



CCADET

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

Informe Técnico

Códigos del curso de circuitos electricos

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

27 de mayo de 2013

Desarrollo Multimedia

Códigos del curso de circuitos electricos

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

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, UNAM

RESUMEN

En el ámbito de la ciencia y la técnica, los Circuitos Eléctricos ha jugado un papel importante, podríamos asegurar que la vida actual, como la entendemos, no podría existir sin la participación de la teoría de los Circuitos Eléctricos y su aplicación técnica en electricidad, electrónica y prácticamente en todo lo que requiere instalaciones eléctricas, por lo que estudiarlos y entenderlos 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 circuitos que actualmente requieren la Ciencia y la Técnica.

Por este motivo el curso está dividido en Introducción, Leyes de Kirchhoff, Variables de Estado, La Transformada de Laplace, Análisis Sinusoidal, Series y Transformada de Fourier.

INDICE

	Introduccion	5
1.	El curso	7
2.	Codigos	15
2.1.	Prefacio	15
2.2.	Prefacio. Marco 1	18
2.3.	Prefacio. Marco 2	19
2.4.	Prefacio. Marco 3	19
2.5.	Prefacio. Marco 4	20
2.6.	Elementos basicos. Introduccion	21
2.7.	Elementos basicos. Introduccion. Marco 4	28
2.8.	Elementos basicos. Introduccion. Marco 5	29
2.9.	Elementos basicos. Elementos basicos de circuito de dos terminales	31
2.10.	Elementos basicos. Resistor lineal invariante en el tiempo	37
2.11.	Elementos basicos. Capacitor lineal invariante en el tiempo	42
2.12.	Elementos basicos. Inductor lineal invariante en el tiempo	51
2.13.	Elementos basicos. Concepto de energia en elementos de dos terminales	57
2.14.	Elementos basicos. Energia disipada por un resistor	61
2.15.	Elementos basicos. Energia almacenada en un capacitor	65
2.16.	Elementos basicos. Energia almacenada en un inductor	69
2.17.	Elementos basicos. Fuentes	73
2.18.	Elementos basicos. Elementos lineales variantes en el tiempo	77
2.19.	Elementos basicos. Leyes de kirchoff	83
2.20.	Elementos basicos. Leyes de kirchoff. Marco 4	93
2.21.	Elementos basicos. Leyes de kirchoff. Marco 5	95
2.22.	Elementos basicos. Metodo no 1	96
2.23.	Elementos basicos. Metodo no 2	101
2.24.	Elementos basicos. Metodos de analisis	106
2.25.	Elementos basicos. Analisis nodal	113
2.26.	Elementos basicos. Análisis de gasas	122
2.27.	Elementos basicos. Combinacion en serie	128
2.28.	Elementos basicos. Combinacion en paralelo	134
2.29.	Variables de estado. Introduccion	142
2.30.	Variables de estado. Introduccion. Marco 5	145
2.31.	Variables de estado. Introduccion. Marco 4	147
232.	Variables de estado. Metodos para pasar de ecuaciones diferenciales a ecuaciones de estado	148
2.33..	Variables de estado. Metodo directo para escribir ecuaciones de estado	161
2.34.	Variables de estado. Cargas y flujos como variables de estado	176
2.35.	Variables de estado. Representacion en ecuaciones de estado para circuitos no lineales variantes en el tiempo	187
2.36.	Variables de estado. Solucion analitica de las ecuaciones de estado	200
2.37.	Variables de estado. Introduccion	214
2.38.	Variables de estado. Introduccion. Marco 4	216
2.39.	Variables de estado. Introduccion. Marco 5	211
2.40.	Variables de estado. Series y transformada de fourier	219
2.41.	Variables de estado. Forma exponencial de la serie de fourier	230
2.42.	Variables de estado. Lineas espectrales	242
2.43.	Variables de estado. Aproximacion de funciones periodicas por series truncadas de fourier	249
2.44.	Variables de estado. La transformada de fourier	258
2.45.	Variables de estado. La funcion impulso y la transformada de fourier	274
2.46.	Variables de estado. Funcion delta	274
2.47.	Variables de estado. Respuesta a un impulso	286

2.48.	Variables de estado. Respuesta a un pulso y a un impulso	291
2.49.	Variables de estado. Convolucion	300
2.50.	Analisis senoidal. Introduccion	307
2.51.	Analisis senoidal. Introduccion. Marco 4	309
2.52.	Analisis senoidal. Introduccion. Marco 5	311
2.53.	Analisis senoidal. Respuesta de redes a funciones senoidales	312
2.54.	Analisis senoidal. Fasores	340
2.55.	Analisis senoidal. Respuesta de frecuencia de redes	352
2.56.	Analisis senoidal. Graficas de bode de respuesta en amplitud	360
2.57.	Analisis senoidal. Graficas de bode para respuesta de fase	381
2.58.	Transformada de laplace. Introduccion	388
2.59.	Transformada de laplace. Introduccion. Marco 4	397
2.60.	Transformada de laplace. Introduccion. Marco 5	399
2.61.	Transformada de laplace. Aplicacion de la transformada de laplace a redes	400
2.62.	Transformada de laplace. Leyes de kirchhoff	413
2.63.	Transformada de laplace. Resistores	407
2.64.	Transformada de laplace. Capacitores	420
2.65.	Transformada de laplace. Inductores	427
2.66.	Transformada de laplace. Impedancia y admitancia	438
2.67.	Transformada de laplace. Funciones de transferencia de redes	447
2.68.	Transformada de laplace. Relacion con variable de estado	452
	Conclusiones	463

INTRODUCCION

A lo largo de 35 años de enseñanza de electrónica en la Facultad de Ingeniería de la UNAM, hemos observado gran cantidad de problemas en los estudiantes para poder hacer suyos los conceptos, además de simplemente operar los circuitos eléctricos. Esto es muy claro cuando a preguntas del tipo ¿Por qué?, las repuestas son simples descripciones del como opera sin dar nunca causa alguna del funcionamiento. En concreto, la física del problema nunca está presente en los estudiantes, por más que puedan armar circuitos eléctricos, que sean funcionales.

A mi que me importa de donde salen las ecuaciones de los circuitos, estas ya están dados en los libros, solamente hay que memorizarlas. Esta es una de las formas típicas de respuesta de los estudiantes a cuestionamientos realizados en exploración clínica. Es claro que ante este tipo de respuestas el estudiante, aunque los opere, no tiene una clara idea de que son y por qué son esas ecuaciones. Parece que consiste el circuito en poder ajustar elementos básicos por simple empirismo.

Otro de los problemas detectados es que contestan a la pregunta acerca de los circuitos eléctricos de la forma: para qué los quiero si no voy a ser electricista.. Es claro de esta respuesta que los estudiantes no han logrado percibir el hecho de que todo lo exterior al circuito tiene relación con el medio exterior y que la forma en la cual podemos medirlo y controlarlo requiere de elementos de circuitos eléctricos, muchas veces complejos, y que sin los métodos de análisis y síntesis no se pueden resolver, además de que son la base de los circuitos electrónicos.

La medición, elemento fundamental de la ingeniería implica que nuestros estudiantes graduados sepan medir y reconocer los elementos implícitos en el hecho. Medir no es simplemente comparar magnitudes, sin embargo parece que es tan sólo eso lo que los estudiantes han captado. No es posible para ellos reconocer a partir de los datos las causas que los generan y por ende interpretar los sucesos técnicos y formales que se hacen explícitos de ellos.

Pensemos, como ejemplo, en el campesino y el campo, su trabajo en él. Cuando el ara y siembra, actúa de acuerdo con experiencias que ha formado. Con ellas se ha formado un determinado saber sobre la forma del campo, lo apto o no del terreno para producir ciertos frutos, su experiencia con el arado, con los animales de tiro, con el clima y condiciones meteorológicas del lugar, etc. Sabe si el suelo necesita abono, pero no conoce el mecanismo químico por el cual se produce su efecto y por lo mismo desconoce las posibles mejoras en el tipo y su aplicación. Su saber va más lejos que sus conocimientos gracias a su experiencia. Esta experiencia natural, para tener idea, en la larga intimidad de las cosas se da naturalmente. Este ejemplo es un análogo con nuestros estudiantes de electrónica a nivel de la licenciatura.

Un grado más alto de la experiencia lo constituye la experiencia técnica. Esta se refiere a todos los comportamientos prácticos en que se produce algo. Que alguien tiene una gran experiencia significa que la ha formado con una prolongada actividad práctica. La experiencia se configura en la larga serie de éxitos y fracasos, pero además del largo actuar, le es inherente una aptitud para configurar la imagen, entonces se tiene alguna idea. Que correspondería a lo que logramos actualmente en el posgrado.

La experiencia es práctica, nace de la acción y constituye lo esencial de esta.

El grado mas difícil se refiere a las experiencias con nosotros y otros seres humanos. Es un saber acerca del modo en que nos comportamos en la existencia práctica con otros seres humanos. Son las experiencias del trato humano. Un maestro de gran experiencia debe de conocer reglas didácticas, pero casi con cada alumno es diferente el camino por el cual le resulta más fácil enseñar algo. Hallar este camino es experiencia. Esta se apoya en el profundo conocimiento de la materia del saber, ya que nadie puede enseñar lo que desconoce, pero debe conocer también la forma en que esa materia se puede comunicar de la manera más fácil, lo que implica además de la experiencia un conocimiento formal y causal que nos permita lograr cierta intimidad con los alumnos; se requiere una relación de confianza reciproca, es decir, una actividad destinada a despertar la confianza. La única tarea se sitúa al lado del

docente. El debe de tener experiencia acerca de la forma de despertar la confianza. Esto es lo que deseamos para nuestros profesores en la maestría.

Cada experiencia tiene su propia verdad, pero no es asunto de ella la verdad por si misma, sino en cuanto se ciñe a los intereses concretos de la acción que actúa, en nuestro caso, armado de circuitos eléctricos. Para poseer conocimientos que rebasen el saber inmediato, debe de prescindir, justamente de esa actividad. Sólo al separarnos de la simple experiencia, las cosas se convierten en objetos de conocimiento. Sólo atendemos a esos objetos como tales, no teniendo interés en ellos cuando oponemos entre si teoría y praxis. Debemos emplear nuestros ojos y nuestras manos, pero también nuestra concepción de la realidad, praxis, apoyada en el conocimiento. La verdad independiente de todo interés es el conocimiento de lo que no depende de las circunstancias, sino que en todas ellas y de manera necesaria.

La Ingeniería entiende la naturaleza en su conjunto como objeto de una consideración calculada. Sólo sobre la base de la objetividad, así formada, es posible descubrir y definir los elementos mensurables a fin de explorar con su ayuda las relaciones mensurables entre fenómenos mensurables.

El fundamento rige todo proceso particular de conocimiento; opera de antemano, a priori. Ataño a la interpretación de la objetividad en que se basan los objetos de conocimiento. La objetividad que fundamenta los caminos del conocimiento es la que permite la explicación causal, y no esta subordinada a ésta. La fundamentación que determina los objetos va más allá de los objetos mismos; los sobrepasa en relación al conocimiento. La consideración objetiva, la visión inmediata de los objetos, va unida a la consideración a priori de los fundamentos que determinan cuales deben de ser los objetos. Así interpretada, la teoría concentra esta doble visión: La experiencia y el conocimiento, y en aquello en lo cual el conocimiento excede de la experiencia es la teoría. El conocimiento es teoría. Es lo que deseamos para nuestros posgraduados.

El curso está dividido de la siguiente forma: Elementos básicos, Leyes de Kirchhoff, Variables de estado, Transformada de Fourier, Análisis senoidal y Transformada de Laplace.

En el tema de Elementos básicos tenemos que se compone de los siguientes puntos: Elementos básicos de dos terminales, Resistor, Capacitor e Inductor, lineales. Concepto de energía, Energía en Resistor, Capacitor e Inductor, Fuentes y Elementos variantes en el tiempo.

En las Leyes de Kirchhoff se ven las Leyes de Kirchhoff, dos Métodos de análisis, Análisis Nodal, Análisis de Gasa, la Combinación en Serie y la Combinación en paralelo.

En el tema de Variables de Estado se cubren: Introducción, los Métodos, el Método directo, Cargas y Flujos, la Representación de Estado y la Solución analítica.

En la Transformada de Fourier se revisa: Series de Fourier, su forma exponencial, la líneas espectrales, la aproximación a funciones periódicas, la Transformada de Fourier, la función impulso, la función delta, la respuesta a un impulso, la respuesta a un pulso y la Convolución.

En el análisis senoidal estudiamos el análisis senoidal, la respuesta de redes, los fFasores, la respuesta en frecuencia, la respuesta en amplitud y la respuesta en fase.

En la transformada de Laplace se ven: La Transformada misma, su aplicación a redes, las Leyes de Kirchhoff, Resistores, Capacitores, Inductores, Impedancia y admitancia, la función de transferencia y su relación con variables.

1. EL CURSO

La pantalla de entrada al curso se muestra en la Figura 1.

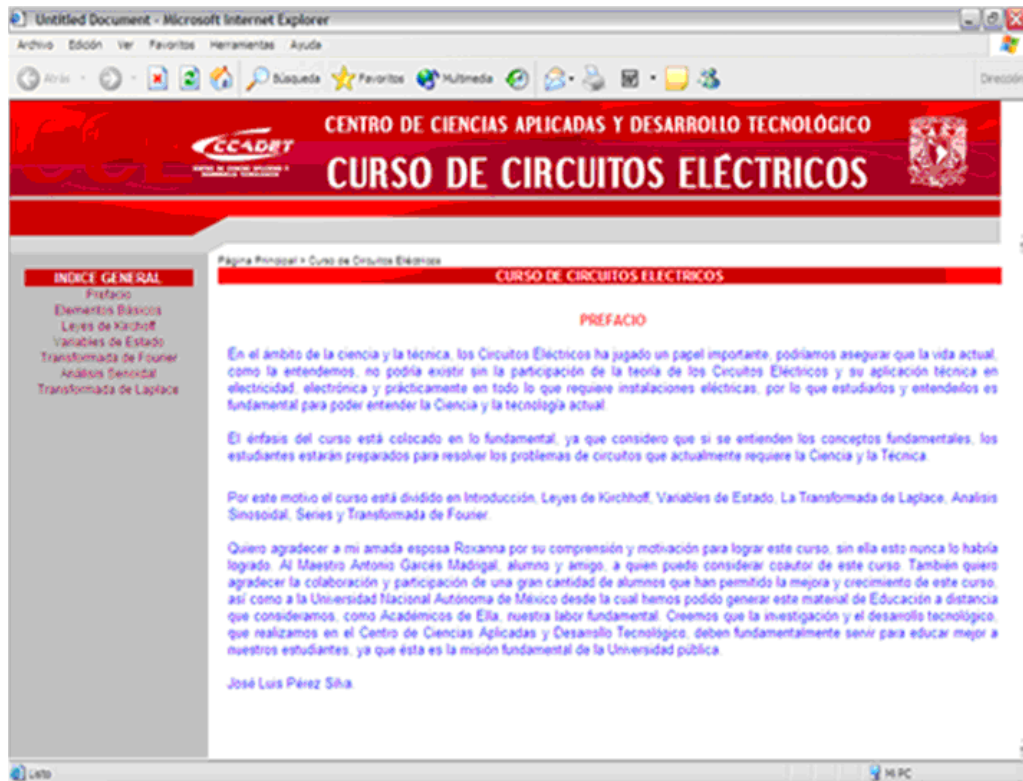


Figura 1. Pantalla de inicio del curso.

La figura de la portada del curso se muestra en la figura 2.



Figura 2. Portada del curso.

En la figura 3, se muestra la banda de títulos de las diferentes lecciones.



Figura 3. Banda de Títulos.

Vamos a ver en las siguientes figuras las diferentes pantallas por temas del curso. En la figura 4 se muestra la pantalla que corresponde al tema de la introducción a Elementos Básicos.

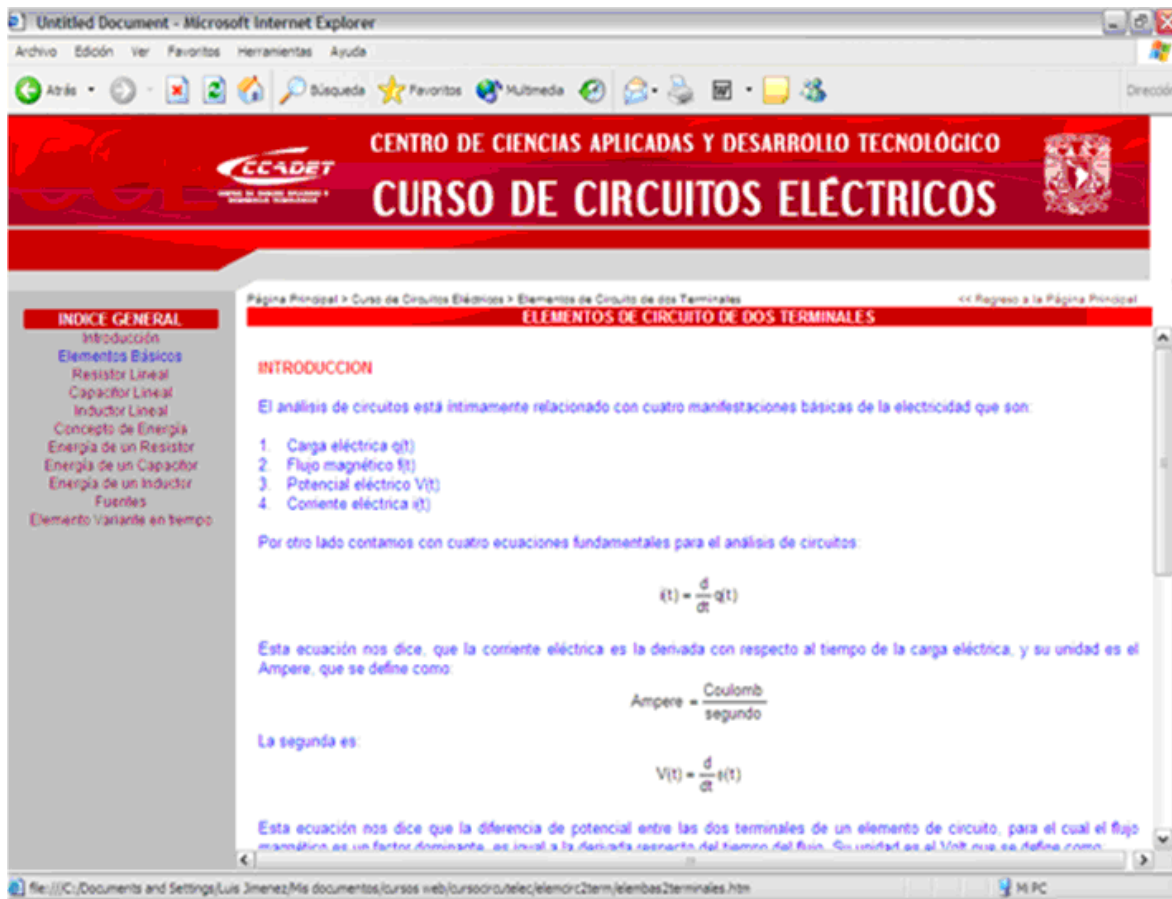


Figura 4. Pantalla de elementos básicos

En la figura 5 se muestra la pantalla correspondiente a los elementos básicos de dos terminales.

En la figura 6 se muestra la pantalla correspondiente al resistor lineal.

En la figura 7 se muestra la pantalla correspondiente al capacitor lineal.

En la figura 8 se muestra la pantalla correspondiente al inductor lineal.

En la figura 9 se muestra la pantalla correspondiente al concepto de energía.

En la figura 10 se muestra la pantalla correspondiente a la energía de un resistor.

En la figura 11 se muestra la pantalla correspondiente a la energía de un capacitor.

En la figura 12 se muestra la pantalla correspondiente a la energía de un inductor.

En la figura 13 se muestra la pantalla correspondiente a las fuentes.

En la figura 14 se muestra la pantalla correspondiente a los elementos variantes en el tiempo.

