqn="if lineDrawn pixelLineWidth 0"/>
 <v:f eqn="sum @0 1 0"/>
 <v:f eqn="sum 0 0 @1"/>
 <v:f eqn="prod @2 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="prod @3 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @0 0 1"/>
 <v:f eqn="prod @6 1 2"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>
 <v:f eqn="sum @8 21600 0"/>
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>
 <v:f eqn="sum @10 21600 0"/>
 </v:formulas>
 <v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>
 </v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:87.75pt; height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image045.wmz" o:title="">
 </v:shape><![endif]><!--<![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956218">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt; text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue; mso-ansi-language:ES'>y</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt; mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> su salida es una combinación lineal de las D - 1 entradas anteriores.<o:p></o:p></span></p>
 <p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES

<span lang=ES><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El diseño mediante especificaciones sólo es aplicable cuando la señal y el ruido están muy bien caracterizados y sus espectros no se superponen. Muchas veces esto no sucede o bien la señal va cambiando con el tiempo. En estos casos no es conveniente predefinir los coeficientes sino adaptarlos a las circunstancias.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span class=SpellE>combinador</span> lineal adaptable es un sistema lineal cuyos pesos son adaptables. Para ello se presenta la respuesta deseada y los pesos se modifican para alcanzar el mínimo de una función de coste. El diagrama coincide con el que utilizamos para la regresión lineal o para clasificación.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1026" type="#\_x0000\_t75" style='width:203.25pt;height:72.75pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image003.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Interpretaremos entonces la función como una regresión lineal, sin término independiente, de la serie de entradas a la serie de salidas deseadas. El orden del filtro dependerá del número de <span class=SpellE>delays</span> (de la anchura de la ventana en la serie temporal)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Pesos óptimos del filtro<o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></b></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;



normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para minimizar <i>J </i>derivamos respecto a los pesos e igualamos a 0, obteniendo las ecuaciones de <span class=SpellE>Wiener</span>-<span class=SpellE>Hopf</span></o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1028" type="#\_x0000\_t75" style='width:204.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image047.wmz" o:title=""/></v:shape><!--[endif]><!--[if !vml]><!--[endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956220"></o:OLEObject></xml><!--[endif]></o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>que en notación vectorial es <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>p = R w<o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>donde:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>p</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'> = E(<span class=SpellE><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>d</b><sub>n</sub></span><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>x</b><sub>n</sub></span></b></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>y<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>R</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'> =E(<span class=SpellE><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>x</b><sub>n</sub></span><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>x</b><sub>n</sub></span></b></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;

mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Esta definición utiliza el operador estadístico  $E$  (valor esperado) aunque en la práctica se utiliza en su lugar el operador temporal  $A$ </i></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:71.25pt;height:30.75pt'o:ole="">  
<v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image048.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1029"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956221">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>e</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> incluso comúnmente se sustituye el límite por una<span style='mso-spacerun:yes'></span>ventana de M datos con  $M \gg 10 D$  para que los resultados sean fiables. De esta manera quedará:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:128.25pt;height:30.75pt'o:ole="">  
<v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image049.wmz" o:title="">  
</v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956222">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>k = 0,... D - 1</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES





Symbol"><span style="float:right" style="mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol">e</span></span></span><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES">(n) x(n – i)<span style="mso-spacerun:yes"> </span>i = 0,... D - 1<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal"><span lang=ES-TRAD style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1033" type="#\_x0000\_t75" style="width:290.25pt;height:132pt"><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image017.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES">Se puede interpretar la salida del filtro como la proyección ortogonal de la señal deseada en el espacio de entradas.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES">De manera similar a como lo hicimos en el primer tema, en lugar de calcular analíticamente los pesos óptimos podemos buscarlos de manera adaptable. El costo en el espacio de los pesos es un paraboloide de ecuación:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style="font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES"><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style="width:135.75pt;height:30pt" o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image052.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956225"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style="margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;

text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>y un procedimiento eficiente para encontrar el coste mínimo es modificar los pesos proporcionalmente al opuesto del gradiente en cada punto<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'> $w(n+1) = w(n) -$ </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>h</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>Ñ</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>J(n)<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En lugar de estimar el gradiente mediante métodos estadísticos se puede calcular el valor instantáneo de éste en cada dato:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:75pt;height:18pt' o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image053.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956226"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