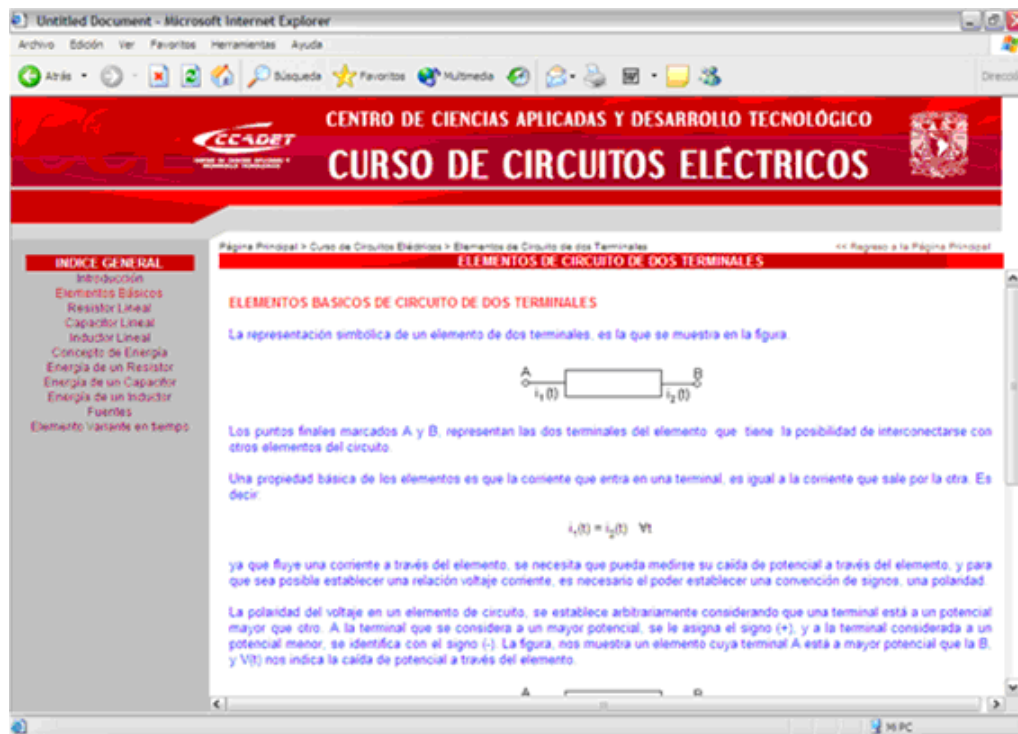


Figura 5. Pantalla correspondiente a los elementos básicos de dos terminales

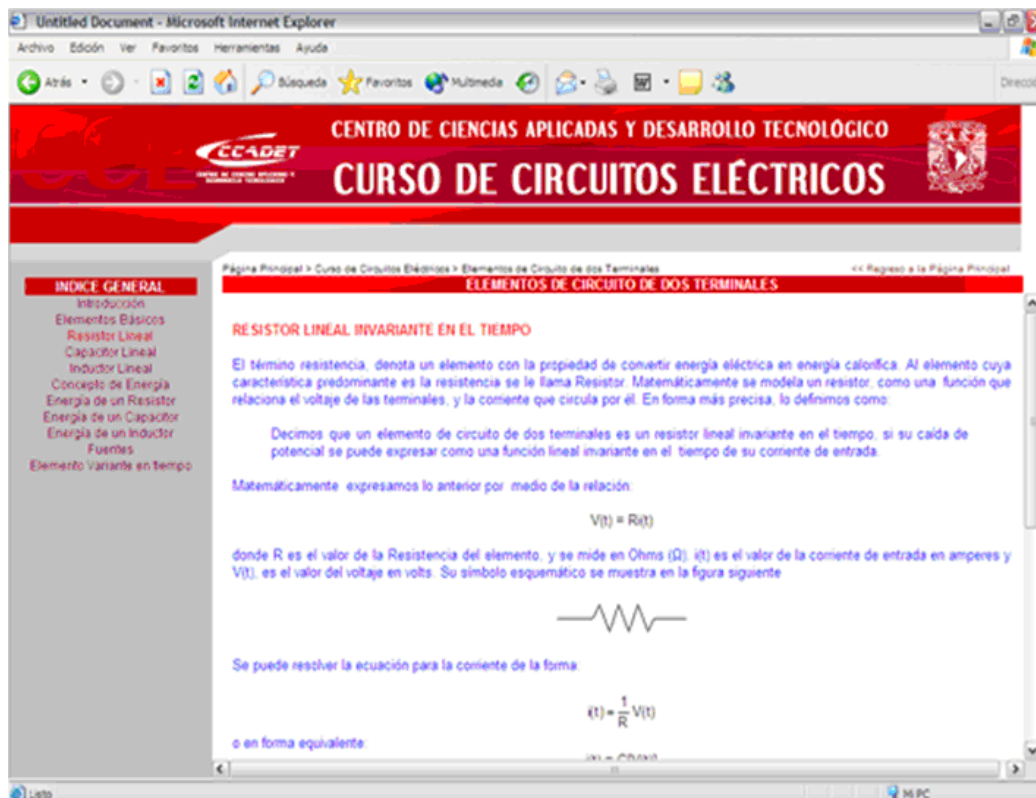


Figura 6. Pantalla correspondiente al resistor lineal.

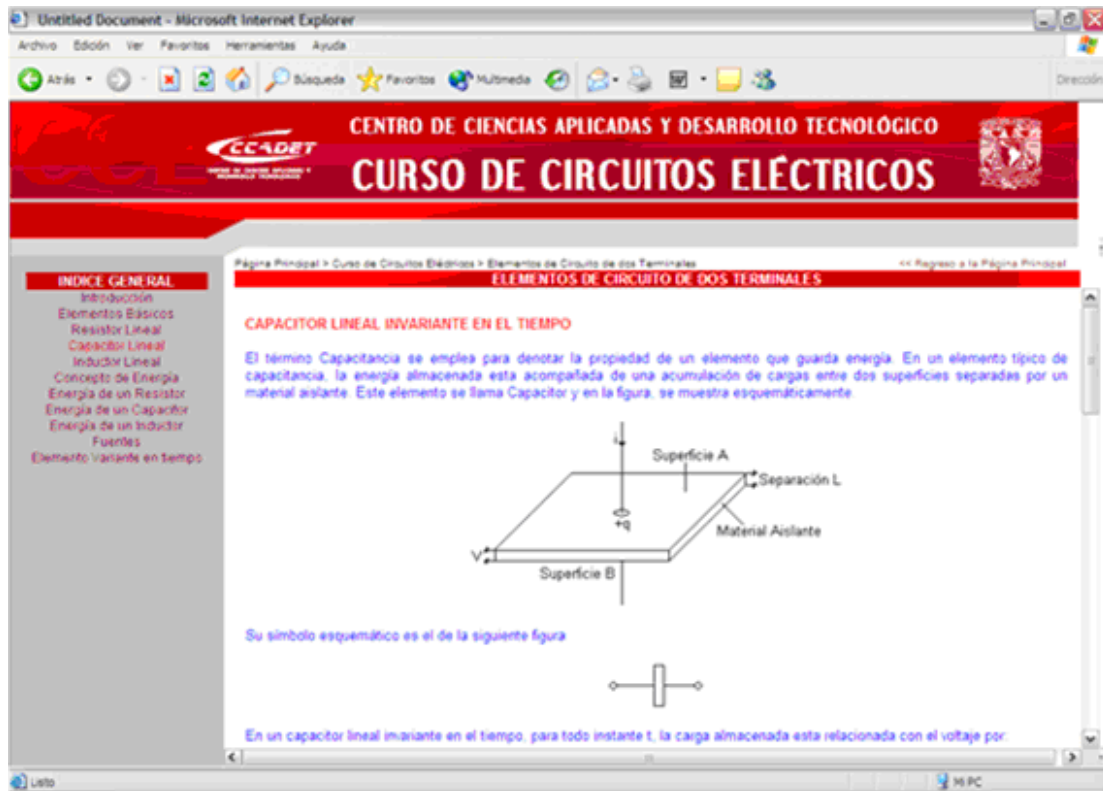


Figura 7. Pantalla correspondiente al capacitor lineal.

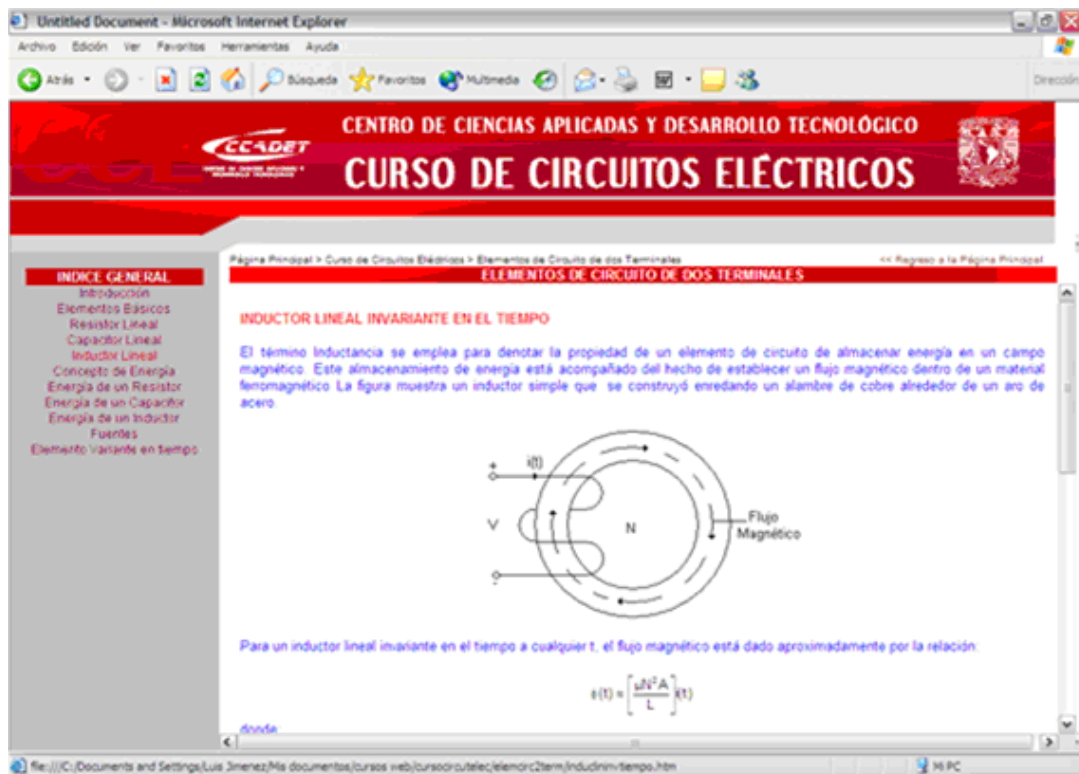


Figura 8. Pantalla correspondiente al inductor lineal.

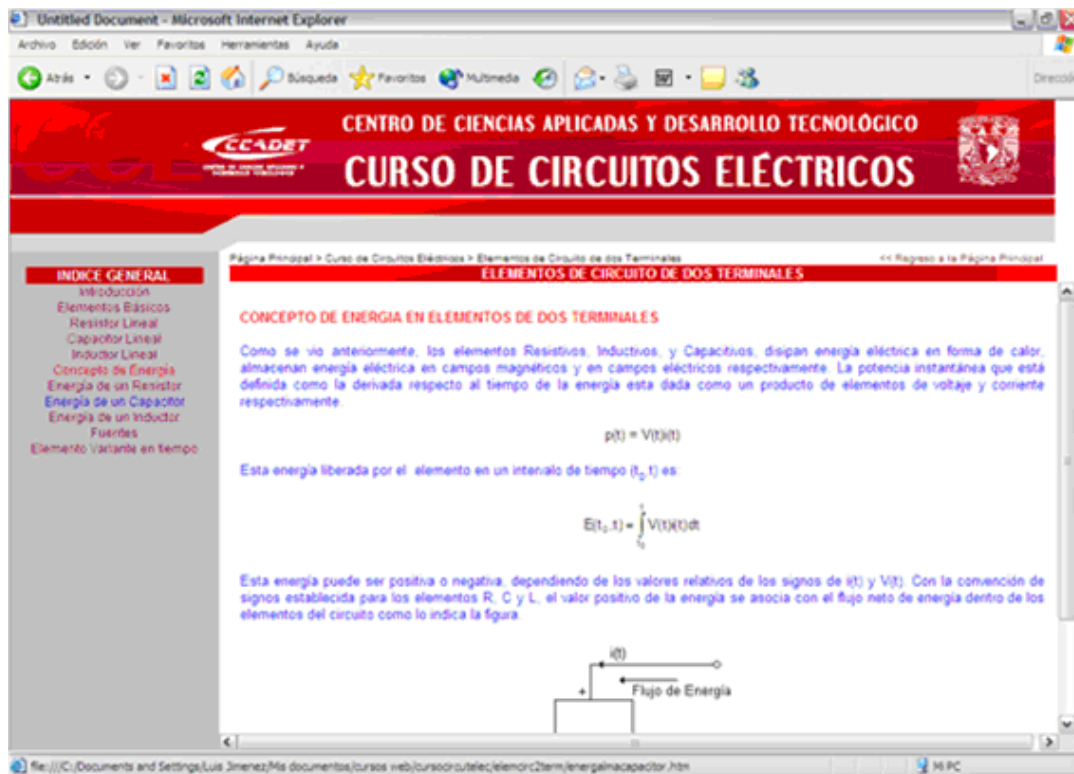


Figura 9. Pantalla correspondiente al concepto de energía.

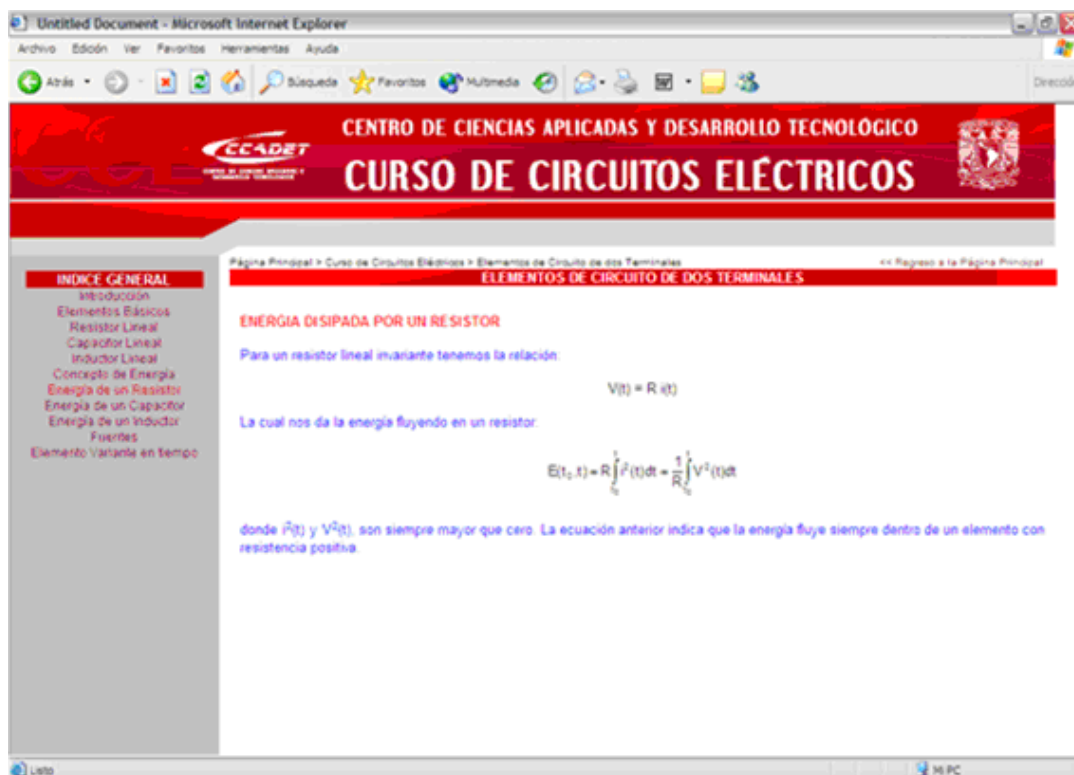


Figura 10. Pantalla correspondiente a la energía de un resistor.

Untitled Document - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Abre Búsqueda Favoritos Multimedia

CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CURSO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Página Principal > Curso de Circuitos Eléctricos > Elementos de Circuito de dos Terminales

Regreso a la Página Principal

ELEMENTOS DE CIRCUITO DE DOS TERMINALES

ENERGÍA ALMACENADA EN UN CAPACITOR

Para un capacitor lineal invariante tenemos la relación:

$$i(t) = C \frac{dv(t)}{dt}$$

que nos da la energía fluyendo en un capacitor:

$$E(t_2, t_1) = C \int_{t_1}^{t_2} \frac{dv(t)}{dt} v(t) dt$$

con un cambio simple de variable:

$$E(t_2, t_1) = C \int_{v(t_1)}^{v(t_2)} v(t) dv$$

o:

$$E(t_2, t_1) = \frac{C}{2} [v^2(t_2) - v^2(t_1)]$$

por lo que:

$$E(t_2, t_1) = E(t) - E(t_1)$$

LISTO

Figura 11. Pantalla correspondiente a la energía de un capacitor.

Untitled Document - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Abre Búsqueda Favoritos Multimedia

CCADET CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CURSO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Página Principal > Curso de Circuitos Eléctricos > Elementos de Circuito de dos Terminales

Regreso a la Página Principal

ELEMENTOS DE CIRCUITO DE DOS TERMINALES

ENERGÍA ALMACENADA EN UN INDUCTOR

Para un inductor lineal e invariante en el tiempo, tenemos la relación:

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt}$$

que nos da la energía que fluye dentro del inductor como:

$$E(t_2, t_1) = L \int_{t_1}^{t_2} \frac{di(t)}{dt} i(t) dt$$

cambiando variable

$$E(t_2, t_1) = L \int_{i(t_1)}^{i(t_2)} i(t) di$$

Integrando:

$$E(t_2, t_1) = \frac{L}{2} [i^2(t_2) - i^2(t_1)]$$

File:///C:/Documents and Settings/Luis Jimenez/Mis documentos/cursos web/cursos/circuitos/elementos2tem/energialinductor.htm

Figura 12. Pantalla correspondiente a la energía de un inductor.

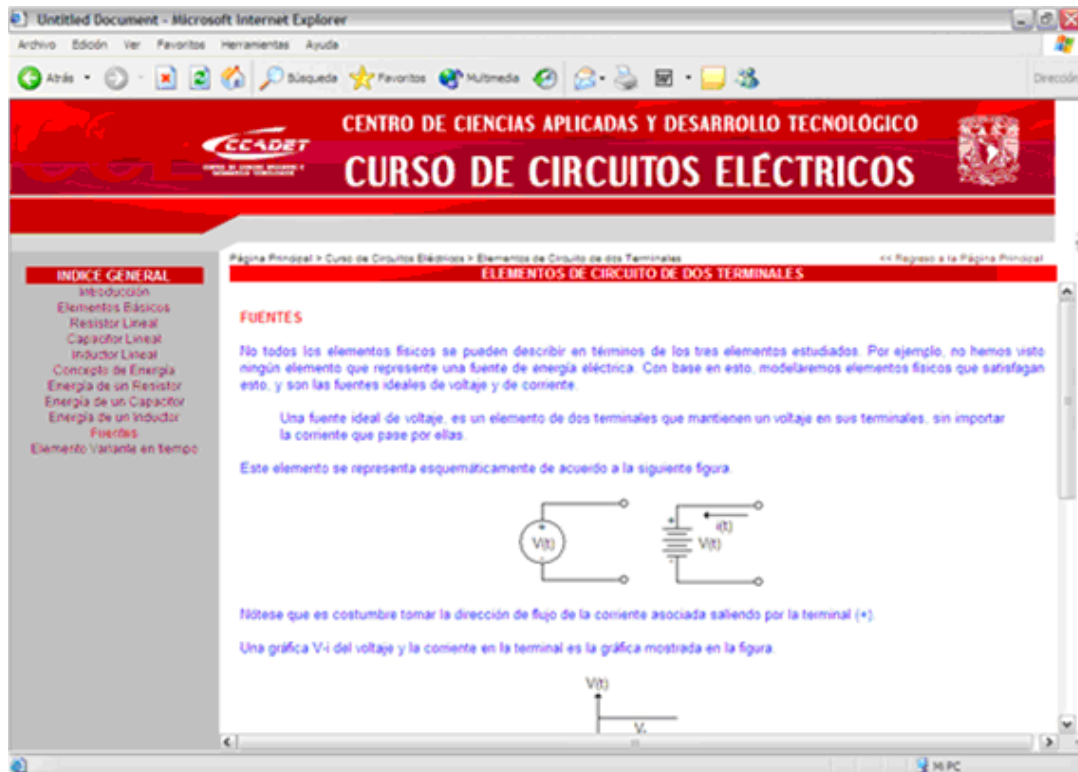


Figura 13. Pantalla correspondiente a las fuentes.

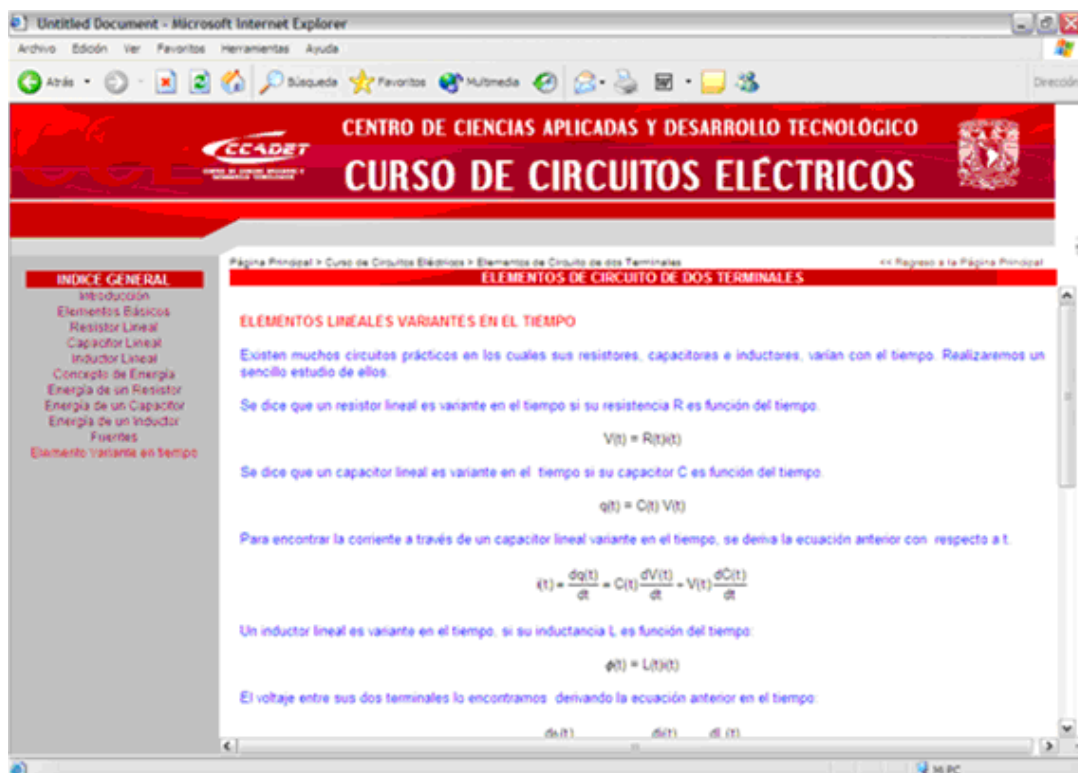


Figura 14. Pantalla correspondiente a los elementos variantes en el tiempo.

En la figura 15 se muestra la pantalla de Transformada de Laplace en el tema de inductores.

Untitled Document - Microsoft Internet Explorer

Archivo Edición Ver Favoritos Herramientas Ayuda

Abre Búsqueda Favoritos Multimedia

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

CURSO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Página Principal > Curso de Circuitos Eléctricos > Transformada de Laplace

TRANSFORMADA DE LAPLACE

INDICE GENERAL

- Transformada de Laplace
- Aplicación a Redes
- Leys de Kirchhoff
- Resistores
- Capacitores
- Inductores
- Impedancia y Admitancia
- Función de Transferencia
- Relación con Variables

INDUCTORES

Un elemento inductivo está descrito por la relación voltaje corriente:

$$V_L(t) = L \frac{di_L}{dt}$$

o por la relación:

$$i_L(t) = i_L(0^-) + \frac{1}{L} \int_0^t V_L(s) ds$$

que si aplicamos la transformada de Laplace tenemos:

$$V_L(s) = sL i_L(s) - L i_L(0^-)$$

y por la otra relación:

$$i_L(s) = \frac{i_L(0^-)}{s} + \frac{1}{sL} V_L(s)$$

Comparando las ecuaciones

$$V_L(s) = sL i_L(s) - L i_L(0^-)$$

y

$$i_L(s) = \frac{i_L(0^-)}{s} + \frac{1}{sL} V_L(s)$$

Figura 15. Pantalla de Transformada de Laplace en el tema de inductores.

2. Códigos

En la siguiente parte del Informe se darán todos los códigos del programa con el cual se construyó este curso para la WEB. Esto lo haremos para cada una de las diferentes partes en las que está distribuido el curso.

2.1 Prefacio

Esta es la entrada al curso y define los diferentes formatos de la página.

```
<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>José Luis Pérez Silva</o:LastAuthor>
<o:Revision>12</o:Revision>
<o:TotalTime>271</o:TotalTime>
<o:Created>2007-05-11T17:55:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T15:15:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>273</o:Words>
<o:Characters>1507</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>12</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1777</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;}
span.GramE
    {mso-style-name:"";
    mso-gram-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="15362"/>
</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 style='tab-interval:35.4pt'>

<div class=Section1>

```

PREFACIO En el ámbito de la ciencia y la técnica, los Circuitos Eléctricos ha jugado un papel importante, podríamos asegurar que la vida actual, como la entendemos, no podría existir sin la participación de la teoría de los Circuitos Eléctricos y su aplicación técnica en electricidad, electrónica y prácticamente en todo lo que requiere instalaciones eléctricas, por lo que estudiarlos y entenderlos 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 circuitos que actualmente requiere la Ciencia y la Técnica. Por este motivo el curso está dividido en Introducción, Leyes de Kirchhoff, Variables de Estado, La Transformada de Laplace, Analisis Sinosoidal, Series y Transformada de Fourier. Quiero agradecer a mi amada esposa Roxanna por su comprensión y motivación para lograr este curso, sin ella esto nunca lo habría logrado. Al Maestro Antonio Garcés Madrigal, alumno y amigo, a quien puedo considerar coautor de este curso. 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.
--

<p class=MsoNormal style='text-align:justify'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

2.2 Prefacio. Marco 1

En esta parte se definen los diferentes marcos en los cuales está dividida la página.

```
<!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/figura1.gif">
  <tr>
    <td width="289" height="20" align="left" valign="top" background="figuras/logicas.gif">&nbsp;</td>
  </tr>
</table>
</body>
</html>

```

2.3 Prefacio. Marco 2

```

<!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: #999999;
}
-->
</style></head>

<body>
</body>
</html>

```

2.4 Prefacio. Marco 3

```

<!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 {
    margin-left: 20px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 10px;
    margin-bottom: 0px;
}
-->
</style></head>

<body>
</body>
</html>

```

2.5 PREFACIO. MARCO 4

```

<!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;
    margin-left: 10px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style12 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 10px;
}
a:link {
    color: #FFFFFF;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #FFFFFF;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
.style14 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 10pt;
    color: #FFFFFF;
}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
  <tr>
    <td width="614"><span class="indicador style4 style12">P&acute;gina Principal &gt; Curso de
Circuitos El&eacute;ctricos </span></td>
  </tr>
</table>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background="figuras/figura2.gif">
  <tr>
    <td width="786"><div align="center"><span class="style14">CURSO DE CIRCUITOS ELECTRICOS
</span></div></td>
  </tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>

```

```

<div align="left"></div>
<p>&nbsp;</p>
</body>
</html>

```

2.6 ELEMENTOS BASICOS. INTRODUCCIÓN

```

<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="circelecintro_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="circelecintro_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="circelecintro_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>INTRODUCCION </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>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-30T17:46:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T17:46:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>230</o:Words>
<o:Characters>1268</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>10</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1496</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>

```

```

<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    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: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:1012492727;

```

[illegible]

[illegible]

</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:53.25pt; height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304773">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Esta ecuación nos dice, que la corriente eléctrica es la derivada con respecto al tiempo de la carga eléctrica, y su unidad es el Ampere, que se define como:<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:93pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304774">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La segunda es:<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:59.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304775">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Esta ecuación nos dice que la diferencia de potencial entre las dos terminales de un elemento de circuito, para el cual el flujo magnético es un factor dominante, es igual a la derivada respecto del tiempo del flujo. Su unidad es el Volt que 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_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:72.75pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304776">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]><-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>La potencia instantánea liberada por un elemento de circuito la definimos como:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>p(t)= V(t) i(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde V(t) e i(t) son el voltaje y la corriente del elemento de circuito respectivamente. Su unidad es el Watt.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Finalmente la energía liberada por un elemento de circuito en el intervalo de tiempo (t₀, t), 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'><span

<sub>

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

id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:75.75pt;height:36.75pt'

o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304777">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>o en forma equivalente:<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:95.25pt;height:36.75pt'

o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="circelecintro_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="_1247304778">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>donde E esta dado en watts por segundo, o sea en joules.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Las relaciones entre el voltaje y la corriente en un elemento de circuito, dependen de la naturaleza física del elemento. El estudio de estas relaciones y las interconexiones de estos elementos, es el objetivo de nuestro curso.<o:p></o:p></p>

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

</div></td>

```

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

</html>

```

2.7 ELEMENTOS BÁSICOS. INTRODUCCIÓN. MARCO 4

```

<!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;
    margin-left: 10px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style12 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 10px;
}
a:link {
    color: #993333;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #993333;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
.style14 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 10pt;
    color: #FFFFFF;
}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
<tr>

```

```
 <span class="indicador style4 style12">P&acute;gina Principal &gt; Curso de Circuitos El&eacute;ctricos &gt; Elementos de Circuito de dos Terminales </span></td>   | |
```

2.8 ELEMENTOS BÁSICOS. INTRODUCCIÓN. MARCO 5

```

<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 12px;
    font-weight: bold;
    color: #0000CC;
}
a:link {
    color: #990033;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #990033;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
a {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;

```

```

        font-size: 12px;
    }
    .style14 {
        color: #FFFFFF;
        font-size: 10pt;
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    }
    .style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

<body>
<div align="center">
    <table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
        <tr>
            <td bgcolor="#CC0000"><div align="center"><span class="style16">INDICE GENERAL
</span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="circelecintro.htm"
target="mainFrame">Introducci&oacute;n</a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="elembas2terminales.htm" target="mainFrame">Elementos B&aacute;sicos </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="resislininvtiempo.htm"
target="mainFrame"> Resistor Lineal </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="capalininvtiempo.htm"
target="mainFrame">Capacitor Lineal </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="inducclininvtiempo.htm"
target="mainFrame">Inductor Lineal </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="concenerg2terminales.htm" target="mainFrame">Concepto de Energ&iacute;a
</a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="energdisipresistor.htm"
target="mainFrame">Energ&iacute;a de un Resistor </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="energalmacapacitor.htm" target="mainFrame">Energ&iacute;a de un
Capacitor</a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="energalmainductor.htm"
target="mainFrame">Energ&iacute;a de un Inductor</a></span></div></td>

```

```

</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="fuentes.htm"
target="mainFrame">Fuentes</a></span></div></td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="elemlinvariantiempo.htm"
target="mainFrame">Elemento Variante en tiempo </a></span></div></td>
</tr>
</table>
<p class="style1">&nbsp;</p>
</div>
</body>
</html>

```

2.9 ELEMENTOS BÁSICOS. ELEMENTOS BÁSICOS DE CIRCUITO DE DOS TERMINALES

```

<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="elembas2terminales_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="elembas2terminales_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>ELEMENTOS BASICOS DE CIRCUITO DE DOS TERMINALES </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>8</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-30T17:55:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-30T17:55:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>300</o:Words>
  <o:Characters>1655</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>13</o:Lines>
  <o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1952</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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:1996958026;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:201981967;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    margin-left:18.0pt;

```

```

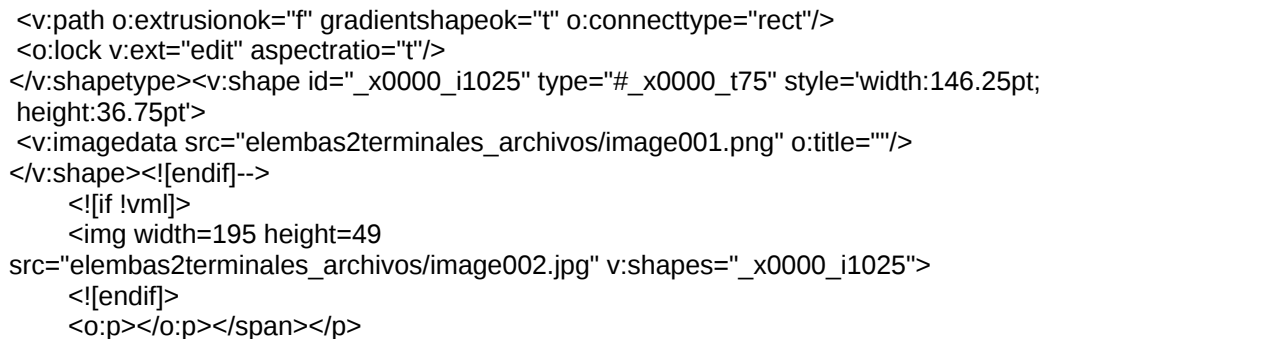
        text-indent:-18.0pt;}
ol
        {margin-bottom:0cm;}
ul
        {margin-bottom:0cm;}
-->
</style>
<!--[if gte mso 10]>
<style>
/* Style Definitions */
table.MsoNormalTable
        {mso-style-name:"Tabla normal";
        mso-tstyle-rowband-size:0;
        mso-tstyle-colband-size:0;
        mso-style-noshow:yes;
        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 style='tab-interval:35.4pt'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>ELEMENTOS BASICOS DE CIRCUITO
DE DOS TERMINALES</span></b><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La
representaci&oacute;n simb&oacute;lica de un elemento de dos terminales, es la que se muestra en la
figura.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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"/>

```

$$\prod_{i=1}^6 \prod_{j=1}^{21600} \sum_{k=0}^8 \prod_{l=1}^{21600} \sum_{m=0}^{10}$$



Los puntos finales marcados A y B, representan las dos terminales del elemento que tiene la posibilidad de interconectarse con otros elementos del circuito.

Una propiedad básica de los elementos es que la corriente que entra en una terminal, es igual a la corriente que sale por la otra. Es decir:

$$I_1 = I_2$$

donde I_1 es la corriente que entra en la terminal 1 y I_2 es la corriente que sale por la terminal 2.

ya que fluye una corriente a través del elemento, se necesita que pueda medirse su caída de potencial a través del elemento, y para que sea posible establecer una relación voltaje corriente, es necesario el poder establecer una convención de signos, una polaridad.

La polaridad del voltaje en un elemento de circuito, se establece arbitrariamente considerando que una terminal está a un potencial mayor que otro. A la terminal que se considera a un mayor potencial, se le asigna el signo (+), y a la terminal considerada a un potencial menor, se identifica con el signo (-). La figura, nos muestra un elemento cuya terminal A está a mayor potencial que la B, y


```

<link rel=Edit-Time-Data href="resislininvtiempo_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="resislininvtiempo_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>RESISTOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO </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>12</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-30T18:08:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T18:08:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>259</o:Words>
<o:Characters>1425</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>11</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1681</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBlockText, li.MsoBlockText, div.MsoBlockText
    {margin-top:0cm;
    margin-right:1.0cm;
    margin-bottom:0cm;
    margin-left:1.0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    font-style:italic;
    mso-bidi-font-style:normal;}
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;}
-->
</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'>

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

<tr>

<td><div class=Section1>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>RESISTOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO <o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>El término resistencia, denota un elemento con la propiedad de convertir energía eléctrica en energía térmica. Al elemento cuya característica predominante es la resistencia se le llama Resistor. Matemáticamente se modela un resistor, como una función que relaciona el voltaje de las terminales, y la corriente que circula por él. En forma más precisa, lo definimos como:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoBlockText>Decimos que un elemento de circuito de dos terminales es un resistor lineal invariante en el tiempo, si su característica de potencial se puede expresar como una función lineal invariante en el tiempo de su corriente de entrada.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Matemáticamente expresamos lo anterior por medio de la relación:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>
$$V(t) = R i(t)$$
t) = Ri(t)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>donde R es el valor de la Resistencia del elemento, y se mide en Ohms (WW). i(t) es el valor de la corriente de entrada en amperes y V(t), es el valor del voltaje en volts. Su símbolo esquemático se muestra en la figura 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: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:105.75pt;
height:27.75pt'>
<v:imagedata src="resislininvtiempo_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Se puede resolver la
ecuaci&oacute;n para la corriente de la forma:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:53.25pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="resislininvtiempo_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_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247306045">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>o</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> en forma equivalente:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i(</span></span><span

```

$t) = G[V(t)]$

donde

$$y = \frac{V}{R} = \frac{V}{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}}$$

se denomina Conductancia, y sus unidades son Ohm^{-1} .

La relación voltaje corriente de un resistor lineal invariante en el tiempo, se puede representar como una línea recta que pasa a través del origen en el plano V - i . Cuando $R = 0$, la línea es horizontal y $V = 0$ para todos los valores de i . A esto se le llama corto circuito. Cuando $R = \infty$, la línea es vertical con $i = 0$ para todos los valores de V , define lo que se llama el circuito abierto.

Los diagramas esquemáticos del resistor, corto circuito, y circuito abierto, se muestran respectivamente en la figura.



```

</v:shape><![endif]-->
    <![if !vml]>
        
    <![endif]>
    <o:p></o:p></span></p>
    <p
        class=MsoNormal><span
            style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.11 ELEMENTOS BÁSICOS. CAPACITOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO

```

<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="capalinvviempo_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="capalinvviempo_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="capalinvviempo_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>CAPACITOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO    </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>114</o:TotalTime>
    <o:LastPrinted>2000-10-02T23:25:00Z</o:LastPrinted>
    <o:Created>2007-07-30T20:00:00Z</o:Created>
    <o:LastSaved>2007-07-30T20:00:00Z</o:LastSaved>
    <o:Pages>1</o:Pages>
    <o:Words>410</o:Words>
    <o:Characters>2257</o:Characters>
    <o:Company>CI UNAM</o:Company>
    <o:Lines>18</o:Lines>
    <o:Paragraphs>5</o:Paragraphs>
    <o:CharactersWithSpaces>2662</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    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;}
-->
</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'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
    <p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>CAPACITOR LINEAL INVARIANTE EN
EL TIEMPO</span></b><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>El t&eacute;rmino
Capacitancia se emplea para denotar la propiedad de un elemento que guarda energ&iacute;a. En un
elemento t&iacute;pico de capacitancia, la energ&iacute;a almacenada esta acompa&ntilde;ada de una
acumulaci&oacute;n de cargas entre dos superficies separadas por un material aislante. Este elemento
se llama Capacitor y en la figura, se muestra esquem&aacute;ticamente.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span 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
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"/>

```

$$\sum_{i=0}^6 \prod_{j=1}^7 \prod_{k=0}^{21600} \sum_{l=0}^{21600} \prod_{m=0}^{21600} \text{pixelWidth}$$

$$\sum_{n=0}^{21600} \prod_{o=0}^{21600} \text{pixelHeight}$$

$$\sum_{p=0}^{21600} \prod_{q=0}^{21600} 0$$

$$\text{path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"}$$

$$\text{lock v:ext="edit" aspectratio="t"}$$

$$\text{shapetype}<\text{v:shape id="_x0000_i1026" type="\#_x0000_t75" style="width:264.75pt; height:134.25pt"}$$

$$\text{v:imagedata src="capaliniinvtiempo_archivos/image001.png" o:title=""}$$

$$\text{v:shape}<![endif]-->$$

$$\text{img width=353 height=179}$$

$$\text{src="capaliniinvtiempo_archivos/image002.jpg" v:shapes="_x0000_i1026"}$$

$$\text{img width=101 height=45}$$

$$\text{src="capaliniinvtiempo_archivos/image004.jpg" v:shapes="_x0000_i1025"}$$

$$\text{Su s\acute{e}mbolo esquem\acute{a}tico es el de la siguiente figura}$$

$$\text{En un capacitor lineal invariante en el tiempo, para todo instante t, la carga almacenada esta relacionada con el voltaje por:}$$

$$\text{donde } C \text{ es la capacitancia del elemento, y se mide en Farads, cuando } q \text{ esta en Coulombs y } V \text{ en Volts. La ecuaci\acute{o}n anterior representa la relaci\acute{o}n entre } q \text{ y } V, \text{ y se representa en el plano } q, V \text{ como una recta que pasa por el origen, y cuya pendiente es la capacitancia del elemento.}$$

La capacitancia de un capacitor linealmente invariante en el tiempo, que esta construido entre dos placas paralelas, se puede encontrar como:



donde

ϵ_0 = Permitividad del material aislante.

A = Área de la superficie.

L = Distancia entre las placas.

Así, podemos definir:

C = Capacitancia

Un elemento de circuito de dos terminales es un capacitor lineal invariante en el tiempo, si la carga eléctrica q está dada como una función lineal invariante en el tiempo del voltaje a través de él.

Si la corriente eléctrica que fluye a través de un punto en el circuito, es la derivada respecto al tiempo de la carga, la ecuación

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

<p class=MsoNormal align=center style="text-align: center;">q(t) = C V(t)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>se puede escribir de la forma:<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: 63pt; height: 27pt" o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="capaliniinv tiempo_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="_1247312816">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoBodyText>Luego la corriente que pasa a través del capacitor, es proporcional al voltaje, y la constante de proporcionalidad es la capacitancia.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>También se puede escribir la ecuación:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style="text-align: center;">q(t) = C V(t)<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>como:<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: 87pt; height: 27pt" o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="capaliniinv tiempo_archivos/image009.wmz" o:title=""/>

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

<![endif]>

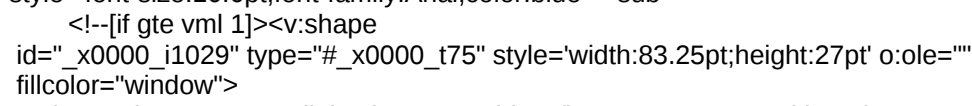
</sub>

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

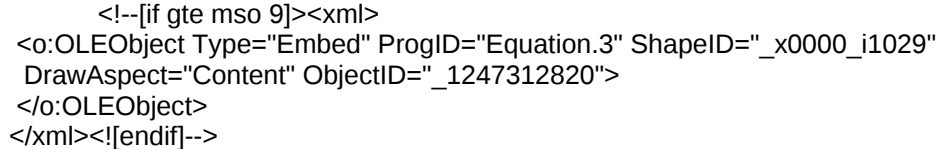
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247312817">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:30.75pt;height:27.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="capalinvtiempo_archivos/image011.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

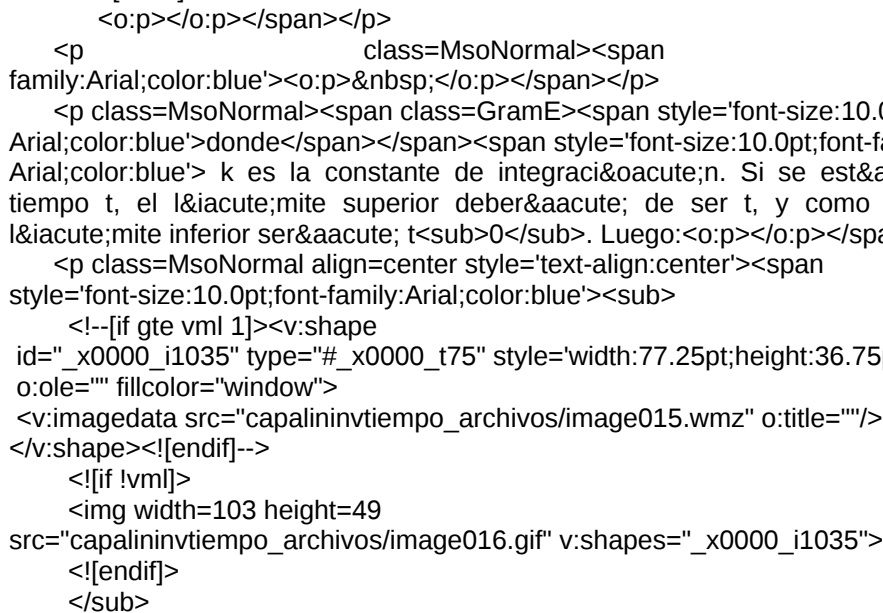
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247312818">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>y se llama Elastancia<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>A menudo es conveniente tener una relaci&ocute;n para el voltaje del capacitor directamente en términos de la corriente, en lugar de la carga. Se puede obtener esta relaci&ocute;n de la ecuaci&ocute;n<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:63pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="capalinvtiempo_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

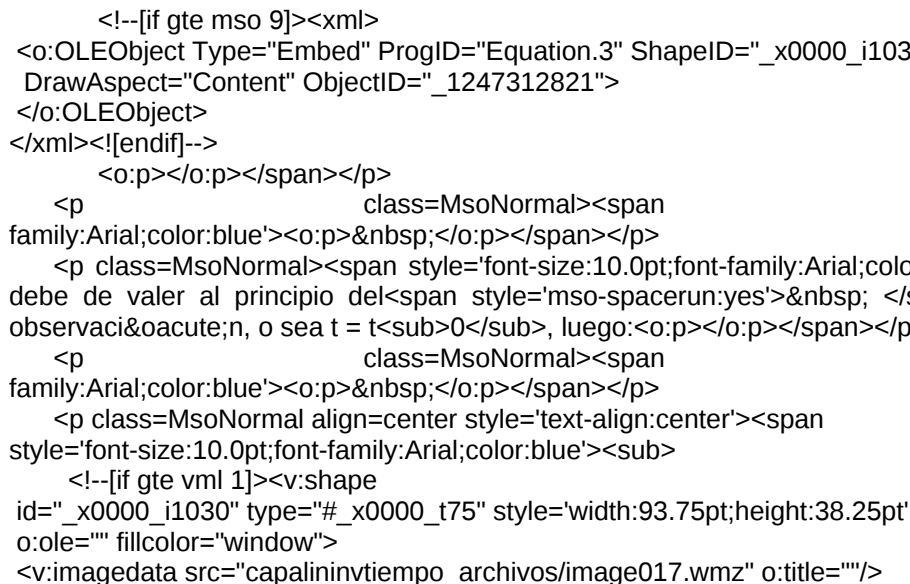
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247312819">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>dividiéndola por C, e integrándola:<o:p></o:p></p>











```

</v:shape><![endif]-->
    <![if !vml]>
        
    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247312822">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La ecuaci&oacute;n
anterior indica que <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>k = <span
class=GramE>V(</span><sub>0</sub></span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, </span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>luego</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> si la variable de integraci&oacute;n es muda, se puede emplear s en vez de t, y se
obtiene la relaci&oacute;n:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span 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
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:105.75pt;height:36.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="capalinvntiempo_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_i1031"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247312823">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>que</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> es la relaci&oacute;n deseada entre el voltaje y la corriente del
capacitor.<o:p></o:p></span></p>
    </div></td>
</tr>
</table>
</body>

```

</html>

2.12 ELEMENTOS BÁSICOS. INDUCTOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO

```
<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="inducelininvtiempo_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="inducelininvtiempo_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="inducelininvtiempo_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>INDUCTOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO </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>4</o:Revision>
<o:TotalTime>82</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-30T21:23:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T21:23:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>204</o:Words>
<o:Characters>1125</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>9</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1327</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
```

```

<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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;}
-->
</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'>

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

<tr>

<td><div class=Section1>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>INDUCTOR LINEAL INVARIANTE EN EL TIEMPO <o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>El término Inductancia se emplea para denotar la propiedad de un elemento de circuito de almacenar energía en un campo magnético. Este almacenamiento de energía está acompañado del hecho de establecer un flujo magnético dentro de un material ferromagnético La figura muestra un inductor simple que se construyóe, enredando un alambre de cobre alrededor de un aro de acero.<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_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:231.75pt; height:138.75pt'>

<v:imagedata src="inducelininvtiempo_archivos/image001.png" o:title=""/>

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

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>Para un inductor lineal invariante en el tiempo a cualquier t, el flujo magnético está dado aproximadamente por la relación:<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_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:75.75pt;height:33pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inducelininvtiempo_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_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247317807">

</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_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:48.75pt;height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inducelininvtiempo_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_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247317808">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>es la inductancia del elemento, y sus unidades son los Henries, y se denota por Ã<o:p></o:p></p>

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

$m =$ Permitividad

$L =$ Longitud

$A =$ Area de la sección de la bobina.