ES'>con lo que el algoritmo LMS de modificación de los pesos<span style='mso-spacerun:yes'> </span>quedaría:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'> $w(n + 1) = w(n)$   
- </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>h</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>e</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'>(n) x(n)<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Hay algoritmos mejores para adaptar el  
<span class=SpellE>combinador</span> lineal pero éste es ampliamente utilizado debido a su simplicidad y robustez frente a su pequeña complejidad computacional.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Una aplicación interesante es usar este filtro para predecir la entrada después de un tiempo <i>n0 </i>i.e. en el instante <span style='mso-bidi-font-style:italic'>n + n<sub>0</sub></span></i>. </i></span>En este caso el filtro calcula la mejor aproximación para un valor futuro de la serie temporal basado en los datos pasados.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Como las señales temporales no cambian radicalmente de dato a dato, es posible extrapolar localmente cómo va a ser la próxima señal a partir de las <i>N </i>anteriores.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

ES'<o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El filtro de <span class=SpellE>Wiener</span> como <span class=SpellE>aproximador</span> de funciones</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Si suponemos que la señal deseada es una función desconocida de la entrada, <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES;mso-bidi-font-weight:bold'>d(n)=f(x(n)),</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>el</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> filtro actúa como <span class=SpellE>aproximador</span> lineal de la función <i>f</i>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La diferencia con el caso estudiado es que en este caso utilizamos funciones temporales en lugar de datos estáticos y la aproximación tiene lugar en el espacio de señales de entrada. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El <span class=SpellE>combinador</span> lineal encuentra entonces la

proyección de la señal deseada en el espacio de señales de entrada, ya que es combinación de la señal de entrada actual y las anteriores. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Propiedades de la solución</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El paso que garantiza la convergencia al valor óptimo es<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:57pt;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image054.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956227"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>donde</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> &#955;<sub>max</sub></span> es el <span class=SpellE>autovalor</span> mayor de <b>R</b>. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:

normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>En la práctica elegiremos<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:57pt;height:29.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image055.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]--><![if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956228"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>donde &#951;<sub>0</sub> se toma en (0.01, 0.1) dependiendo del problema y la traza de <b>R </b>se aproxima por <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1038" type="#\_x0000\_t75" style='width:84pt;height:30.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image056.wmz" o:title=""></v:shape><!--[endif]--><![if !vml]><!--[endif]--></sub><!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1246956229"></o:OLEObject></xml><!--[endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language: ES'>Cada peso converge al valor mínimo con una velocidad que depende del inverso del <span class=SpellE>autovalor</span> respectivo. El tiempo de búsqueda viene limitado por la adaptación del más lento. Esto quiere decir que el paso máximo está limitado por el mayor <span class=SpellE>autovalor</span> y la velocidad de adaptación por el menor, por tanto la dispersión de los autovalores en la matriz de correlación de las entradas define el comportamiento del algoritmo.<o:p></o:p></span></p>





[illegible]

text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>La señal deseada es la entrada instantes más adelante. En el caso n<sub>0</sub> = 1 el esquema sería<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:262.5pt;height:81.75pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image029.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>y</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> <i>H(z) </i>ajustaría sus parámetros para minimizar el error.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Debemos suponer que la estructura de la serie temporal no cambia o en todo caso lo hace muy lentamente de modo que el sistema pueda adaptarse a los cambios.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>• <span class=SpellE>Modelización</span><o:p></o:p></span></b></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none"><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

ES'>Supongamos un sistema desconocido  $M(z)$  que produce la señal  $x(n)$  ante una entrada de ruido blanco.

$\text{&nbsp;}$

$\text{&nbsp;}$

$\text{&nbsp;}$

Una vez minimizado el error, la salida de todo el dispositivo será de nuevo ruido blanco. El bloque  $D(z)$  actúa como inverso del sistema desconocido, por lo que los polos de  $D(z)$  serán los ceros de  $M(z)$  y viceversa. Este esquema produce buenos resultados cuando la serie temporal tiene un espectro con picos escarpados y valles anchos.