$N =$ Numero de vueltas del alambre.

$\mu =$

Con esto se puede dar la siguiente definición:

$\mu =$

$\mu =$

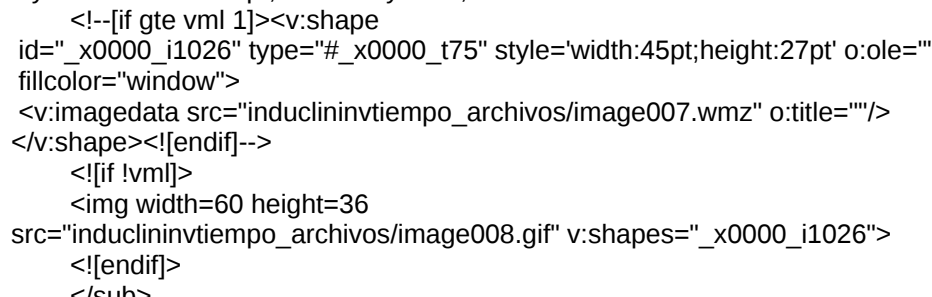
Se dice que un elemento de circuito de dos terminales es un inductor lineal invariante en el tiempo, si su flujo magnético se especifica como una función lineal invariante en el tiempo, de la corriente.

$\mu =$

Por la ley de Faraday el voltaje en las terminales del inductor es:

$\mu =$

$\mu =$



Combinando las ecuaciones

$\mu =$

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247317810">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>y<span 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
 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'>f<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'>(t) = Li<span
 class=GramE>t)</p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>se<span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'> tiene la relación <span
 class=SpellE>V,i del inductor de la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 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:51pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="inducelininvtiempo_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="_1247317811">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
 family:Arial;color:blue'>Integrando:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 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:101.25pt;height:36.75pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="inducelininvtiempo_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_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247317812">

```

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>donde</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> i(t<sub>0</sub>) es la corriente inicial del inductor.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.13 ELEMENTOS BÁSICOS. CONCEPTO DE ENERGIA EN ELEMENTOS DE DOS TERMINALES

```

<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="concenerg2terminales_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="concenerg2terminales_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="concenerg2terminales_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>CONCEPTO DE ENERGIA EN ELEMENTOS DE DOS TERMINALES </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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-30T21:29:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T21:30:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>134</o:Words>
<o:Characters>737</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>6</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>870</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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;}
-->
</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'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>CONCEPTO DE ENERGIA EN
ELEMENTOS DE DOS TERMINALES</span></b><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como se vio
anteriormente, los elementos Resistivos, Inductivos, y Capacitivos, disipan energ&iacute;a
el&eacute;ctrica en forma de calor, almacenan energ&iacute;a el&eacute;ctrica en campos
magn&eacute;ticos y en campos el&eacute;ctricos respectivamente. La potencia instant&aacute;nea que
est&aacute; definida como la derivada respecto al tiempo de la energ&iacute;a esta dada como un
producto de elementos de voltaje y corriente respectivamente.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>p(</span></span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = V(t)i(t)</span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta energ&iacute;a
liberada por el<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span>elemento en un intervalo de tiempo
(t<sub>0</sub>,t) es:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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:86.25pt;
height:36.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="concenerg2terminales_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="_1247318162">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta energ&iacute;a
puede ser positiva o negativa, dependiendo de los valores relativos de los signos de <span
class=GramE>i(</span>t) y V(t). Con la convenci&oacute;n de signos establecida para los elementos R,
C y L, el valor positivo de la energ&iacute;a se asocia con el flujo neto de energ&iacute;a dentro de los
elementos del circuito como lo indica la figura.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:139.5pt;height:132pt'>
<v:imagedata src="concenerg2terminales_archivos/image003.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.14 ELEMENTOS BÁSICOS. ENERGÍA DISIPADA POR UN RESISTOR

```

<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="energdisipresistor_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="energdisipresistor_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="energdisipresistor_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>ENERGIA DISIPADA POR UN RESISTOR</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>2007-07-30T21:32:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T21:32:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>51</o:Words>
<o:Characters>281</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>2</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>331</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}
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;}
-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>ENERGIA DISIPADA POR UN
RESISTOR</span></b></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para un resistor lineal
invariante tenemos la relaci&ocute;n:</span></span></span></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V(</span></span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = R i(t)</span></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial'>La cual nos da la energ&iacute;a fluyendo en un resistor:</span></span></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'><span 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:138pt;
height:36.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="energdisipresistor_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="_1247318325">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>donde</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> i<sup>2</sup>(t) y V<sup>2</sup>(t), son siempre mayor que cero. La ecuaci&oacute;n
anterior indica que la energ&iacute;a fluye siempre dentro de un elemento con resistencia
positiva.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><o:p>&nbsp;</o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.15 ELEMENTOS BÁSICOS. ENERGÍA ALMACENADA EN UN CAPACITOR

```

<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="energalmacapacitor_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="energalmacapacitor_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="energalmacapacitor_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>ENERGIA ALMACENADA EN UN CAPACITOR </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>4</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:27:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-07-30T21:36:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-30T21:36:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>45</o:Words>
<o:Characters>249</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>2</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>293</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText

```

```

        {margin:0cm;
        margin-bottom:.0001pt;
        text-align:justify;
        mso-pagination:none;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        color:blue;
        mso-ansi-language:ES-TRAD;}
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;}
-->
</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'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
        <p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>ENERGIA ALMACENADA EN UN
CAPACITOR</span></b><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para un capacitor
lineal invariante tenemos la relaci&oacute;n:<o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span

```

```

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 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:57.75pt;
height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="energalmacapacitor_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="_1247318554">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
  <o:p></o:p></span></p>
  <p class=MsoBodyText><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial'>que</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial'> nos da la energ&iacute;a; a fluyendo en un capacitor:<o:p></o:p></span></p>
  <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:105pt;height:36.75pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="energalmacapacitor_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="_1247318555">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

```

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

<p class=MsoNormal>con un cambio simple de variable:<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:90pt;height:38.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="energalmacapacitor_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="_1247318556">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal>o:<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:126pt;height:27pt' o:ole="">

<v:imagedata src="energalmacapacitor_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="_1247318557">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal>por lo que:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>E(t₀,t) = E(t) - E(t₀))<o:p></o:p></p>

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

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

2.16 ELEMENTOS BÁSICOS. ENERGÍA ALMACENADA EN UN INDUCTOR

```
<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="energalmainductor_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="energalmainductor_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="energalmainductor_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>ENERGIA ALMACENADA EN UN INDUCTOR </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:Template>Normal</o:Template>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>3</o:Revision>
<o:TotalTime>4</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:28:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-07-30T21:40:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T01:07:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>45</o:Words>
<o:Characters>250</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>2</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>294</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
```

```

<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
@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;}
-->
</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='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>ENERGIA ALMACENADA EN UN INDUCTOR <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Para un inductor lineal e invariante en el tiempo, tenemos la relación:<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:57pt; height:27pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="energalmainductor_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_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247503986"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>que nos da la energía que fluye dentro del inductor 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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:93.75pt;height:36.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="energalmainductor_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_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247503987">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>cambiando variable:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:75.75pt;height:36.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="energalmainductor_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_i1027"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247503988">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=DE style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:DE'>Integrando:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=DE
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:DE'><sub><!--[if gte vml
1]><v:shape
id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:108pt;height:27pt' o:ole="">
<v:imagedata src="energalmainductor_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_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247503989">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=DE style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:DE'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</td>
</tr>
</table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left'><span style='mso-bidi-font-size:
12.0pt'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

```

2.17 ELEMENTOS BÁSICOS. FUENTES

```
<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="fuentes_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="fuentes_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>FUENTES </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>23</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T00:06:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T00:06:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>201</o:Words>
<o:Characters>1106</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>9</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1305</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    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;}
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;}
-->
</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='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>FUENTES</span></b><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

```

color:blue"><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>No todos los elementos físicos se pueden describir en térm;minos de los tres elementos estudiados. Por ejemplo, no hemos visto ningún elemento que represente una fuente de energía el&eacut;ctrica. Con base en esto, modelaremos elementos físicos que satisfagan esto, y son las fuentes ideales de voltaje y de corriente.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt">Una fuente ideal de voltaje, es un elemento de dos terminales que mantienen un voltaje en sus terminales, sin importar la corriente que pase por ellas.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Este elemento se representa esquemáticamente de acuerdo a la siguiente 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:181.5pt; height:68.25pt">

<v:imagedata src="fuentes_archivos/image001.png" o:title=""/>

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

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>Nótese que es costumbre tomar la dirección de flujo de la corriente asociada saliendo por la terminal (+).<o:p></o:p></p>

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

color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Una gráfica V-i del voltaje y la corriente en la terminal es la gráfica mostrada en la figura.<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'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:84.75pt;height:75pt'><v:imagedata src="fuentes_archivos/image003.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level: 1'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>En cualquier instante el valor del voltaje en las terminales del elemento de circuito es constante con respecto al valor de la corriente i(t). Cuando V = 0, las características V-i de la fuente son las de un corto circuito.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt'>Una fuente ideal de corriente es un elemento de dos terminales que mantiene una corriente i(t), fluyendo a través de sus terminales sin importar el valor del voltaje v(t) entre ellos. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt'><i style='mso-bidi-font-style:normal'><o:p> </o:p></i></p>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Una gráfica V-i de esta fuente es la de la siguiente 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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:85.5pt;height:74.25pt'><v:imagedata src="fuentes_archivos/image005.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span lang=ES style='font-size:

10.0pt;font-family:Arial;color:blue">Su representación esquemática se muestra en la figura.<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'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:103.5pt;height:66.75pt'><v:imagedata src="fuentes_archivos/image007.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p></div></td>

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

</html>

2.18 ELEMENTOS BÁSICOS. ELEMENTOS LINEALES VARIANTES EN EL TIEMPO

<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="elemlinvartiempo_archivos/filelist.xml"><link rel=Edit-Time-Data href="elemlinvartiempo_archivos/editdata.mso"><link rel=OLE-Object-Data href="elemlinvartiempo_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>ELEMENTOS LINEALES VARIANTES EN EL TIEMPO</title>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:DocumentProperties><o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author><o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor><o:Revision>2</o:Revision><o:TotalTime>10</o:TotalTime><o:Created>2007-07-31T00:16:00Z</o:Created><o:LastSaved>2007-07-31T00:16:00Z</o:LastSaved><o:Pages>1</o:Pages>

```

<o:Words>316</o:Words>
<o:Characters>1744</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>14</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2056</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    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;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;

```

```

        mso-bidi-font-weight:normal;}
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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>ELEMENTOS LINEALES VARIANTES EN EL
TIEMPO</span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><span></span></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Existen muchos circuitos pr&acute;cticos en los cuales sus resistores, capacitores e
inductores, var&iacute;an con el tiempo. Realizaremos un sencillo estudio de
ellos.</span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><span></span></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Se dice que un resistor lineal es variante en el tiempo si su resistencia R es funci&ocirc;n
del tiempo.</span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><span></span></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V(</span></span><span></span>

```


</o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Un inductor lineal es variante en el tiempo, si su inductancia L es función del tiempo:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>f(t) = L(t)i(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>El voltaje entre sus dos terminales lo encontramos derivando la ecuación anterior en el tiempo:<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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:144.75pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="elemmlinvartempo_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="_1247328166">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Hemos estudiado los elementos fundamentales de circuito y en cada caso hemos obtenido su relación voltaje corriente. Ahora estudiaremos cuales son las características de estos elementos cuando se conectan para formar una red o circuito. Cuando se conoce la configuración de la red, nos interesa saber que pasa en las terminales de cada elemento, o en una combinación de elementos cuando el circuito está conectado a una fuente, sea de voltaje o de corriente.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Si consideramos una interconexión simple de elementos RLC para formar una red de la forma de la figura, con dos resistores, un inductor y un capacitor, conectada a una fuente denotada por V.<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:177.75pt;height:99pt'><v:imagedata src="elemmlinvartempo_archivos/image005.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>Definiremos algunas cantidades o términos:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Brazo: El brazo de una red usualmente representa a un elemento de dos terminales de una red.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>En la figura anterior los puntos marcados con los números 1 y 2, están interconectados por medio del resistor R₁. Los puntos 3 y 4, están interconectados por el brazo capacitivo C.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Nodo: Está definido como el punto final de un brazo, o donde dos o más ramas terminan. En la figura, los puntos 1, 2, 3 y 4 son nodos.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Gasa: Es una interconexión de ramas, las cuales forman una trayectoria cerrada. En la figura, las ramas L, R2, y C, forman una gasa.<o:p></o:p></p>

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

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

2.19 ELEMENTOS BÁSICOS. LEYES DE KIRCHOFF

<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="leyeskirchoff_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="leyeskirchoff_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>LEYES DE KIRCHOFF          </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
  <o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
  <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
  <o:Revision>2</o:Revision>
  <o:TotalTime>80</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-31T01:39:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-31T01:39:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>753</o:Words>
  <o:Characters>4145</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>34</o:Lines>
  <o:Paragraphs>9</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>4889</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    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;}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    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:851604475;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:1868879308;}
@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:1012492727;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:201981967;}
@list l1:level1

```

```

        {mso-level-tab-stop:18.0pt;
        mso-level-number-position:left;
        margin-left:18.0pt;
        text-indent:-18.0pt;}
@list l2
        {mso-list-id:1996958026;
        mso-list-type:simple;
        mso-list-template-ids:201981967;}
@list l2:level1
        {mso-level-tab-stop:18.0pt;
        mso-level-number-position:left;
        margin-left:18.0pt;
        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 style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>LEYES DE
KIRCHHOFF</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'> <o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Introduciremos ahora dos leyes b&aacute;sicas relacionadas con las corrientes y los voltajes
de los elementos b&aacute;sicos despu&eacute;s que se interconectan para formar una red. Estas son
llamadas leyes de Kirchhoff. Se aplican a cualquier configuraci&oacute;n de red, sean lineales o no,
variantes o invariantes en el tiempo.<o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

```

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

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight: normal'>Ley de corriente de Kirchhoff. <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Antes de establecer la ley de corrientes de Kirchhoff (LCK), haremos una convención de signos. Para una red dada, asignamos una dirección arbitraria a las corrientes en cada rama, y la designamos por una flecha. Le ponemos signo positivo a las corrientes cuyas direcciones llegan a un nodo y signo negativo a las corrientes que salen de un nodo. La ley de corriente dice:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level: 1'>La suma algebraica de las corrientes que entran y salen de un nodo, es cero.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>En forma equivalente: La suma de las corrientes que llegan a un nodo, es igual a la suma de las corrientes que salen del mismo nodo. Por ejemplo:<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:108pt; height:83.25pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image001.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Analicemos la figura anterior: Sean las corrientes en las ramas 1, 2, y 3, i_1 , i_2 , y i_3 , respectivamente, y fluyan en la direcci&ocute;n mostrada. De acuerdo con LCK, la corriente que fluye entrando al nodo n, debe de ser igual a las que fluyen saliendo de él.

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> i_1 = i_2 + i_3 </p>

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

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

<p class=MsoNormal>Podemos formular lo anterior diciendo que las corrientes que fluyen dentro del nodo por las ramas 1, 2, 3, son i_1 , $-i_2$, $-i_3$, respectivamente, y entonces:</p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> $i_1 - i_2 - i_3 = 0$ </p>

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

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

<p class=MsoNormal>que es la misma ecuaci&ocute;n, que la ecuaci&ocute;n</p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> $i_1 = i_2 + i_3$ </p>

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

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

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Ley de Voltaje de Kirchhoff. Consideremos la gasa simple de la figura. Denominaremos la gasa simple con: La fuente de voltaje con V, y las ramas que restan serán: a, b, c.</p>

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

<p class=MsoNormal>Escojamos una orientaci&ocute;n arbitraria para esta gasa (sentido de las manecillas del reloj) y denotaremos las caídas de potencial en las ramas a, b, c por V_a , V_b , V_c respectivamente. Estas</p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:116.25pt;height:117pt'>
<v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image003.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Como una regla general consideraremos que la ca&iacute;da de voltaje en cada rama es de la
polaridad (+) a la (-). Si la ca&iacute;da de voltaje a trav&eacute;s de una rama, es en la<span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>misma direcci&oacute;n que la direcci&oacute;n de la gasa, le
asignamos signo (+), y en el otro caso (-). Por ejemplo en la figura anterior las ca&iacute;das a
trav&eacute;s de las ramas a y c, son positivas y a trav&eacute;s de la rama b es
negativa.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Con la anterior convenci&oacute;n podemos establecer la ley de
Voltaje de Kirchhoff (LVK).<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>"La suma<span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>algebraica de todas las ca&iacute;das de voltaje en cualquier
gasa es igual a cero.&quot;<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta ley es general.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Aplicando LVK a la gasa de la figura<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:116.25pt;height:117pt'>
<v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image003.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>tenemos</span></span><span lang=ES
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

```

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>Va - VB + Vc = 0<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Consideremos la red À que consiste de resistores, inductores, capacitores y fuentes. Sustituyamos cada brazo de esta red por un segmento de línea y cada nodo por un punto. La figura que resulte es la gráfica À, y se denota por G. Como un ejemplo considere la red de la figura 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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:186.75pt;height:116.25pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image005.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Su gráfica correspondiente será la de la figura.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level:1'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:174.75pt;height:94.5pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image007.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

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

Arial">En la red À existen 6 ramas y cuatro nodos. Las ramas las numeramos con letras b₁ a b₆, y los nodos con N₁ a N₄. Nótese que cada rama termina en un nodo.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>En general se puede decir que una gráfica G, de una red À, es una colección de segmentos de líneas y nodos indicando como se interconectan las ramas de la red correspondiente.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Una gráfica se llama planar, si esta se puede dibujar en un plano, de forma tal que ninguna rama intercepte a otra, excepto en un nodo. La gráfica de 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_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:174.75pt;height:94.5pt'> <v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image007.png" o:title=""/> </v:shape><![endif]-->

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

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

<p class=MsoNormal>es planar y la gráfica de 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_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:148.5pt;height:71.25pt'> <v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image009.png" o:title=""/> </v:shape><![endif]-->

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

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

<p class=MsoNormal>no lo es, ya que sus ramas se interceptan en puntos que no son nodos. Solo estudiaremos gráficas planares<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Todas las gasas en una gráfica planar que no contengan ramas en su interior, se llaman mallas.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Un conjunto corte de una gráfica, es un conjunto con un número mínimo de ramas, que si se quitan, separan la gráfica en dos partes. 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_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:225.75pt;height:148.5pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image011.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>las ramas: (b₁, b₃, b₅, b₇, (b₁, b₂, b₉, (b₇, b₆, b₉) son conjuntos cortes.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Para 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_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:225.75pt;height:148.5pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image011.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

color:blue'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>que tiene cuatro nodos podemos escribir solamente tres ecuaciones linealmente independientes. Se puede establecer la siguiente regla general:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt'>"Para una red con $N + 1$ nodos se pueden escribir a lo mucho N ecuaciones de LCK linealmente independientes".<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Para implantar esta regla, podemos aplicar la LCK a cualquiera N nodos de la red bajo consideraciô n. El nodo que queda es llamado nodo de referencia. Luego en una red dada, primero se elige la referencia y luego escribimos las ecuaciones LCK para el resto de los nodos. Las ecuaciones LCK son todas linealmente independientes.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoBodyText>También se puede establecer el siguiente hecho:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal style='margin-top:0cm;margin-right:1.0cm;margin-bottom:0cm; margin-left:1.0cm;margin-bottom:.0001pt'>"Para una red con $N+1$ nodos y B ramas, hay exactamente $B-N$ ecuaciones LVK linealmente independientes".<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Por ejemplo en la red de 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_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:225.75pt;height:148.5pt'><v:imagedata src="leyeskirchoff_archivos/image011.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>tenemos seis nodos y nueve ramas, o sea $N = 6$ y $B = 9$, así que el número de ecuaciones de gasa LVK linealmente independientes es: $B - N = 9 - 5 = 4$.<o:p></o:p></p>

```

    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Para escoger las ecuaciones de gasa se emplean varios m&eacute;todos, ya que no es tan
simple como en el caso anterior.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.20 ELEMENTOS BÁSICOS. LEYES DE KIRCHOFF. MARCO 4

```

<!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;
    margin-left: 10px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style12 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 10px;
}
a:link {
    color: #993333;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #993333;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
.style14 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 10pt;
    color: #FFFFFF;
}

```

```

}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
  <tr>
    <td width="618"><span class="indicador style4 style12">P&acute;gina Principal &gt; Curso de
    Circuitos El&eacute;ctricos &gt; Leyes de Kirchhoff </span></td>
    <td width="168"><div align="justify"><span class="style12"><a href=" ../cursocirelec.htm"
    target="_parent">&lt;&lt; Regreso a la P&acute;gina Principal</a> </span></div></td>
  </tr>
</table>
<table width="787" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background=" ../figuras/figura2.gif">
  <tr>
    <td width="787"><div align="center"><span class="style14">LEYES DE KIRCHHOFF
</span></div></td>
  </tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>
<div align="left"></div>
<p>&nbsp;</p>
</body>
</html>

```

2.21 ELEMENTOS BÁSICOS. LEYES DE KIRCHHOFF. MARCO 5

```

<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 12px;
    font-weight: bold;
    color: #0000CC;
}
a:link {
    color: #990033;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #990033;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}

```

```

}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
a {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 12px;
}
.style14 {
    color: #FFFFFF;
    font-size: 10pt;
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
}
.style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

<body>
<div align="center">
<table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
<tr>
<td bgcolor="#CC0000"><div align="center"><span class="style16">INDICE GENERAL
</span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="leyeskirchoff.htm"
target="mainFrame">Leyes de Kirchhoff </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="metodo1.htm"
target="mainFrame">M&eacute;todo 1 </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="metodo2.htm"
target="mainFrame"> M&eacute;todo 2 </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="metodanalisis.htm"
target="mainFrame">M&eacute;todos de An&acute;lisis </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="analisisnodal.htm"
target="mainFrame">An&acute;lisis Nodal </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="analisisgasas.htm"
target="mainFrame">An&acute;lisis de Gasa </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
<td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="combinaserie.htm"
target="mainFrame">Combinaci&eacute;n en Serie </a></span></div></td>
</tr>
</tr>

```

```

        <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="combinaparalelo.htm"
target="mainFrame">Combinaci&ocute;n en Paralelo </a></span></div></td>
    </tr>
</table>
<p class="style1">&nbsp;</p>
</div>
</body>
</html>

```

2.22 ELEMENTOS BÁSICOS. METODO No 1

```

<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="metodo1_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="metodo1_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="metodo1_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>METODO No 1</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>26</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T15:32:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T15:32:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>193</o:Words>
<o:Characters>1062</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1253</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
  <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
  <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
  <w:AlignTablesRowByRow/>
  <w:ForgetLastTabAlignment/>
  <w:LayoutRawTableWidth/>
  <w:LayoutTableRowsApart/>
  <w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.GramE
    {mso-style-name:"";

```



```

<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:300.75pt;
height:218.25pt'>
<v:imagedata src="metodo1_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta red tiene cuatro
nodos y seis ramas y por lo tanto N = 3 y B = 6. Tomamos n<sub>1</sub> como el nodo de referencia y
podemos escribir las tres ecuaciones LCK linealmente independientes:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>n<sub>2</sub> =
i<sub>4</sub> - i<sub>5</sub> + i<sub>6</sub> = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>n<sub>3</sub> =
i<sub>1</sub> - i<sub>2</sub> - i<sub>4</sub> = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>n<sub>4</sub> = -
i<sub>3</sub> - i<sub>1</sub> - i<sub>6</sub> = 0</span><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Hay tambi&eacute;n B
- N = 6 - 3 = 3 ecuaciones LVK linealmente independientes, por lo que tenemos 12 inc&oacute;gnitas en
el circuito.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las tres ecuaciones
LVK son para las mallas m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub> y
son:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>m<sub>1</sub> -V + V<sub>1</sub> +
V<sub>2</sub> = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>m<sub>2</sub>: V<sub>4</sub> + V<sub>5</sub> -
V<sub>2</sub> = 0<o:p></o:p></span></p>

```

$m_{33} = \frac{V_6}{V_4} - \frac{V_1}{V_4} = 0$

con las ecuaciones anteriores, se tienen 6 ecuaciones. Para resolver el sistema nos hacen falta otras seis que obtendremos de las relaciones voltaje corriente de las ramas.

Por ejemplo, supongamos que la rama uno es resistiva, con resistencia R_1 , así que su relación es:

$$V_1 = R_1 I_1$$

Si la rama dos es capacitiva:

$$I_2 = C \frac{dV_2}{dt}$$

donde C es la capacidad de la rama, y así todas.

2.23 ELEMENTOS BÁSICOS. METODO No 2

```
<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="metodo2_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="metodo2_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>METODO No 2</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>9</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-31T15:42:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-31T15:42:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>189</o:Words>
  <o:Characters>1040</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>8</o:Lines>
  <o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1227</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
```

```

    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}

@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:851604475;
    mso-list-type:simple;

```


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

class=MsoNormal>Esta red tiene cuatro nodos y seis ramas por lo que $N = 3$ y $B = 6$. De esto podemos escribir 3 ecuaciones (LCK) independientes y tres ecuaciones (LVK) independientes. Tomando el nodo n_{1} como referencia:<o:p></o:p></p>

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

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> n_{2} : $i_{6} + (-i_{1}) = 0$ <o:p></o:p></p>

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> n_{3} : $i_{1} + (-i_{2}) + (-i_{3}) + (-i_{4}) = 0$ <o:p></o:p></p>

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> n_{4} : $i_{4} + i_{3} + (-i_{5}) = 0$ <o:p></o:p></p>

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

class=MsoNormal>Para escribir las ecuaciones de gasa linealmente independiente (LVK) necesitamos escoger 3 gasas como m_{1} , m_{2} , y m_{3} . Vemos que en cada una de ellas hay al menos una rama no contenida en las dem´s, así que las ecuaciones para és;tas son:<o:p></o:p></p>

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

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> m_{1} : $V_{1} + V_{2} - V = 0$ <o:p></o:p></p>

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> m_{2} : $V_{1} + V_{3} + V_{2} = 0$ <o:p></o:p></p>

class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> m_{3} : $V_{4} + V_{5} - V_{2} = 0$ <o:p></o:p></p>

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

class=MsoNormal>Tenemos seis ecuaciones para once incós;gnitas. Las que faltan se obtienen de las ecuaciones voltaje corriente de las ramas.<o:p></o:p></p>

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

2.24 ELEMENTOS BÁSICOS. METODOS DE ANALISIS

```
<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="metodanalisis_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="metodanalisis_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="metodanalisis_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>METODOS DE ANALISIS</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>106</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-31T17:29:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-31T17:29:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>204</o:Words>
  <o:Characters>1126</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>9</o:Lines>
  <o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1328</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
```

```

    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    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: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;}

-->
</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;

```


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

<p class=MsoNormal>En el existen seis ramas y cuatro nodos. Luego según lo ya visto, podemos escribir tres ecuaciones independientes de nodos y tres ecuaciones de gasa independientes. Si tomamos el nodo n₁ como referencia y escribimos las (LCK) y (LVK), tenemos: Para la (LCK):<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>n₂: i -iR₁ -iR₂ = 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>n₃: iR₁ - iC -iL = 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>n₄: iL + iR₂ -iR₃ = 0<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Las ecuaciones para (LVK) son:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>m₁: VR₁ + VC -V = 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>m₂: V₂ +VR₃ -VC = 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>m₃: VR₂ -V₂ - VR₁ = 0<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>También se pueden escribir las relaciones voltaje corriente para las ramas excepto para la fuente de voltaje. Estas son:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level: 1'>R₁ Þ VR₁ = R₁iR₁<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>R₂ Þ<span style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:black'> VR₂ = R₂iR₂<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>R₃ Þ VR₃ = R₃iR₃<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:198.75pt;height:35.25pt'o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metodanalisis_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_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390114">

</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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:198.75pt;height:35.25pt'o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metodanalisis_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_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390115">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>El conjunto de ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>i -iR₁ - iR₂ = 0<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>iR₁

- iC - iL = 0<o:p></o:p></p>

iL + iR₂ - iR₃ = 0<o:p></o:p></p>

VR₁ + VC - V = 0<o:p></o:p></p>

V₂ + VR₂ - VR₁ = 0<o:p></o:p></p>

VR₂ - VR₁ = 0<o:p></o:p></p>

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

VR₁ = R₁iR₁ <o:p></o:p></p>

VR₂ = R₂iR₂ <o:p></o:p></p>

VR₃ = R₃iR₃ <o:p></o:p></p>

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:111pt;height:35.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metodanalisis_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="_1247390116">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>>
<o:p></o:p></p>

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:105pt;height:35.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metodanalisis_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="_1247390117">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>nos</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> dan once ecuaciones linealmente independientes con once inc&oacute;gnitas que son: (VR<sub>1</sub>, VR<sub>2</sub>, VR<sub>3</sub>, <span class=SpellE>iR<sub>1</sub></span>, <span class=SpellE>iR<sub>2</sub></span>, <span class=SpellE>iR<sub>3</sub></span>, V<sub>C</sub>, <span class=SpellE>i<sub>L</sub></span>, V<sub>L</sub>, <span class=SpellE>i<sub>C</sub></span>, i).<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En algunas aplicaciones pr&aacute;cticas s&oacute;lo se est&aacute; interesado en algunas de todas las inc&oacute;gnitas; por ejemplo el voltaje a trav&eacute;s del inductor o la corriente a trav&eacute;s del resistor R<sub>1</sub>. En este caso, para evitar resolver once ecuaciones <span class=SpellE>integrodiferenciales</span> en once inc&oacute;gnitas, se acude a los siguientes m&eacute;todos.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.25 ELEMENTOS BÁSICOS. ANALISIS NODAL

```

<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=" analisisnodal_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href=" analisisnodal_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href=" analisisnodal_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>ANALISIS NODAL</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>8</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-31T17:37:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-31T17:37:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>261</o:Words>
  <o:Characters>1437</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>11</o:Lines>
  <o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1695</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;

```

```

        page-break-after:avoid;
        mso-outline-level:1;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        color:red;
        mso-font-kerning:0pt;
        mso-ansi-language:ES-TRAD;
        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: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;}
-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>ANALISIS NODAL</span></b></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideremos la red
de la figura</span></p>

```

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

<p class=MsoNormal align=center 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:233.25pt; height:167.25pt><v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image001.png" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Si llamamos a los voltajes en los nodos n₁, n₂, n₃ y n₄ por V₁, V₂, V₃, V₄ respectivamente. Consideremos que V₁ = 0, y escribimos las ecuaciones LCK para los nodos n₂, n₃ y n₄ empleando las relaciones voltaje corriente dadas por la ecuación;<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style=font-size:10.0pt;font-family:Arial>R₁ Þ VR₁ = R₁iR₁<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style=font-size:10.0pt;font-family:Arial>R₂ </p>

Symbol'>Þ VR₂ =
R₂iR₂<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>R₃ <span
style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;mso-char-type:symbol;
mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:
Symbol'>Þ VR₃ =
R₃iR₃<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><span
style='font-size:10.0pt;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1026"
type="#_x0000_t75" style='width:167.25pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub><span
style='color:blue'>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390611">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><span
style='font-size:10.0pt;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027"
type="#_x0000_t75" style='width:168.75pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image005.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub><span
style='color:blue'>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390612">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>tenemos<span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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:186pt;height:30pt' o:ole=""
fillcolor="window">

<v:imagedata src="analisissnodal_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="_1247390614">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>También
 sabemos que la corriente a través de un capacitor linealmente invariante en el tiempo,
 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_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:81pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

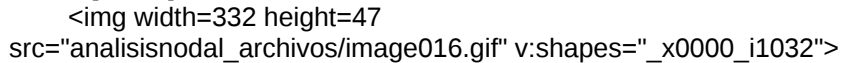
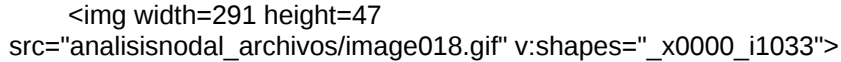
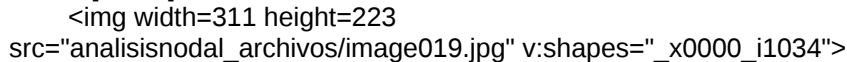
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1029"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390615">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>y la corriente a través de un inductor lineal e invariante en el tiempo, 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_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:137.25pt;height:35.25pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="analisissnodal_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="_1247390616">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>por</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> simplicidad consideremos que <span class=SpellE>i<sub>L</sub></span> = 0, luego empleando estas relaciones voltaje corriente, podemos reescribir las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>n<sub>2</sub>: i -<span class=SpellE>iR<sub>1</sub></span> -<span class=SpellE>iR<sub>2</sub></span> = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>n<sub>3</sub>: <span class=SpellE>iR<sub>1</sub></span> -<span class=SpellE>i<sub>C</sub></span> -<span class=SpellE>i<sub>L</sub></span> = 0<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>n<sub>4</sub>: <span class=SpellE>i<sub>L</sub></span> +<span class=SpellE>i<sub>R2</sub></span> -<span class=SpellE>i<sub>R3</sub></span> = 0<span style='color:blue'><o:p></o:p></span></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>de</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la siguiente forma:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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 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:129.75pt;height:30pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="análisisnodal_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="_1247390617">
</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'><span 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:249pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image015.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="analisissnodal_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="_1247390618">
</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_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:218.25pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="analisissnodal_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="_1247390619">
</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>También de 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_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:233.25pt;height:167.25pt'>
<v:imagedata src="analisissnodal_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="analisissnodal_archivos/image019.jpg" v:shapes="_x0000_i1034">
<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>se puede ver que:<o:p></o:p></p>

[illegible]

```

    
    <![endif]>
    </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
    <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390622">
    </o:OLEObject>
    </xml><![endif]>-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Las &uacute;ltimas
ecuaciones representan tres ecuaciones <span class=SpellE>integrodiferenciales</span> independientes
que se pueden resolver para i, V<sub>3</sub>, V<sub>4</sub>. Luego tenemos que cada voltaje y
corriente de rama en la red, puede encontrarse empleando los voltajes de nodos V<sub>2</sub>,
V<sub>3</sub> y V<sub>4</sub>. Por ejemplo, la corriente a trav&eacute;s del inductor <span
class=SpellE>i<sub>L</sub></span>, est&aacute; dada por:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span 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
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:108.75pt;height:35.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisismodal_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_i1038"
    DrawAspect="Content" ObjectID="_1247390623">
    </o:OLEObject>
    </xml><![endif]>-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>por</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> lo que un conjunto de once ecuaciones con once inc&oacute;gnitas, se puede reducir a
otro de tres ecuaciones con tres inc&oacute;gnitas, empleando los voltajes de nodos como variables
auxiliares. Este an&aacute;lisis se emplea en circuitos que tienen muchas ramas y pocos
nodos.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.26 ELEMENTOS BÁSICOS. ANÁLISIS DE GASAS

```
<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="analisissgasas_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="analisissgasas_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="analisissgasas_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>ANÁLISIS DE GASAS</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>18</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-07-31T17:56:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-07-31T17:56:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>187</o:Words>
  <o:Characters>1034</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>8</o:Lines>
  <o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1219</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
```

```

    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    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: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;}

-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>AN&Aacute;LISIS DE
GASAS</span></b></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Este m&eacute;todo
de an&aacute;lisis se emplea para circuitos que tienen muchos nodos y pocas gasas. En este
m&eacute;todo definimos la corriente de la gasa para cada una de las mallas, y escribimos las
ecuaciones independientes para la LVK en t&eacute;rminos de las corrientes de las
gasas.</span></span></span>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideremos la red
de la figura</span></span></span>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:231pt;

```

height:106.5pt">
<v:imagedata src="analisisgasas_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="analisisgasas_archivos/image002.jpg" v:shapes="_x0000_i1029">
<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Existen tres mallas en esta red:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Denotamos las corrientes de las gasas por: l₁, l₂, l₃. Estas son corrientes hipotéticas circulando por las gasas; las corrientes de las ramas está dadas por:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>iR₁ = l₁</p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>i_{C1} = l₁ - l₂</p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>iR₂ = l₂ <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>i_L = l₂ - l₃</p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>iR₃ = l₃</p>
<p class=MsoNormal><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Las ecuaciones linealmente independientes para la LVK son:<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_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:129pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisisgasas_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="analisisgasas_archivos/image004.gif" v:shapes="_x0000_i1025">
<![endif]>
</sub>

```

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247391725">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:9pt;height:15.75pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisisgasas_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_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247391726">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75"
style='width:168.75pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisisgasas_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="_1247391727">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:150.75pt;height:35.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="analisisgasas_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="_1247391728">
</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>Estas son tres ecuaciones integrodiferenciales en tres incógnitas que pueden resolverse para las corrientes de las gasas l₁, l₂, l₃.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Habiendo resuelto las ecuaciones anteriores para l₁, l₂, l₃, es fácil encontrar las corrientes en cada rama y los voltajes a través de resistores, capacitores e inductores.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Notemos que las corrientes de gasa no son corrientes medibles en un laboratorio; son variables auxiliares que escogemos para reducir el número de ecuaciones integrodiferenciables que se deben resolver.<o:p></o:p></p>

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

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

2.27 ELEMENTOS BASICOS. COMBINACION EN SERIE

```
<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="combinaserie_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="combinaserie_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="combinaserie_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>COMBINACION EN SERIE</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>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T18:02:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T18:02:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>315</o:Words>
<o:Characters>1733</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>14</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2044</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;

```

```

        mso-outline-level:1;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        color:red;
        mso-font-kerning:0pt;
        mso-ansi-language:ES-TRAD;
        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: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;}
-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>COMBINACION EN SERIE</span></b></p>
<p
class=MsoNormal><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Despu&eacute;s de
haber estudiado los m&eacute;todos de an&aacute;lisis, definiremos lo que vamos a entender por redes
equivalentes. Decimos que dos redes son equivalentes con respecto a un par de terminales, si sus
caracter&iacute;sticas voltaje corriente son las mismas.</span></span></p>

```

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

<p class=MsoNormal>Las redes equivalentes las podemos emplear para reducir la cantidad de hechos necesarios para establecer las características del circuito. Aquí; estudiaremos algunos métodos para establecer equivalentes simples.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Decimos que dos o más elementos de circuito de dos terminales están conectados en serie, si la corriente a través de ellos es la misma.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Si tenemos dos o más elementos del mismo tipo conectados en serie, se pueden sustituir por un elemento equivalente para simplificar la red. Veremos esto para cada tipo de elemento en detalle.<o:p></o:p></p>

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

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

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Resistores<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Sean R_1 y R_2 dos resistores lineales conectados en serie. Si aplicamos una fuente de voltaje V a sus terminales, la corriente I que fluye por ellos es la misma. Aplicando la LKV tenemos:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> $V = IR_1 + IR_2 = I(R_1 + R_2)$

Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'> IR<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Como se ve la serie R_1 , R_2 , se puede sustituir por un simple resistor:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level:1'> $R = R_1 + R_2$

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

<p class=MsoNormal>Esto es válido para cualquier número de resistores. En general los resistores lineales conectados en serie,

style='mso-spacerun:yes'> se pueden reemplazar por un simple resistor cuya resistencia es igual a la suma de las resistencias de los resistores en serie.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>R₁, R₂, R₃,...,R_n º R º R₁ </sub>+ R₂ </sub>+ R₃ </sub>+.....R_n<o:p></o:p></p>

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

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

<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Inductores<o:p></o:p></p>

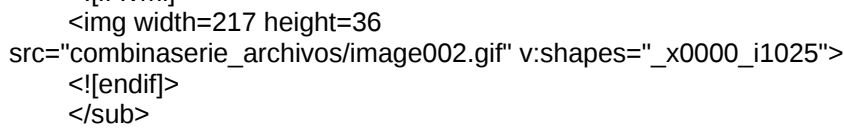
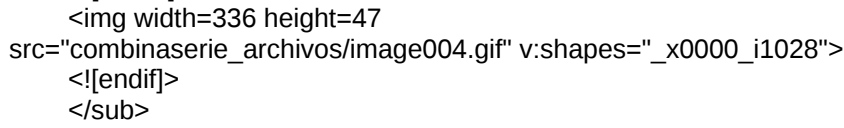
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Sean L₁ y L₂ dos inductores lineales e invariantes en el tiempo conectados en serie. Si les aplicamos un voltaje V y consideramos una corriente i, tenemos por la LVK:<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:162.75pt;

height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="combinaserie_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="combinaserie_archivos/image002.gif" v:shapes="_x0000_i1025">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247392115">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Como se ve, se puede
sustituir la serie L_1 , L_2 por un inductor equivalente L , tal
que:</p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style="text-align:center"> L º L_1 + L_2 <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><b style="mso-bidi-font-weight:normal">Capacitores</p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Sean C_1
y C_2 dos capacitores lineales e invariantes en el tiempo, y que est´n conectados en
serie. Si les aplicamos un voltaje V , se pueden aplicar la LVK para obtener:</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:252pt;height:35.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="combinaserie_archivos/image003.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="combinaserie_archivos/image004.gif" v:shapes="_x0000_i1028">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028">

DrawAspect="Content" ObjectID="_1247392116">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:69pt;height:33pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaserie_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_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247392117">
 </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>Si reemplazamos
 C₁ y C₂ por un simple capacitor, su capacidad deberá de
 ser:<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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:66.75pt;height:33pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaserie_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="_1247392118">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
 </tr>

```

</table>
</body>

</html>

```

2.28 ELEMENTOS BÁSICOS. COMBINACIÓN EN PARALELO

```

<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="combinaparalelo_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="combinaparalelo_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="combinaparalelo_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>COMBINACION EN PARALELO</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>109</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T20:50:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T20:50:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>190</o:Words>
<o:Characters>1045</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1233</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>

```

```

<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

h2
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:2;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:fuchsia;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

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

```

[illegible]