$\text{&nbsp;}$

$\text{&nbsp;}$

$\text{&nbsp;}$

**Modelado inverso:**

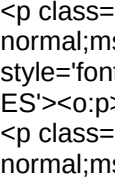
$\text{&nbsp;}$

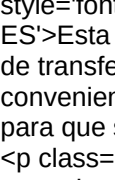
$\text{&nbsp;}$

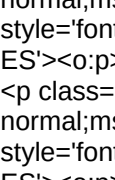
El modelo se coloca en serie con la planta desconocida y la entrada a la planta es también la respuesta deseada del modelo. En este caso, la planta y el modelo se cancelan uno a otro, por lo que éste actúa como inverso.

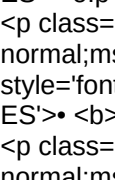
$\text{&nbsp;}$

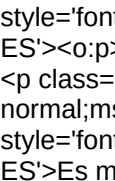


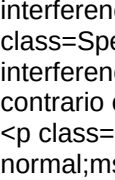


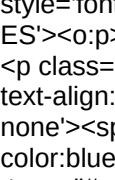


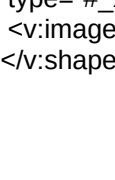












src="filtrosadaptables\_archivos/image036.jpg"

v:shapes="\_x0000\_i1042"><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Otra aplicación interesante es la eliminación de ruidos en la voz en un entorno muy estridente como una fábrica un avión o lugares así. Se recoge la voz con ruido y se utiliza como señal de entrada y además se recoge el ruido de ambiente sólo. En estos casos más generales el filtro ha de ser de tamaño mayor, ya que el ruido no es una señal de banda estrecha. Este método es eficaz cuando el ruido es regular y contiene muchos armónicos como los producidos por maquinaria que gira. En casos de ruido de banda ancha sólo funciona razonablemente en las frecuencias bajas.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>• <b>Eliminación de eco.</b><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Los canales de teléfono, cuando las señales viajan de la fuente al destino, son reflejados hacia la fuente. Este es el eco que podemos escuchar en algunas llamadas de larga distancia.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El culpable del problema es un transformador que recibe un impulso en doble hilo y produce una salida de cuatro hilos, y el ruido que se percibe es el que genera el más lejano.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1043" type="#\_x0000\_t75" style='width:406.5pt;height:130.5pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image037.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Para eliminarlo se coloca el filtro en paralelo con el transmisor para eliminar el eco de la señal de entrada. El filtro colocado a la izquierda identifica el sistema formado por los canales y el transmisor de B mejorando la señal que llega a <span class=SpellE>A</span>.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1044" type="#\_x0000\_t75" style='width:400.5pt;height:113.25pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image039.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Esto también es importante en la transmisión de datos vía <span class=SpellE>modem</span>. En este caso el problema reside en el eco generado por el primer transformador. El hecho es que cualquier modificación de la onda sonora que transporta los datos puede ser interpretada como un símbolo equivocado. En la actualidad todos los <span class=SpellE>modem</span> de más de 48kb contienen un filtro <span class=SpellE>adaptativo</span><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1045" type="#\_x0000\_t75" style='width:268.5pt;height:154.5pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image041.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><b>Control <span class=SpellE>adaptativo</span>.</b></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyTextIndent style='text-indent:0cm;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El método de control más utilizado es la retroalimentación, pero no siempre es utilizable debido a restricciones físicas.</span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;mso-layout-grid-align:none;text-autospace:none'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Construimos un controlador entre la entrada y la planta que duplica el filtro de modelación inversa. De esta manera la salida de la planta seguirá de cerca la entrada aplicada al controlador, que distorsionamos la señal exactamente lo que la planta necesita para seguir la señal de entrada.</span></p>

<p class=MsoHeader style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoHeader align=center style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:center;line-height:normal;tab-stops:35.4pt center 220.95pt right 441.9pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1046" type="#\_x0000\_t75" style='width:394.5pt;height:127.5pt'><v:imagedata src="filtrosadaptables\_archivos/image043.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;line-height:normal'><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;mso-bidi-font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</td>

</tr>

</table>

<p class=MsoNormal align=left style='margin-bottom:0cm;margin-bottom:.0001pt;text-align:left;line-height:normal'><span style='mso-bidi-font-size:12.0pt;font-family:"Times New Roman";mso-ansi-language:ES-MX;mso-fareast-language:ES-MX'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