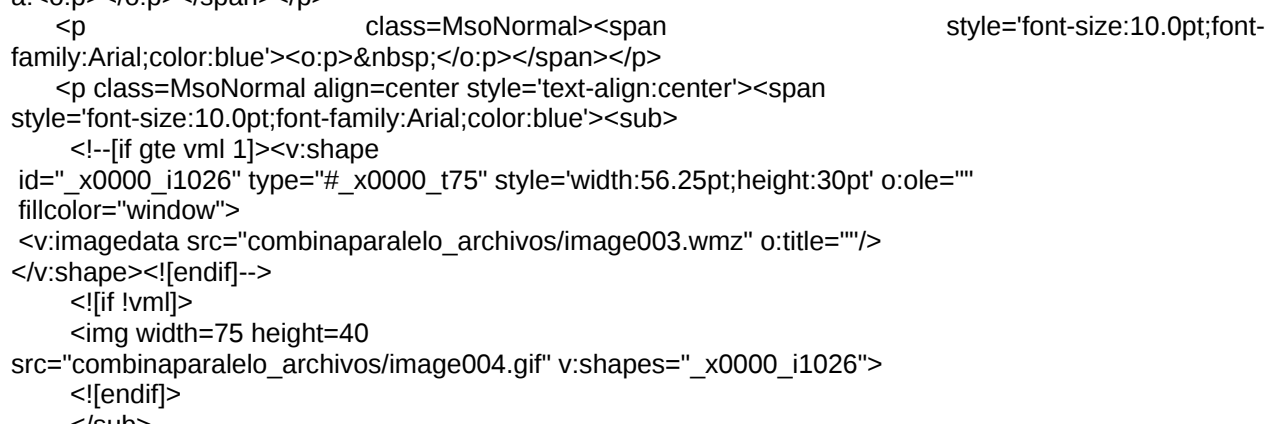
<o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level:1'>V = i₁R₁ = i₂R₂ <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>donde por la ley LCK:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>i₁ + i₂ = i<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Si combinamos estas ecuaciones obtenemos:<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:180pt; height:30pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="combinaparalelo_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="_1247402172"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span

$$R_1$$

Esto implica que dos resistores en paralelo R_1

$$R_2$$

se pueden reemplazar por un simple resistor con una resistencia igual a:



$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_1$$

$$R_2$$

Inductores

Si empleamos argumentos similares a los del caso del resistor en paralelo para desarrollar la relación entre dos inductores en paralelo tenemos:



<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247402174">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>pero por LCK:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>i₁ +
 i₂ = i <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>de aquí:<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:65.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaparalelo_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="_1247402175">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>De
 esto:<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:93.75pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaparalelo_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="_1247402176">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>lo implica que:<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:51pt;height:30pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaparalelo_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="_1247402177">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>Capacitores<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Consideremos dos capacitores de capacidades C₁ y C₂ en combinación en paralelo. El voltaje a través de cada capacitor serás V y tenemos:<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:126pt;height:27.75pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="combinaparalelo_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="_1247402178">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde por LCK se tiene:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span

$i_{1} + i_{2} = i$

por lo que:

$i_{1} = i - i_{2}$

por lo que la combinaci3n en paralelo de dos capacitores se puede sustituir por un simple capacitor con capacidad:

$C = C_{1} + C_{2}$

por lo que la combinaci3n en paralelo de dos capacitores se puede sustituir por un simple capacitor con capacidad:

$C = C_{1} + C_{2}$

```

        
        <![endif]>
        <o:p></o:p></span></p>
        <p
                                class=MsoNormal><span
style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
        </div></td>
    </tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.29 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCIÓN

```

<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="varestadintro_archivos/filelist.xml">
<title>ANALISIS POR VARIABLES DE ESTADO</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>3</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T20:53:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T12:52:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>178</o:Words>
<o:Characters>981</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1157</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>

```

```

<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    mso-outline-level:1;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;}

span.Spelle
    {mso-style-name:"";
    mso-spl-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;}
-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>VARIABLES DE ESTADO</span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En los puntos
anteriores hemos visto que los circuitos que contienen elementos que almacenan energ&iacute;a
(Capacitores e inductores), nos llevan a obtener ecuaciones <span
class=SpellE>integrodiferenciales</span>. Si un circuito es de primer orden, la ecuaci&oacute;n
diferencial que lo describe es de primer orden, si el circuito es de segundo orden, la ecuaci&oacute;n que
lo describe ser&aacute; de segundo orden, y as&iacute; sucesivamente. En muchas aplicaciones
practicas, los circuitos que contienen muchos elementos que almacenan energ&iacute;a, tienen
ecuaciones de orden superior para describirlos.</span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Una ecuaci&oacute;n
diferencial de n-<span class=SpellE>e&acute;simo</span> orden, no es en lo general de f&aacute;cil
soluci&oacute;n, es preferible obtener un conjunto de n ecuaciones simult&aacute;neas de primer orden
de la ecuaci&oacute;n diferencial de n-<span class=SpellE>e&acute;simo</span> orden, empleando un
conjunto de variables auxiliares llamadas: Variables de Estado.</span></p>
    <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Una ecuaci&oacute;n
diferencial de n-<span class=SpellE>e&acute;simo</span> orden, no es en lo general de f&aacute;cil
soluci&oacute;n, es preferible obtener un conjunto de n ecuaciones simult&aacute;neas de primer orden
de la ecuaci&oacute;n diferencial de n-<span class=SpellE>e&acute;simo</span> orden, empleando un
conjunto de variables auxiliares llamadas: Variables de Estado.</span></p>
    <p class=MsoBodyText><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial'>Primero veremos m&eacute;todos sistem&aacute;ticos para obtener las ecuaciones de estado,
para las ecuaciones diferenciales de primer orden, despu&eacute;s veremos m&eacute;todos para
describir las variables de estado para redes, y pasaremos a analizar por este m&eacute;todo ecuaciones
de estado para redes lineales e invariantes en el tiempo.</span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES-TRAD style='color:blue;mso-ansi-language:ES-
TRAD'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En los puntos
anteriores hemos visto que los circuitos que contienen elementos que almacenan energ&iacute;a
(Capacitores e inductores), nos llevan a obtener ecuaciones <span
class=SpellE>integrodiferenciales</span>. Si un circuito es de primer orden, la ecuaci&oacute;n
diferencial que lo describe es de primer orden, si el circuito es de segundo orden, la ecuaci&oacute;n que
lo describe ser&aacute; de segundo orden, y as&iacute; sucesivamente. En muchas aplicaciones
practicas, los circuitos que contienen muchos elementos que almacenan energ&iacute;a, tienen
ecuaciones de orden superior para describirlos.</span></p>

```

```

    </div></td>
  </tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.30 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCIÓN. MARCO 5

```

<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 12px;
    font-weight: bold;
    color: #0000CC;
}
a:link {
    color: #990033;
    text-decoration: none;
}
a:visited {
    text-decoration: none;
    color: #990033;
}
a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
a {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-size: 12px;
}
.style14 {
    color: #FFFFFF;
    font-size: 10pt;
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
}
.style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

```

```

<body>
<div align="center">
  <table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
    <tr>
      <td bgcolor="#CC0000"><div align="center"><span class="style16">INDICE GENERAL
    </span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="varestadintro.htm"
target="mainFrame">Introducci&oacute;n</a></span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a
href="metpasoecdifeceestado.htm" target="mainFrame">M&eacute;todos </a></span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a
href="metdirecscribecestad.htm" target="mainFrame"> M&eacute;todo Directo </a></span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a
href="cargayflujovarestad.htm" target="mainFrame">Cargas y Flujos </a></span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a
href="varestadnolinvariantiempo.htm" target="mainFrame">Representaci&oacute;n de Estado
</a></span></div></td>
    </tr>
    <tr>
      <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="solanalecvarest.htm"
target="mainFrame">Soluci&oacute;n Anal&iacute;tica </a></span></div></td>
    </tr>
  </table>
  <p class="style1">&nbsp;</p>
</div>
</body>
</html>

```

2.31 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCIÓN. MARCO 4

```

<!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;
    margin-left: 10px;
    margin-top: 0px;
    margin-right: 0px;
    margin-bottom: 0px;
}
.style12 {

```

```

        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-size: 10px;
    }
    a:link {
        color: #993333;
        text-decoration: none;
    }
    a:visited {
        text-decoration: none;
        color: #993333;
    }
    a:hover {
        text-decoration: none;
        color: #0000FF;
    }
    a:active {
        text-decoration: none;
        color: #FF0000;
    }
    .style14 {
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-weight: bold;
        font-size: 10pt;
        color: #FFFFFF;
    }
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
  <tr>
    <td width="618"><span class="indicador style4 style12">P&acute;gina Principal &gt; Curso de
    Circuitos El&eacute;ctricos &gt; Variables de Estado </span></td>
    <td width="168"><div align="justify"><span class="style12"><a href=" ../cursocirelec.htm"
    target="_parent">&lt;&lt; Regreso a la P&acute;gina Principal</a> </span></div></td>
  </tr>
</table>
<table width="787" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background=" ../figuras/figura2.gif">
  <tr>
    <td width="787"><div align="center"><span class="style14">VARIABLES DE ESTADO
    </span></div></td>
  </tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>
<div align="left"></div>
<p>&nbsp;</p>
</body>
</html>

```

2.32 VARIABLES DE ESTADO. METODOS PARA PASAR DE ECUACIONES DIFERENCIALES A ECUACIONES DE ESTADO

```

<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="metpasoecdifeceestado_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="metpasoecdifeceestado_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="metpasoecdifeceestado_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>METODOS PARA PASAR DE ECUACIONES DIFERENCIALES DE N ORDEN A </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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>25</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:33:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-07-31T21:18:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T12:55:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>473</o:Words>
<o:Characters>2603</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>21</o:Lines>
<o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3070</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
    {margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
    color:blue;
    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;}
-->
</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 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='mso-outline-level:1'><b style='mso-bidi-font-weight:
normal'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>METODOS
PARA PASAR DE ECUACIONES DIFERENCIALES A ECUACIONES DE ESTADO</span></b><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Empezaremos por considerar un circuito de segundo orden como el
de la figura<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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:210.75pt;
height:75.75pt'>
<v:imagedata src="metpasoecdifecestado_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Este circuito contiene dos elementos que almacenan energía. Esperamos que la ecuación diferencial que lo describe sea de segundo orden.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>La fuente de corriente <span class=GramE>i(</span>t) es la entrada y el voltaje a través de los tres elementos V(t), es la respuesta. Aplicando la LCK al nodo n1, tenemos:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i = <span class=SpellE>iR</span> + <span class=SpellE>iC</span> + <span class=SpellE>iL</span></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>De las relaciones voltaje corriente para las ramas del circuito tenemos:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:168pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546530"></o:OLEObject></xml><![endif]><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Luego de la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i = <span class=SpellE>iR</span> + <span class=SpellE>iC</span> + <span class=SpellE>iL</span></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>tenemos:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:146.25pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546531">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Diferenciando ambos lados de la ecuación, y dividiendo por C tenemos:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:153pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546533">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Esta es la ecuación diferencial que describe al circuito de la figura<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1029" type="#\_x0000\_t75" style='width:210.75pt;height:75.75pt'>

<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_archivos/image001.png" o:title="">

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Como un primer paso para escribir la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:153pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546534">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>en forma de ecuación de variable de estado, introduciremos dos nuevas variables:  $X_1(t)$ ,  $X_2(t)$ , tales que:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> $X_1(t) = V(t)$ </span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:27pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546535"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>El siguiente paso será eliminar la cantidad V de las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:153pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546536"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> $X_1(t) = V(t)$ </span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>y <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:62.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546537">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>así que se tiene:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:60pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546538">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>y: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:39pt;height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546539">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Diferenciando<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:62.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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\_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546540">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>y empleando la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:153pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado\_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_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546541">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>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_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:174pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_archivos/image041.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="_1247546542">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:155.25pt;height:27pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546543">
</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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Escribiendo en forma de matriz las ecuaciones<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:39pt;height:17.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1040"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546544">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:155.25pt;height:27pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1041"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546545">
 </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_i1042" type="#_x0000_t75" style='width:183pt;height:39pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1042"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546546">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]></o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La última ecuación, es la ecuación de estado deseada. Consiste de dos ecuaciones diferenciales de primer orden simultáneas. Queda claro que si podemos resolver estas ecuaciones de estado para $X_{₁(t)}$ y $X_{₂(t)}$, resolverlas para otras variables de la red es fácil. Por ejemplo, para encontrar $V(t)$ empleamos la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> $X_{₁(t)} = V(t)$ <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Daremos un método sistemático para resolver cualquier ecuación diferencial matricial de primer orden de la forma:<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_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:69.75pt;height:18.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1043"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546547">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]></o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Consideremos un circuito de tercer orden cuya ecuación

diferencial esta dada por:

$$V^{(3)}(t) + a_3 V^{(2)}(t) + a_2 V'(t) + a_1 V(t) = U(t)$$

donde $V^{(n)}(t)$ denota la n -ésima derivada de $V(t)$, a_1 , a_2 , a_3 , son constantes y $U(t)$ es la entrada. El objetivo ahora es transformar esta ecuación diferencial de tercer orden a un conjunto de tres ecuaciones diferenciales de primer orden simultáneas.

PASO 1

Definimos un conjunto de variables de estado $X_1(t)$, $X_2(t)$, $X_3(t)$, tales que:

$$X_1(t) = V(t)$$

$$X_2(t) = V'(t)$$

$$X_3(t) = V^{(2)}(t)$$

Tomamos las derivadas de las ecuaciones anteriores:

$$\dot{X}_1 = X_2$$

$$\dot{X}_2 = X_3$$

$$\dot{X}_3 = -a_3 X_3 - a_2 X_2 - a_1 X_1 + U(t)$$

OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1044" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546548">

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->₁(1)(t) = V⁽¹⁾(t)<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:12.75pt;height:15pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_archivos/image047.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="_1247546549">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->₂(1)(t) = V⁽²⁾(t)<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:11.25pt;height:14.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_archivos/image048.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="_1247546550">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->₃(1)(t) = V⁽³⁾(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>2⁰ PASO<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Las ecuaciones anteriores se puede expresar V⁽¹⁾, V⁽²⁾, V⁽³⁾, en términos de X₁, X₂, X₃, empleando las ecuaciones<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V⁽³⁾(t) + a₃V⁽²⁾(t) + a₂V(t) + a₁ = U(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>Y<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>X₁(t) = V(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>X₂(t) = V⁽¹⁾(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>X₃(t) = V⁽²⁾(t)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>como<o:p></o:p></p>


```

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:170.25pt;height:57pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metpasoecdifeceestado_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_i1050"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247546554">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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'><span style='mso-bidi-font-size:
12.0pt'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

```

2.33 VARIABLES DE ESTADO. MÉTODO DIRECTO PARA ESCRIBIR ECUACIONES DE ESTADO

```

<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="metdirecescribecestad_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="metdirecescribecestad_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="metdirecescribecestad_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>METODO DIRECTO PARA ESCRIBIR ECUACIONES DE ESTADO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>

```

```

<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>38</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:34:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-07-31T23:34:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T23:34:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>489</o:Words>
<o:Characters>2693</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>22</o:Lines>
<o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3176</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    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;
    mso-fareast-language:ES;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;

```

```

mso-outline-level:1;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
color:red;
mso-font-kerning:0pt;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:ES;
mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
{margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
color:blue;
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:612.0pt 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:851604475;
mso-list-type:simple;
mso-list-template-ids:1868879308;}
@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:1012492727;
mso-list-type:simple;
mso-list-template-ids:201981967;}
@list l1:level1
{mso-level-tab-stop:18.0pt;
mso-level-number-position:left;
margin-left:18.0pt;

```

```

        text-indent:-18.0pt;}
@list l2
    {mso-list-id:1996958026;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:201981967;}
@list l2:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    margin-left:18.0pt;
    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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>METODO DIRECTO PARA ESCRIBIR ECUACIONES
DE ESTADO<o:p></o:p></span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Veremos un m&eacute;todo mediante el cual la ecuaci&oacute;n de estado de la red, puede
escribirse directamente de ella. En este m&eacute;todo escogemos las variables de estado a partir de las
variables f&iacute;sicas de la red, como corrientes a trav&eacute;s de inductores o voltajes a
trav&eacute;s de capacitores. Es por esta raz&oacute;n que las variables de estado son variables
f&iacute;sicas.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>En general podemos considerar dos tipos de variables en una red dada, que sean calificables
de variables de estado:<o:p></o:p></span></p>

```

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

<p class=MsoNormal>1.) Voltajes a través de capacitores y corrientes a través de inductores.<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>2.) Carga en capacitores y flujo en inductores.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Para poder formalizar el método lo haremos con un ejemplo.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'>Consideremos el circuito de 1^{er} orden de 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:102.75pt; height:98.25pt'><v:imagedata src="metdirecscribecestad_archivos/image001.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Este tiene sólo un elemento que almacena energía, (capacitor) por lo que necesitamos definir sólo una variable de estado. Suponemos que ésta es el voltaje a

través del capacitor, V_C , por lo que esperamos establecer una ecuación diferencial de primer orden.

La LVK nos

$$V(t) = R_i(t) + V_C(t)$$

pero:

fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_archivos/image007.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="metdirecescribecestad_archivos/image008.gif" v:shapes="_x0000_i1028">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412052">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>denotando<span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la variable de estado $V_C(t)$ por $X(t)$,
tenemos:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:108.75pt;height:27.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_archivos/image009.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="metdirecescribecestad_archivos/image010.gif" v:shapes="_x0000_i1049">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412053">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>donde<span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la últime ecuación es la
ecuación de estado deseada.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Veremos ahora un circuito de $2^{⁰}$ <span
class=GramE>orden<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Consideremos el circuito RLC en serie de la figura<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:156pt;height:99pt'>

<v:imagedata src="metdirecescribecestad_archivos/image011.png" o:title=""/>

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

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>El voltaje VC y la corriente _L son dos posibles variables de estado<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>La ecuación para este circuito es por LVK:<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:96.75pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412054">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>La relación voltaje corriente para el capacitor 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_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:50.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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="_1247412055">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Reagrupando las dos últimas ecuaciones tenemos:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:117.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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_i1032"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412056">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>y<span lang=ES 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
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:50.25pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412057">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>

```



```

</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>toma<span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:149.25pt;height:54.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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="_1247412060">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>y<span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la ecuación vectorial, toma la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:90pt;height:18.75pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_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="_1247412061">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Analicemos ahora un circuito de tercer orden: Sea el circuito de la
figura.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>

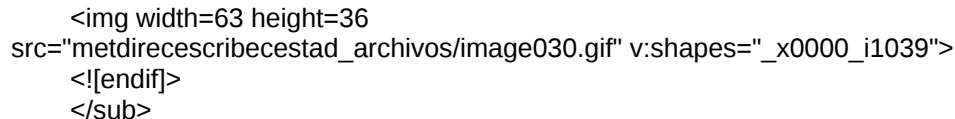
```

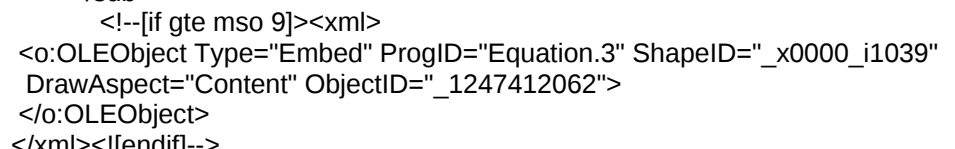
```

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:227.25pt;height:109.5pt'>
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_archivos/image027.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

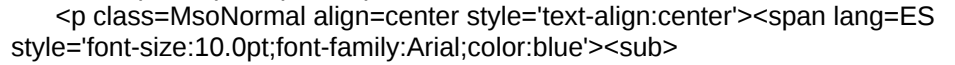
<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>En el hay tres elementos que almacenan energía, por lo que hay tres variables de
estado posibles de especificar. Los pasos para obtener la ecuación de estado
son:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>1.) Escoger $V_{1/2}$, $i_{2/3}$, $V_{3/4}$ como variables de
estado.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>2.) Escribir las ecuaciones para los nodos, y las ecuaciones para las gasas.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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=IT-CH
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>n₁: i =
i₄ + i₁ + i₂<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>n₂:
i₂ = i₃ + i₅<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>I₁:
 $V_{1/L} = V_{3/4} + V_{3/4}$ <span lang=IT-CH
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal style='margin-left:17.0pt;text-indent:-17.0pt'>3.) Empleando las relaciones voltaje corriente
para las ramas, se expresan todas las variables en términos de las variables de estado:
 $V_{1/2}$, $i_{2/3}$, $V_{3/4}$, y sus derivadas.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i₄ =
 $V_{1/2}$ <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:47.25pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="metdirecescribecestad_archivos/image029.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

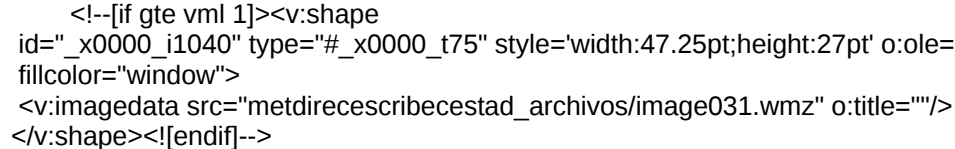
```