## 5.6. APLICACIONES

Este es el código de la página principal de aplicaciones, se da el tipo y tamaño de la letra, los márgenes de la página, y el formato del texto. También se da la estructura del marco y sus ligas.

```
<html xmlns:o="urn:schemas-microsoft-com:office:office"
xmlns:w="urn:schemas-microsoft-com:office:word"
xmlns="http://www.w3.org/TR/REC-html40">

<head>
<meta http-equiv=Content-Type content="text/html; charset=windows-1252">
<meta name=ProgId content=Word.Document>
<meta name=Generator content="Microsoft Word 10">
<meta name=Originator content="Microsoft Word 10">
<link rel=File-List href="aplicaciones_archivos/filelist.xml">
<title>APLICACIONES</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:Template>Normal</o:Template>
<o:LastAuthor>José Luis Pérez Silva</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>2</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-30T16:35:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T16:43:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1251</o:Words>
<o:Characters>6886</o:Characters>
<o:Company>CCADET UNAM</o:Company>
<o:Lines>57</o:Lines>
<o:Paragraphs>16</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>8121</o:CharactersWithSpaces>
<o:Version>10.2625</o:Version>
</o:DocumentProperties>
</xml><![endif]><!--[if gte mso 9]><xml>
<w:WordDocument>
<w:SpellingState>Clean</w:SpellingState>
<w:GrammarState>Clean</w:GrammarState>
<w:HyphenationZone>21</w:HyphenationZone>
<w:DrawingGridHorizontalSpacing>9,35 pto</w:DrawingGridHorizontalSpacing>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>2</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:Compatibility>
<w:BreakWrappedTables/>
<w:SnapToGridInCell/>
<w:WrapTextWithPunct/>
<w:UseAsianBreakRules/>
</w:Compatibility>
<w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]>
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Courier;
 panose-1:2 7 4 9 2 2 5 2 4 4;
```



```

 mso-font-alt:"Courier New";
 mso-font-charset:0;
 mso-generic-font-family:modern;
 mso-font-format:other;
 mso-font-pitch:fixed;
 mso-font-signature:3 0 0 0 1 0;}
@font-face
{font-family:Univers;
panose-1:0 0 0 0 0 0 0 0 0;
mso-font-charset:0;
mso-generic-font-family:swiss;
mso-font-format:other;
mso-font-pitch:variable;
mso-font-signature:3 0 0 0 1 0;}
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
{mso-style-parent:"";
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
text-indent:1.0cm;
mso-pagination:widow-orphan;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Courier;
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
mso-ansi-language:EN-GB;}

h1
{mso-style-next:Normal;
margin-top:12.0pt;
margin-right:0cm;
margin-bottom:0cm;
margin-left:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
text-indent:1.0cm;
mso-pagination:widow-orphan;
mso-outline-level:1;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Courier;
mso-font-kerning:0pt;
mso-ansi-language:EN-GB;
mso-bidi-font-weight:normal;
text-decoration:underline;
text-underline:single;}

h2
{mso-style-next:Normal;
margin-top:6.0pt;

```

```

margin-right:0cm;
margin-bottom:0cm;
margin-left:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-indent:1.0cm;
mso-pagination:widow-orphan;
mso-outline-level:2;
mso-layout-grid-align:none;
punctuation-wrap:simple;
text-autospace:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:Univers;
mso-ansi-language:EN-GB;
mso-bidi-font-weight:normal;}
span.SpellE
{mso-style-name:"";
mso-spl-e:yes;}
span.GramE
{mso-style-name:"";
mso-gram-e:yes;}
@page Section1
{size:595.3pt 841.9pt;
margin:70.85pt 70.9pt 70.85pt 70.9pt;
mso-header-margin:35.45pt;
mso-footer-margin:35.45pt;
mso-paper-source:0;}
div.Section1
{page:Section1;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
{mso-style-name:"Tabla normal";
mso-tstyle-rowband-size:0;
mso-tstyle-colband-size:0;
mso-style-noshow:yes;
mso-style-parent:"";
mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
mso-para-margin:0cm;
mso-para-margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:widow-orphan;
font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

<body lang=ES style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

<table class=MsoNormalTable border=0 cellspacing=0 cellpadding=0 width=785
style='width:588.75pt;mso-cellspacing:0cm;mso-padding-alt:7.5pt 7.5pt 7.5pt 7.5pt'>