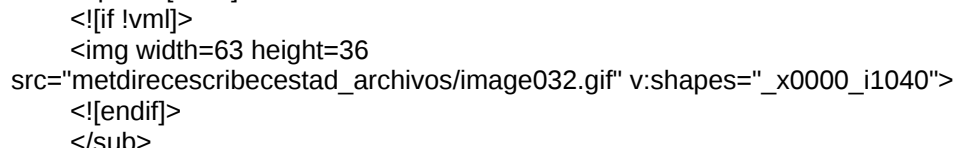


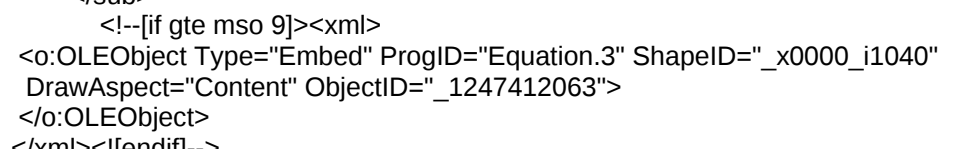


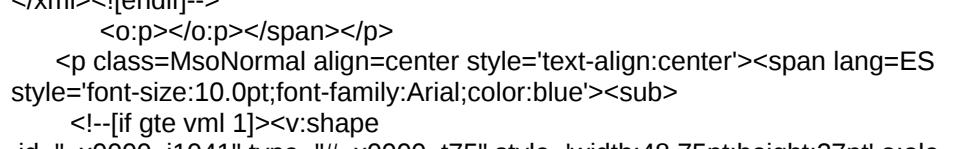


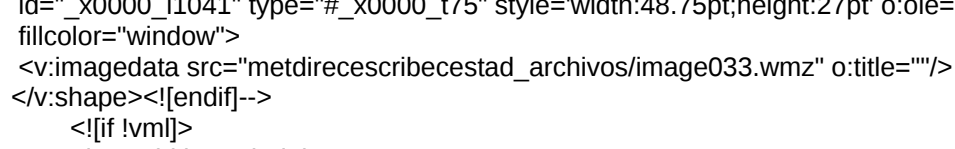


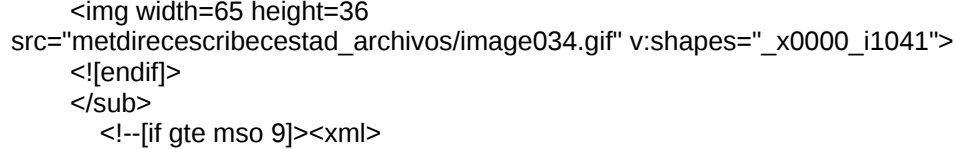


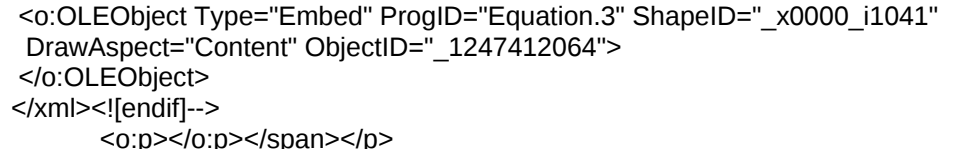




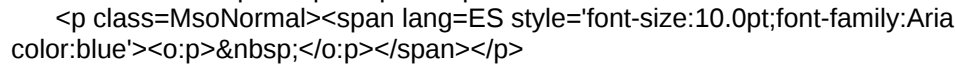


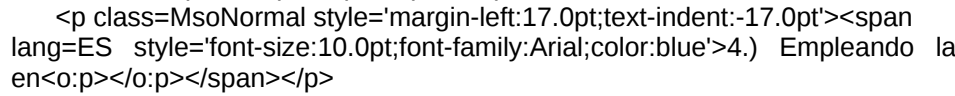


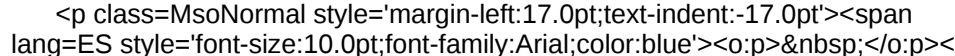














<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:66pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metdirecescribecestad\_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="\_1247412067">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Reagrupando las ecuaciones se tiene:<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:75.75pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metdirecescribecestad\_archivos/image041.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="\_1247412068">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:77.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="metdirecescribecestad\_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\_i1046" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412069">

</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:66pt;height:27pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="metdirecescribecestad\_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="\_1247412070">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-left:17.0pt;text-indent:-17.0pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>5.) Se escriben las ecuaciones de las relaciones del paso No 4, como una ecuaci&oacute;n matricial para con ella<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>obtener<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>la ecuaci&oacute;n de estado en forma normal.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>  
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1048" type="#\_x0000\_t75" style='width:153pt;height:78.75pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="metdirecescribecestad\_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="\_1247412071">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La &uacute;ltime ecuaci&oacute;n es un conjunto de tres ecuaciones diferenciales de primer orden.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

```

 </div></td>
 </tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.34 VARIABLES DE ESTADO. CARGAS Y FLUJOS COMO VARIABLES DE ESTADO

```

<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="cargayflujovarestad_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="cargayflujovarestad_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="cargayflujovarestad_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>CARGAS Y FLUJOS COMO VARIABLES DE ESTADO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>4</o:TotalTime>
<o:Created>2007-07-31T23:49:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-07-31T23:49:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>175</o:Words>
<o:Characters>966</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1139</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>

```

```

<w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 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;}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 mso-outline-level:1;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerining:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}

p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
 {margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 color:blue;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;}

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;}
-->
</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
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>CARGAS Y FLUJOS COMO VARIABLES DE
 ESTADO</p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Consideremos la red de la figura</p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
 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"/>

```

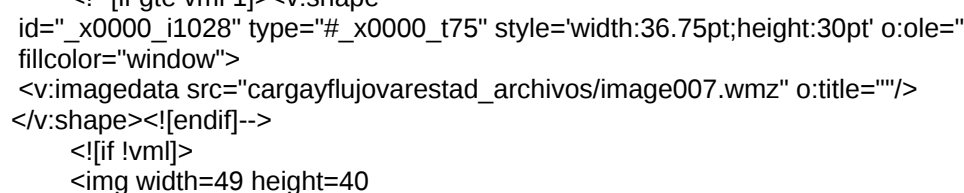
<v:f eqn="prod @6 1 2"/>  
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelWidth"/>  
 <v:f eqn="sum @8 21600 0"/>  
 <v:f eqn="prod @7 21600 pixelHeight"/>  
 <v:f eqn="sum @10 21600 0"/>  
 </v:formulas>  
 <v:path o:extrusionok="f" gradientshapeok="t" o:connecttype="rect"/>  
 <o:lock v:ext="edit" aspectratio="t"/>  
 </v:shapetype><v:shape id="\_x0000\_i1025" type="#\_x0000\_t75" style='width:227.25pt; height:109.5pt'>  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_archivos/image001.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Si se escribe la ecuaci&oacute;n de estado de esta red, usando la carga en los capacitores y el flujo en los inductores como variables de estado, los pasos a dar en este caso son:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>1.) Se escogen  $q_{1}$ ,  $q_{3}$ , y </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-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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>2</span></span></sub><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> como variables de estado.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyText><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>2.) Se escriben las ecuaciones de nodo y gasa.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'> $i = i_{4} + i_{1} + i_{2}$  </span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'> $i_{2} = i_{3} + i_{5}$  </span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center;mso-outline-level:1'><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'> $V_{1} = V_{L} + V_{3}$  </span><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'> </span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='margin-left:17.0pt;text-indent:-17.0pt'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>3.) Se emplean las relaciones voltaje corriente de las ramas, para expresar todas las<span

variables

en  $q_1$ ,  $q_2$  y sus derivadas.







```

src="cargayflujovarestad_archivos/image008.gif" v:shapes="_x0000_i1028">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412968">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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="_1247412969">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:39.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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="_1247412970">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:39.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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="\_1247412971">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES  
 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:56.25pt;height:27pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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="\_1247412972">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>4.) Se emplean las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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=IT-CH  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>i = i<sub>4</sub> +  
 i<sub>1</sub> + i<sub>2</sub> <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>i<sub>2</sub> =  
 i<sub>3</sub> + i<sub>5</sub> <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>V<sub>1</sub> =  
 V<sub>L</sub> + V<sub>3</sub> </span><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>Y<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES  
 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:39pt;height:30pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412973">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:38.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412974">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:36.75pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412975">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:53.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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="\_1247412976">

```

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:39.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412977">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:39.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412978">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>para<span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> eliminar las variables que no sean de estado.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:78.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_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\_i1039"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412979">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES  
 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:54pt;height:17.25pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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\_i1040"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412980">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES  
 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:63.75pt;height:27pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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\_i1041"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247412981">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>5.) Se ponen las &uacute;ltimas ecuaciones en forma matricial.<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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  
 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:143.25pt;height:65.25pt'  
 o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="cargayflujovarestad\_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_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247412982">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>y<span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> la ecuaci&ocute;n es otra representaci&ocute;n de estado del
circuito de la figura.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1043" type="#_x0000_t75" style='width:227.25pt;height:109.5pt'>
<v:imagedata src="cargayflujovarestad_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.35 VARIABLES DE ESTADO. REPRESENTACIÓN EN ECUACIONES DE ESTADO PARA CIRCUITOS NO LINEALES VARIANTES EN EL TIEMPO

```

<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="varestadnolinvartiempo_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="varestadnolinvartiempo_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="varestadnolinvartiempo_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>REPRESENTACION EN ECUACIONES DE ESTADO PARA CIRCUITOS VARIANTES EN EL
TIEMPO Y NO LINEALES </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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>41</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T00:30:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T12:58:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>556</o:Words>
<o:Characters>3064</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>25</o:Lines>
<o:Paragraphs>7</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3613</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
 {margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 color:blue;
 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;}
-->
</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 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>REPRESENTACION EN ECUACIONES DE ESTADO PARA CIRCUITOS NO LINEALES VARIANTES EN EL TIEMPO</span></b><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoBodyText><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>Uno de los puntos importantes del método de variables de estado es el hecho de que los circuitos que contienen elementos no lineales o variantes en el tiempo, se pueden estudiar tan fácilmente como los circuitos lineales e invariantes. Para esta clase de circuitos, es generalmente mejor<span style='mso-spacerun:yes'> </span>escoger como variable de estado la carga o el flujo.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Los pasos a seguir para escribir la ecuación de estado de un circuito no lineal son <span class=GramE>las</span> mismos que en el caso de los circuitos lineales, a excepción del paso (3). En este caso la corriente a través de un capacitor variante en el tiempo, se puede sustituir por la derivada <span class=GramE>de</span></span><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>.<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Consideramos en forma típica que los capacitores son de carga controlada, y los inductores de flujo controlado, y es por esto que podemos considerar que los capacitores, como los inductores no lineales, están dados en la forma:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V<sub>C</sub> = f<sub>1</sub>(q)<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=Spelle><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i<sub>L</sub></span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = f<sub>2</sub>( </span><span 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'>f</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>donde</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'></span></p>

font-family:Arial;color:blue'>  $f_1$  y  $f_2$ , son funciones no lineales.

También en este caso, la corriente a través de los capacitores se pueden reemplazar por la derivada de la carga, y los voltajes a través de los inductores, se pueden reemplazar por las derivadas de los flujos.

Consideremos el circuito de la figura.



Es un circuito de 2<sup>o</sup> orden variante en el tiempo.

Si consideramos R invariante, pero los elementos que almacenan energía son lineales pero variantes, los pasos a seguir para obtener la ecuación de estado son:

Paso No 1.- Se eligen

f

y q como variables de estado.

Paso No 2.- Se escriben las ecuaciones de gasa y nodo.

$$n = C + L$$

$$V_C = R_L + V_L$$

Paso No 3.- Se escriben las relaciones voltaje corriente de ramas para expresar las variables que aparecen en la ecuación anterior en términos de las variables de estado q y f, y sus derivadas:

$$\text{[Diagram: A rectangular box with a diagonal line from the bottom-left to the top-right. The top-left triangle is labeled 'f' and the bottom-right triangle is labeled 'q'. The box is labeled 'V' on the right side.]}$$

$$V = R \frac{dq}{dt} + V_L$$

$$\text{[Diagram: A rectangular box with a diagonal line from the bottom-left to the top-right. The top-left triangle is labeled 'f' and the bottom-right triangle is labeled 'q'. The box is labeled 'V' on the right side.]}$$

</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="\_1247546681">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
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:54pt;height:29.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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="\_1247546682">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-left:62.35pt;text-indent:-62.35pt'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Paso No 4.- Se emplean  
las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>n<sub>1</sub>  
</span><span 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'>P</span></span><span lang=IT-CH  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>  
i = i<sub>C</sub> + i<sub>L</sub> <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='margin-left:62.35pt;text-align:center;  
text-indent:-62.35pt'><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>l<sub>1</sub> </span><span  
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'>P</span></span><span lang=IT-CH  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>  
V<sub>C</sub> = R<sub>L</sub> + V<sub>L</sub></span><span lang=IT-CH  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal style='margin-left:62.35pt;text-indent:-62.35pt'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
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:36.75pt;height:15pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1029"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546683">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:62.25pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546684"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='margin-left:62.35pt;text-align:center;text-indent:-62.35pt'><span 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:54pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546685"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:62.35pt;text-indent:-62.35pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:62.35pt;text-indent:-62.35pt'><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> eliminar las variables que no sean de estado.<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal style='margin-left:62.35pt;text-indent:-62.35pt'><span 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 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:60.75pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546686"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:77.25pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546687"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

$\text{Paso No 5. - Se ponen las últimas ecuaciones en forma de matriz.}$

$\text{Ahora consideremos el circuito no lineal de la figura.}$

$\text{Consideremos los resistores como lineales e invariantes en el tiempo, el inductor es de flujo controlado, y el capacitor de carga controlada. Además consideremos que:}$

$$V_1 = f_1(q_1)$$

$$V_3 = f_3(q_3)$$

$$i_2 = f_2(q_2)$$

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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>2</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoBodyText><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>Los pasos para escribir la ecuación de estado son:<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Paso No 1.- Se escogen q<sub>1</sub>, </span><span 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'>f</span><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>f</span><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>2</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, q<sub>3</sub> como variables de estado.<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='mso-outline-level:1'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Paso No 2.- Se escriben las ecuaciones para nodos y gasas.<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span 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=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>n<sub>1</sub>: i = i<sub>4</sub> + i<sub>1</sub> + i<sub>2</sub><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>n<sub>2</sub>: i<sub>2</sub> = i<sub>3</sub> + i<sub>5</sub><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>l<sub>1</sub>: V<sub>1</sub> = V<sub>2</sub> + V<sub>3</sub><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span lang=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:IT-CH'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal style='margin-left:68.05pt;text-indent:-68.05pt'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Paso No 3.- Empleamos las relaciones voltaje corriente de las ramas para expresar todas las<span style='mso-spacerun:yes'> </span>variables de las últimas ecuaciones en términos de las variables de estado: q<sub>1</sub>, </span><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>2</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, y q<sub>3</sub> y sus derivadas.<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span 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=IT-CH style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:IT-CH'>i<sub>1</sub> = q<sub>1</sub>, <span style='mso-spacerun:yes'> </span>i<sub>2</sub> = f<sub>2</sub>(</span><span 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;

[illegible]

[illegible]

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>2</span></sub></span>  
 lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB') + <span class=SpellE>i</span> <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:12.75pt;height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1039" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546692">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>= f<sub>1</sub>(q<sub>1</sub></span> -  
 f<sub>3</sub>(q<sub>3</sub></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:12.75pt;height:15pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546693">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--></span><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>= f<sub>2</sub>(f<sub>2</sub></span> -  
 f<sub>3</sub>(q<sub>3</sub></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Paso No 5.- Se<span style='mso-spacerun:yes'> </span>escriben las últimas ecuaciones en forma matricial:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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 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:153pt;height:47.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="varestadnolinvartiempo\_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\_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546694">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> es la ecuación de estado.<o:p></o:p></span></p>  
 </td>

```

</tr>
</table>

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left'><span style='mso-bidi-font-size:
12.0pt'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

```

## 2.36 VARIABLES DE ESTADO. SOLUCIÓN ANALÍTICA DE LAS ECUACIONES DE ESTADO

```

<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="solanalecvarest_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="solanalecvarest_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="solanalecvarest_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>CAPITULO I </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>Centro de Instrumentos</o:Author>
<o:Template>Normal</o:Template>
<o:LastAuthor>José Luis Pérez Silva</o:LastAuthor>
<o:Revision>3</o:Revision>
<o:TotalTime>20</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:37:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-08-01T00:49:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T12:57:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>327</o:Words>
<o:Characters>1799</o:Characters>
<o:Company>CIUNAM</o:Company>
<o:Lines>14</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2122</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:DoNotHyphenateCaps/>
 <w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:UsePrinterMetrics/>
 <w:WW6BorderRules/>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </w:Compatibility>
 <w:BrowserLevel>MicrosoftInternetExplorer4</w:BrowserLevel>
</w:WordDocument>
</xml><![endif]-->
<style>
<!--
/* Font Definitions */
@font-face
 {font-family:Tahoma;
 panose-1:2 11 6 4 3 5 4 4 2 4;
 mso-font-charset:0;
 mso-generic-font-family:swiss;
 mso-font-pitch:variable;
 mso-font-signature:1627421319 -2147483648 8 0 66047 0;}

/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination: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;
 mso-fareast-language:EN-US;}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 mso-outline-level:1;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 color:red;

```

```

mso-font-kerning:0pt;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:EN-US;
mso-bidi-font-weight:normal;}

h2
{mso-style-next:Normal;
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
page-break-after:avoid;
mso-outline-level:2;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
color:fuchsia;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:EN-US;
mso-bidi-font-weight:normal;}

p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
{margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
color:blue;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:EN-US;}

p.MsoBlockText, li.MsoBlockText, div.MsoBlockText
{margin-top:0cm;
margin-right:1.0cm;
margin-bottom:0cm;
margin-left:1.0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
color:blue;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
mso-fareast-language:EN-US;
font-style:italic;
mso-bidi-font-style:normal;}

p.MsoDocumentMap, li.MsoDocumentMap, div.MsoDocumentMap
{mso-style-noshow:yes;
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
mso-pagination:none;
background:navy;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;

```

```

 font-family:Tahoma;
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
 mso-bidi-font-family:"Times New Roman";
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-fareast-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: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]--><!--[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 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'>SOLUCION ANALITICA DE
LAS ECUACIONES DE ESTADO<o:p></o:p></p>

```

Desarrollaremos un método analítico para resolver un conjunto de ecuaciones diferenciales de 1<sup>er</sup> orden: Consideremos la ecuación diferencial de la forma:

$$X'(t) + U(t)X(t) = Y(t)$$

Donde  $X(t)$  es la función que queremos encontrar,  $U(t)$  y  $Y(t)$  son funciones dadas.

$\frac{dX}{dt} = 0$  donde  $X(t)$  es el valor de  $X$  en  $t = t_0$ .

La constante escalar  $X(t_0)$  es el valor de  $X$  en  $t = t_0$ .

Se dice que una única función escalar  $X(t)$  es solución de la ecuación

$\frac{dX}{dt} = 0$

definida para toda  $t$  y  $t_0$  es solución de la ecuación

$\frac{dX}{dt} = 0$

Se dice que una única función escalar  $X(t)$  es solución de la ecuación

$\frac{dX}{dt} = 0$

definida para toda  $t$  y  $t_0$  es solución de la ecuación

$\frac{dX}{dt} = 0$

src="solanalecvarest\_archivos/image002.gif" v:shapes="\_x0000\_i1028"><![endif]></sub><!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1028"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546617">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:black;mso-ansi-language:FR'>= </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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>a</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:FR'>X(t) + </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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>b</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language: FR'>U(t)<span style='mso-spacerun:yes'> </span>X(t<sub>0</sub>) = X<sub>0</sub></span><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=FR style='font-size: 10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>si:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=FR style='font-size: 10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=FR style='font-size: 10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>1.) </span><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:11.25pt;height:15pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546618">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>(t) satisfice la condición inicial: <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'>X(t<sub>0</sub>) = X<sub>0</sub></span><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'>2.) Satisfice la ecuación diferencial: <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'><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1030" type="#\_x0000\_t75" style='width:11.25pt;height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1030"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546619">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol"><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>a</span></span><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>X(</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) + </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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>b</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>U(t).<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'>Supongamos una soluci3n del tipo:<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:2in;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546620"></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'>Para demostrar que es soluci3n, mostraremos que satisface las dos condiciones anteriores:<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'>1.)<span style='mso-spacerun:yes'></span><sub><span style='mso-spacerun:yes'></span></span></sub><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1032" type="#\_x0000\_t75" style='width:185.25pt;height:36pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1032" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546621"></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'><span style='mso-spacerun:yes'></span><sub><span style='mso-spacerun:yes'></span></sub><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1033" type="#\_x0000\_t75" style='width:30.75pt;height:17.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1033"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546622">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span></p>  
 <p class=MsoNormal style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span  
 style='mso-spacerun:yes'> </span>y</span><span lang=ES-TRAD> </span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES-TRAD><sub><!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style='width:57.75pt;height:36pt'  
 o:ole="">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1034"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546623">  
 </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 style='text-align:justify'><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>2.) Si la integración  
 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\_i1035" type="#\_x0000\_t75" style='width:2in;height:35.25pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1035"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546624">  
 </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 con respecto a </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'>t</span></span><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>, se puede dejar fuera  
 e</span><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'>a</span></span></sup><sup><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>t</span></sup><span  
 lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y  
 escribirla en la 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



[illegible]

src="solanalecvarest\_archivos/image029.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="\_1247546633">  
 </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'>Consideremos el circuito de primer orden de la figura<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'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1044" type="#\_x0000\_t75" style='width:87pt;height:107.25pt'>  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_archivos/image030.png" o:title="">  
 </v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![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'>El análisis por la LCK en el nodo n<sub>1</sub> nos da:<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\_i1045" type="#\_x0000\_t75" style='width:57pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_archivos/image064.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="\_1247546634">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyText><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>que es la ecuación diferencial:<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\_i1046" type="#\_x0000\_t75" style='width:84pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1046" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546635">  
 </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 ve que la ecuación es del tipo:<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\_i1047" type="#\_x0000\_t75" style='width:21pt;height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1047" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546636"></o:OLEObject></xml><![endif]--><span style='mso-spacerun:yes'> </span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>= </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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>a</span></span><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>a</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>X(t) + </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:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>b</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>U(t)<span style='mso-spacerun:yes'> </span>X(t<sub>0</sub>) = X<sub>0</sub></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><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'>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\_i1048" type="#\_x0000\_t75" style='width:44.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="solanalecvarest\_archivos/image067.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="\_1247546637"></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\_i1049" type="#\_x0000\_t75" style='width:29.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1049" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546638"></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'>Empleando 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\_i1050" type="#\_x0000\_t75" style='width:150pt;height:35.25pt'

o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1050"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546639">  
</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'>tenemos:<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\_i1051" type="#\_x0000\_t75" style='width:177.75pt;height:35.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1051"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546640">  
</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'>Supongamos que  $R = 2$ </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><span lang=ES-TRAD  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>,  $C = 0.5f e i(t) =$   
escalón unitario, luego se tiene:<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\_i1052" type="#\_x0000\_t75" style='width:102.75pt;height:35.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1052"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546641">  
</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'>Esto 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\_i1053" type="#\_x0000\_t75" style='width:168.75pt;height:17.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1053"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546642">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></o:p></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:<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\_i1054" type="#\_x0000\_t75" style='width:66pt;height:17.25pt'  
 o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="solanalecvarest\_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\_i1054"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247546643">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]></span><o:p></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'> t </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'><sup>3</sup></span></span><span lang=ES-TRAD  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> 0.<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-pagination:widow-orphan'><span style='mso-bidi-font-size:  
 12.0pt;mso-ansi-language:ES;mso-fareast-language:ES'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 </div>  
 </body>  
 </html>