```

<b>APLICACIONES</b>       Los campos potenciales de aplicación de las Redes Neuronales se pueden agrupar en los siguientes rubros:       1. Diagnóstico   2. Procesamiento de señales.   3. Procesamiento y análisis de imágenes.   4. Control automático y robótica.   5. Análisis y generación de lenguaje natural.       A continuación se discutirá brevemente la naturaleza de estas aplicaciones.       Diagnóstico       El diagnóstico es la identificación de la naturaleza y causas de una situación presente. La operación de diagnóstico es empleada en numerosos campos, tales como la planeación estratégica de organizaciones, la medicina, la ingeniería de servicio y mantenimiento, la economía, la sociología, las ciencias políticas, etc.       En el diagnóstico se observan un conjunto de síntomas, que son valores de variables observables del sistema, los cuales se asocian con un conjunto de factores ambientales que actúan o han actuado sobre éste, para inferir el estado del sistema, así como una explicación causal del mismo.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El diagnóstico de sistemas complejos se basa fundamentalmente en la experiencia de expertos, quienes a lo largo de su experiencia han aprendido a asociar ciertos síntomas e historia ambiental con determinados estados del sistema, sus causas y las acciones más adecuadas para mejorarlo. Aunque los Sistemas Expertos basados en reglas han sido aplicados con cierto éxito en muchas áreas del diagnóstico, para su elaboración se requiere una comprensión lógico causal del funcionamiento del sistema, la cual no se ha logrado aun en forma completa en muchos campos, incluidas algunas especialidades médicas, los análisis bursátiles, los diagnósticos económicos, sociales y políticos, etc.</o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>De lo anterior resulta la conveniencia de utilizar Redes Neuronales que, basándose en ejemplos concretos y con la tutoría de un experto, aprendan a diagnosticar sistemas complejos, sin requerir el análisis lógico causal explícito que requerirían los Sistemas Expertos.</o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Así, en el diagnóstico médico se ha desarrollado DESKNET, que es una Red Neuronal basada en retropropagación que es capaz de diagnosticar 10 diferentes enfermedades de la piel, basándose en un conjunto de 18 síntomas y pruebas de laboratorio.</o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Otra aplicación<span style='mso-spacerun:yes'> </span>ha sido desarrollada por <span class=SpellE>Apolloni</span> para el diagnóstico de variedades de epilepsia. Para ello se empleó una red neuronal de retropropagación con 724 neurona de entrada, 30 neuronas ocultas y 31 neuronas de salida.</o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En el diagnóstico de motores jet, <span class=SpellE>Dietz</span>, <span class=SpellE>Kiech</span> y Ali desarrollaron una Red Neuronal basada en retropropagación, utilizando un simulador de motores jet que proporcionaba datos de <span class=SpellE>sensores</span> asociados a diferentes fallas. La red entrenada fue capaz de diagnosticar el estado de motores con una alta precisión.</o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>También el diagnóstico de circuitos electrónicos ha sido un campo donde se han empleado con gran éxito las Redes Neuronales<span class=GramE>..</span></o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En el campo financiero, las Redes Neuronales se han aplicado para evaluar solicitudes de préstamos hipotecarios,

dando como salida una evaluación del riesgo de cada solicitud. Collins, Gosh y Scofield reportan un sistema de Redes Neuronales para este efecto que contiene 6000 neuronas configuradas en varias redes parciales que se enfocan en distintos aspectos de la solicitud. Los resultados han sido satisfactorios.

## . de comparó el filtrado resultante de una Red Neuronal con el de un filtro adaptable lineal en una señal de electroencefalograma y los resultados de la red aparecían menos ruidosos que los del filtro. y han aplicado Redes Neuronales en forma de un de varias capas para predecir el comportamiento de un sistema dinámico no lineal con comportamiento caótico descrito por la ecuación diferencial no lineal de , dando por resultado una mayor precisión en la predicción con Redes Neuronales que utilizando polinomiales y el filtro adaptable lineal de .

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En este mismo sentido, se han aplicado Redes Neuronales para predecir el comportamiento de un mercado bursátil, asesorando adecuadamente sobre el mejor momento para comprar o vender acciones. El modelo tuvo un desempeño calificado como excelente. <span class=SpellE>Odom</span> y <span class=SpellE>Sharda</span> reportan también el empleo de Redes Neuronales para predecir la quiebra de una institución bancaria.</p></p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

## <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>El procesamiento de imágenes es un campo muy promisorio de aplicaciones de las Redes Neuronales, en donde la imagen digitalizada original o bien preprocesada se utiliza como entrada de una red, obteniéndose como salida una clasificación e identificación de la imagen o de segmentos de ella. Como procedimientos de <span class=SpellE>preprocesamiento</span> pueden utilizarse transformadas de <span class=SpellE>Fourier</span>, algoritmos de extracción de características especiales y otras técnicas.</p></p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Entre las aplicaciones que se han desarrollado están la identificación de blancos militares camuflados, utilizando imágenes obtenidas mediante un radar <span class=SpellE>laser</span> y una red <span class=SpellE>multicapas</span>, obteniéndose una más alta efectividad de la solución neuronal (86.4%) de reconocimiento de tanques, en comparación con un clasificador estadístico (76.5%).</p></p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Otras aplicaciones comprenden el diagnóstico radiológico a través del análisis de imágenes de radiografías, el reconocimiento de rostros humanos utilizando un <span class=SpellE>perceptrón</span> <span class=SpellE>multicapas</span> y el reconocimiento de caracteres manuscritos.</p></p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Problemas de procesamiento de imágenes para la industria también han sido resueltos mediante Redes Neuronales. <span class=SpellE>Glover</span> reseña aplicaciones en la clasificación de botellas, así como en el análisis de defectos para control de calidad.</p></p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p> <p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Control Automático y Robótica<o:p></o:p></span></h2>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Un tema fundamental en Ingeniería de Control es diseñar un controlador que, con base en el estado presente de un sistema, determine el conjunto óptimo de señales que hagan que un sistema de actuadores lleve al sistema al estado deseado.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span class=SpellE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Wang</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'> y <span class=SpellE>Yeh</span> han explorado el uso de Redes Neuronales para la construcción de controladores auto-<span class=SpellE>adaptativos</span>, caracterizados por su habilidad de aprender a partir de ejemplos, sin necesidad de modelar la planta a controlar. Estos controladores se distinguen por su adaptabilidad dinámica ante cambios de la misma planta, así como por sus propiedades de robustez.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>También se han aplicado Redes Neuronales para resolver el problema de asir un objeto dado mediante un brazo <span class=SpellE>robótico</span> inteligente.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Finalmente, se ha tenido éxito en el empleo de Redes Neuronales para la identificación de procesos variantes en el tiempo, así como para la identificación de sistemas no lineales.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<h2 style='margin-top:0cm;text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>Análisis y generación de lenguaje natural<o:p></o:p></span></h2>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En cuanto a la aplicación de Redes Neuronales para el reconocimiento de lenguaje hablado, se está trabajando activamente para mejorar el reconocimiento de fonemas, haciéndolo independiente del hablante, así como su clasificación, introduciendo redes con retrasos. Asimismo, se están empleando Redes Neuronales para analizar un vocablo hablado, identificando sus parámetros fonéticos, con el fin de asociarlo con la palabra escrita correspondiente, permitiendo su reconocimiento.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='text-indent:0cm'><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:ES'>En lo que respecta a la

generación de lenguaje, los trabajos más famosos son los de Terrence Sejnowsky y Charles que introducen su sistema NETTALK como un sistema que aprende a leer en voz alta. A partir de NETTALK ha habido nuevas contribuciones en cuanto al mejor tipo de red neuronal a utilizar.

<o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<o:p>&nbsp;</o:p></span></p>



## CONCLUSIONES

Este curso lo hemos usado en varios de los cursos de maestría del Posgrado en Ingeniería de la UNAM. El curso se ha usado tanto en el curso de redes neuronales, como también ha sido un apoyo al curso de modelos electrónicos de neuronas.

El curso se les distribuye en disco a los estudiantes para que todos lo tengan y con base en él se imparte la cátedra.

A lo largo de más de diez años de impartir estos cursos hemos ido ampleando su contenido y su enfoque, de tal manera que permita a los estudiantes poder subsanar muchas de las lagunas que tienen, así como enfocarse más en sus carencias y necesidades de acuerdo a la especialidad que tengan.

La experiencia ha sido muy fructífera, tanto para los estudiantes que tienen un material en su idioma y con las facilidades de un espacio WEB, como para los profesores que hemos tenido que motivarnos para que se mejore tanto su contenido como su operación.

Las mejoras que se han realizado a la estructura del multimedia nos ha permitido ganar en la facilidad de navegar por el sitio y economizar en costo de megabits requeridos, así como que la introducción de nuevos temas o ampliación de otros se han vuelto fácil para los autores.