## 2.37 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCIÓN

<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="fourierintro\_archivos/filelist.xml">  
 <title>INTRODUCCION</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>1</o:Revision>
 <o:TotalTime>1</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-08-02T14:53:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-08-02T14:54:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>83</o:Words>
 <o:Characters>459</o:Characters>
 <o:Company>CCADET UNAM</o:Company>
 <o:Lines>3</o:Lines>
 <o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>541</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>
<!--
/* Style Definitions */
p.MsoNormal, li.MsoNormal, div.MsoNormal
 {mso-style-parent:"";
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
@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'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>INTRODUCCION</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'>Hemos visto que una
de las razones de la importancia del análisis senoidal del estado estacionario de circuitos
eléctricos, es el hecho de que este análisis se puede aplicar a circuitos que involucren otro
tipo de señales que no sean senoidales. En particular, cualquier señal periódica se
puede expresar como la suma de senoidales. Esta suma, por medio de un proceso al límite, toma
la forma de una integral. En este capítulo se manejará la idea básica de
representar señales no senoidales como la suma de señales
senoidales.</p>
<p class=MsoNormal></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.38 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCION. MARCO 4

```

<!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;
 margin-left: 10px;
 margin-top: 0px;
 margin-right: 0px;
 margin-bottom: 0px;
}
.style12 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 10px;
}
a:link {
 color: #993333;
 text-decoration: none;
}
a:visited {
 text-decoration: none;
 color: #993333;
}
a:hover {
 text-decoration: none;
 color: #0000FF;
}
a:active {
 text-decoration: none;
 color: #FF0000;
}
.style14 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-weight: bold;
 font-size: 10pt;
 color: #FFFFFF;
}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
 <tr>
 <td width="618">Página Principal > Curso de
 Circuitos Eléctricos > Series y Transformada de Fourier </td>
 <td width="168"><div align="justify"><a href=" ../cursocirelec.htm"
 target="_parent"><< Regreso a la Página Principal </div></td>
 </tr>
</table>
<table width="787" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background=" ../figuras/figura2.gif">
 <tr>
 <td width="787"><div align="center">SERIES Y TRANSFORMADA DE
 FOURIER </div></td>
 </tr>
</table>
<p> </p>
<p> </p>
<div align="left"></div>
<p> </p>

```

```
</body>
</html>
```

### 2.39 VARIABLES DE ESTADO. INTRODUCCIÓN. MARCO 5

```
<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 12px;
 font-weight: bold;
 color: #0000CC;
}
a:link {
 color: #990033;
 text-decoration: none;
}
a:visited {
 text-decoration: none;
 color: #990033;
}
a:hover {
 text-decoration: none;
 color: #0000FF;
}
a:active {
 text-decoration: none;
 color: #FF0000;
}
a {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 12px;
}
.style14 {
 color: #FFFFFF;
 font-size: 10pt;
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
}
.style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

<body>
<div align="center">
<table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
<tr>
```

```

 <td bgcolor="#CC0000"><div align="center">INDICE GENERAL
</div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="fourierintro.htm"
target="mainFrame">Introducción</div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="serieytransfourier.htm"
target="mainFrame">Series de Fourier </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center">Forma Exponencial </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="lineasespectrales.htm"
target="mainFrame"> Líneas Espectrales </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center">Aprox Funciones Periódicas
</div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="transfourier.htm"
target="mainFrame">Transformada de Fourier </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center">Función Impulso </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="funcdelta.htm"
target="mainFrame">La Función Delta</div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="respuestaaimpulso.htm"
target="mainFrame">Respuesta Impulso </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="respuestapulso.htm"
target="mainFrame">Respuesta a un Pulso </div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="convolucion.htm"
target="mainFrame">Convolución</div></td>
 </tr>
</table>
<p class="style1"> </p>
</div>
</body>
</html>

```

## 2.40 VARIABLES DE ESTADO. SERIES Y TRANSFORMADA DE FOURIER

```
<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="serieytransfourier_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="serieytransfourier_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="serieytransfourier_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>SERIES Y TRANSFORMADA DE FOURIER</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>3</o:Revision>
 <o:TotalTime>14</o:TotalTime>
 <o:Created>2007-08-01T19:08:00Z</o:Created>
 <o:LastSaved>2007-08-02T14:53:00Z</o:LastSaved>
 <o:Pages>1</o:Pages>
 <o:Words>432</o:Words>
 <o:Characters>2380</o:Characters>
 <o:Company>CI UNAM</o:Company>
 <o:Lines>19</o:Lines>
 <o:Paragraphs>5</o:Paragraphs>
 <o:CharactersWithSpaces>2807</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
```

```

 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 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: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;}
-->
</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 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'>SERIES Y TRANSFORMADA DE
FOURIER</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Cualquier funci3n que se repite a s3 misma cada n3mero T de
segundos, se dice que es una funci3n peri3dica con periodo T. </p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>f (t + T) = f(t) <span 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='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 <span
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
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></span><span style='font-size:  
10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)</span><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>es una función periódica y tiene una frecuencia dada por:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>f = 1/t</span><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>Esta discusión la limitaremos a funciones que satisfagan la  
condición de <span class=SpellE>Dirichlet</span>. Este tipo de funciones  
deben de satisfacer lo siguiente:<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>1.) Es en todos lados finita la función. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>2.) Tiene un numero finito de máximos y mínimos en un periodo. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>3.) Tiene un numero finito de discontinuidades en un periodo. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>4.) Es absolutamente integrable en un periodo, o sea: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
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:54pt;  
height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1025"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553575">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>Una función que satisface la condición anterior, por el teorema  
de <span class=SpellE>Fourier</span> si la función es periódica, se puede  
expandir en una serie infinita de la forma: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
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:174.75pt;height:32.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1026"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553576">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
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:41.25pt;height:27pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1027"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553577">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>Si analizamos la serie se notará que a<sub>0</sub> es una  
constante que representa el valor promedio de la función periódica, si todos  
los componentes senoidales tienen valor promedio cero. <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>La frecuencia más baja de la serie está asociada con K = 1, así  
tendrá una frecuencia mínima </span><span 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  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</span></sub><span

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-spacerun:yes'> </span>que se llama frecuencia fundamental. Todas las demás senoidales de la serie tendrán frecuencias que son múltiplos enteros de </span><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> (la fundamental); estas reciben el nombre de frecuencias armónicas. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para encontrar la expansión en serie de funciones periódicas, se deben de evaluar todos los coeficientes a y b. Esto se puede hacer mediante el empleo de la propiedad de ortogonalidad. Se dice que dos funciones  $f_1(t)$  y  $f_2(t)$  son ortogonales sobre un intervalo  $(t_1, t_2)$  si: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:69.75pt;height:36.75pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553578"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Para funciones senoidales tenemos las relaciones siguientes con <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:41.25pt;height:27pt' o:ole=""><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553579"></o:OLEObject></xml><![endif]><!--<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:158.25pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1030"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553580">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
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:162.75pt;height:51pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1031"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553581">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
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:146.25pt;height:51pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1032"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553582">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>Luego para evaluar <span class=SpElE>a<sub>n</sub></span> para n  
</span><span 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'><sup>1</sup></span></span><span style='font-size:  
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> 0 se necesita multiplicar ambos lados  
de la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
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:174.75pt;height:32.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1033"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553583">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>por cos(n</span><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> t), e integrar sobre un periodo como se indica: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:300.75pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553584"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Si integramos el lado derecho de la ecuación anterior término a término, y se usa la relación de ortogonalidad de la ecuación<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:162.75pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553585"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>todos los términos son cero con excepción de los que contienen <span class=SpellE>a<sub>n</sub></span> y se obtiene: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:108pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_archivos/image041.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="\_1247553586">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Similarmente: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:105pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553587">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>para</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> n = 0 se tiene solamente el coeficiente a<sub>0</sub> y éste es simplemente el valor promedio de f(t). <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:65.25pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553588">

</o:OLEObject>

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Veamos esto claro por medio de un ejemplo. Evaluaremos los coeficientes de la expansión en series de <span class=SpellE>Fourier</span> de la onda cuadrada de la figura. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1039" type="#\_x0000\_t75" style='width:266.25pt;height:101.25pt'>

<v:imagedata src="serieytransfourier\_archivos/image024.png" o:title="">

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

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

color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Para esta función  $T = 2$ , </span><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> <span class=GramE>= </span></span><span 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'>p</span></span><span style='font-size:10.0pt; font-family:Arial;color:blue'>, y a<sub>0</sub> = 0. Si elegimos el intervalo de integración como (0,2), se tiene: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:267pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1040" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553589"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:321.75pt;height:41.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="serieytransfourier\_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\_i1041" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553590"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Así que la expansión en series de <span class=SpellE>Fourier</span> de la onda de la figura<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1042" type="#\_x0000\_t75" style='width:266.25pt;height:101.25pt'><v:imagedata src="serieytransfourier\_archivos/image024.png" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></span></p>

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

```

color:blue'>es: <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:258pt;height:33pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="serieytransfourier_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_i1043"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247553591">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]> <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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'><span style='mso-bidi-font-size:
12.0pt'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

```

## 2.41 VARIABLES DE ESTADO. FORMA EXPONENCIAL DE LA SERIE DE FOURIER

```

<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="formexponenfourier_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="formexponenfourier_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="formexponenfourier_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>FORMA EXPONENCIAL DE LA SERIE DE FOURIER</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>9</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T19:18:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T19:18:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>265</o:Words>
<o:Characters>1462</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>12</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1724</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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;}
-->
</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'>

<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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>FORMA EXPONENCIAL DE LA SERIE DE FOURIER</span></b></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si empleamos las relaciones de <span class=Spelle>Euler</span> se tiene: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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 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:120.75pt; height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_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="\_1247483083">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]>>  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>: <o:p></o:p></span></p>

<sub></sub>

Si las sustituimos en la ecuaci&oacute;n

<sub></sub>

se tiene:

<sub></sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1027"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483086">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Definiremos nuevos  
 coeficientes complejos: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:62.25pt;height:27pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="formexponenfouier\_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="\_1247483087">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyText2><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>y</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:89.25pt;height:27pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="formexponenfouier\_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\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483088">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Esta ecuaci&oacute;n  
 nos da el termino a<sub>0</sub> de la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:195pt;height:32.25pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_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\_i1036"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483089">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> s&oacute;lo da el exponente negativo si el intervalo de n abarca tanto los enteros positivos como los enteros negativos. <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La expansi&oacute;n en serie de la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>

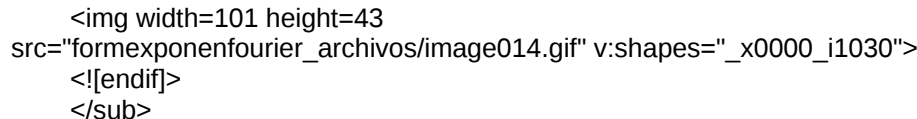
<!--[if gte vml 1]><v:shape  
id="\_x0000\_i1037" type="#\_x0000\_t75" style='width:195pt;height:32.25pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image007.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>  
  
<![endif]>  
</sub>

<!--[if gte mso 9]><xml>  
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1037"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483090">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>se</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> puede escribir como: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:75.75pt;height:32.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image013.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>



<!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1030"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483091">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La &uacute;ltima ecuaci&oacute;n se conoce con el nombre de forma exponencial de la serie de <span class=SpellE>Fourier</span>. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Los coeficientes de la serie se pueden evaluar calculando <span class=SpellE>a<sub>k</sub></span> y <span class=SpellE>b<sub>k</sub></span> y empleando la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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 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:62.25pt;height:27pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image009.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]>-->  
 <![if !vml]>  
 <img alt="formexponenfourier\_archivos/image010.gif" data-bbox="110 525 671 581"/>

<!--[if gte mso 9]><xml>  
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1038"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483092">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]>-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>o</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se pueden calcular directamente por integraci&oacute;n. Rescribiendo las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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'><sub><span style='font-size:10.0pt;color:blue'>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1039"  
 type="#\_x0000\_t75" style='width:105pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image015.wmz" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]>-->  
 <![if !vml]>  
 <img alt="formexponenfourier\_archivos/image015.gif" data-bbox="110 885 344 901"/>

```

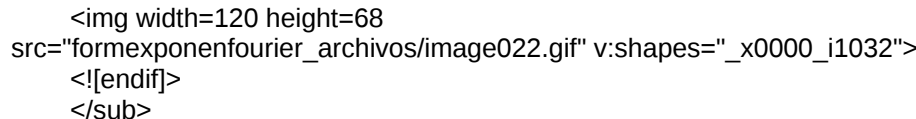
src="formexponenfouier_archivos/image016.gif" v:shapes="_x0000_i1039">
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247483093">
 </o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
 <span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>y<span 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_i1040"
type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="formexponenfouier_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
 <![if !vml]>

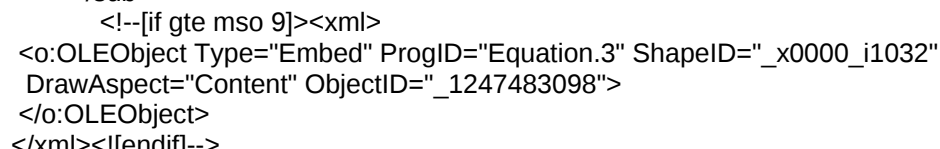
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247483094">
 </o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
 <span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>en<span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> forma exponencial con el empleo de las relaciones de Euler y sustituyendo en las ecuaciones<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span 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_i1041" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
 <v:imagedata src="formexponenfouier_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_i1041"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247483095">

```

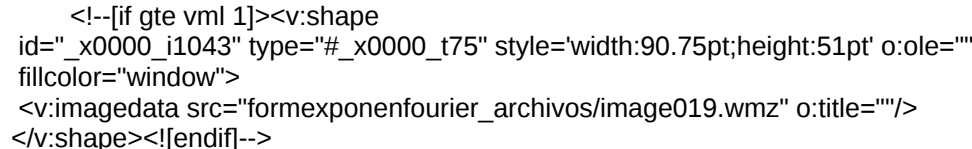
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoBodyText2><span class=GramE><span lang=ES-TRAD style='font-size: 10.0pt;font-family:Arial'>y</span></span><span lang=ES-TRAD style='font-size: 10.0pt;font-family:Arial'>: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:89.25pt;height:27pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfouier\_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\_i1042"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483096">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue'>se</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue'> tiene: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:90.75pt;height:51pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfouier\_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\_i1031"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483097">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family: Arial;color:blue'>y</span></span><span 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 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:90pt;height:51pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfouier\_archivos/image021.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif]-->  
<![if !vml]>

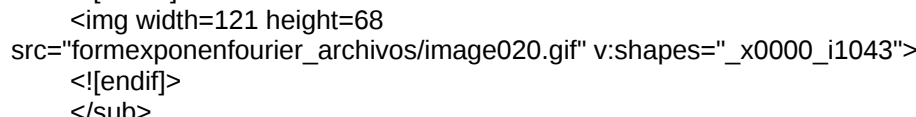


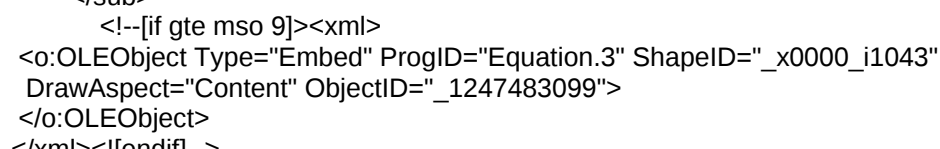


Una de las ventajas de esta forma de las series de Fourier es que con una sola ecuaci&ocirc;n se puede expresar todos los coeficientes incluyendo a<sub>0</sub>.

De la ecuaci&ocirc;n

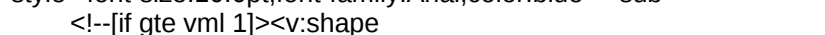






puede ver que  $a_k$  puede ser real para aquellas series que contengan s&ocirc;lo t&eacute;rminos de coseno, e imaginaria para aquellas que contengan solo t&eacute;rminos seno y compleja para series que contengan a ambos.

Si retomamos el ejemplo de la onda cuadrada, y la expresamos en forma compleja, como ya conocemos  $a_n$  y  $b_n$ , empleando la ecuaci&ocirc;n



id="\_x0000\_i1044" type="#\_x0000\_t75" style='width:90.75pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image019.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif-->  
<![if !vml]>  

src="formexponenfourier\_archivos/image020.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="\_1247483100">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>se</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> tiene: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:161.25pt;height:41.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image023.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif-->  
<![if !vml]>  

src="formexponenfourier\_archivos/image024.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="\_1247483101">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Luego la expansi&oacute;n en serie se puede escribir como: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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 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:132.75pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="formexponenfourier\_archivos/image025.wmz" o:title=""/>  
</v:shape><![endif-->  
<![if !vml]>  

src="formexponenfourier\_archivos/image026.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="_1247483102">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p
 class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

style='font-size:10.0pt;font-

## 2.42 VARIABLES DE ESTADO. LINEAS ESPECTRALES

```

<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="lineasespectrales_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="lineasespectrales_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="lineasespectrales_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>LINEAS ESPECTRALES </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>8</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T19:26:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T19:26:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>249</o:Words>
<o:Characters>1371</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>11</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1617</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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;}
-->
</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;

```

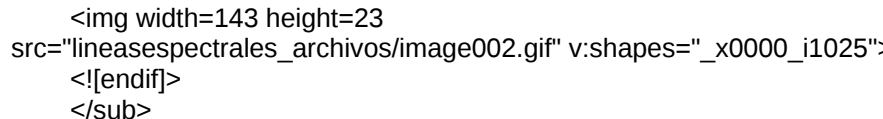
```

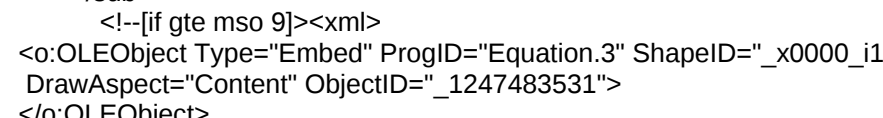
 mso-style-parent:"";
 mso-padding-alt:0cm 5.4pt 0cm 5.4pt;
 mso-para-margin:0cm;
 mso-para-margin-bottom:.0001pt;
 mso-pagination:widow-orphan;
 font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";}
</style>
<![endif]-->
</head>

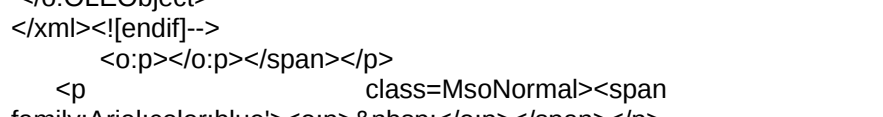
<body lang=ES style='tab-interval:35.4pt'>

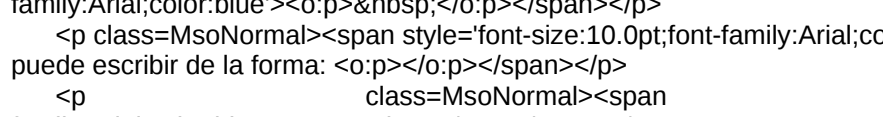
<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
 <tr>
 <td><div class=Section1>
 <p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>LINEAS ESPECTRALES <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Investiguemos la
relación entre el coeficiente complejo a_n, la amplitud y
el ángulo de fase de las componentes senoidales correspondientes de la serie de Fourier. Cada coeficiente a_n se asocia con una componente senoidal 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_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:107.25pt;
height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="lineasespectrales_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

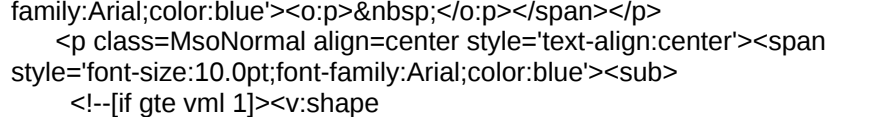
```

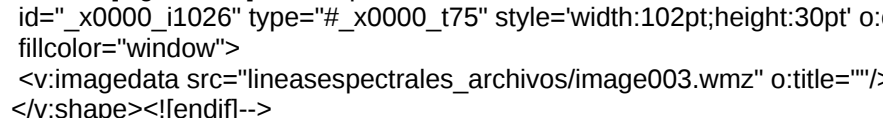


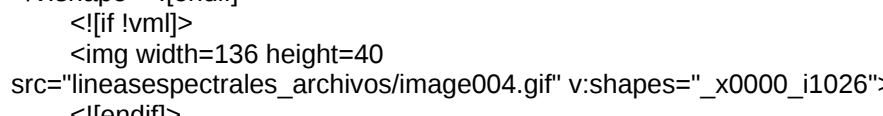


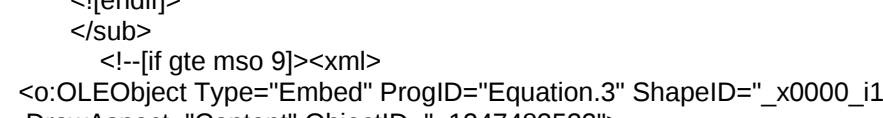


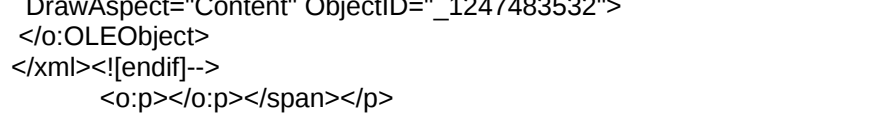


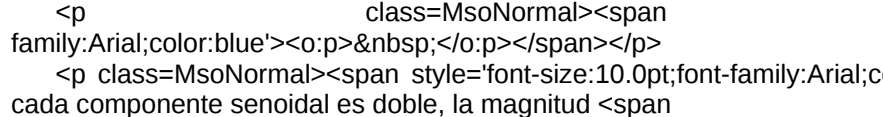


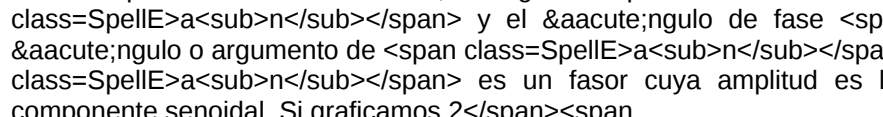


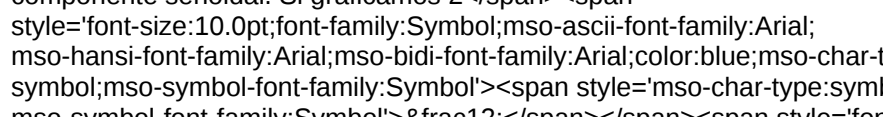


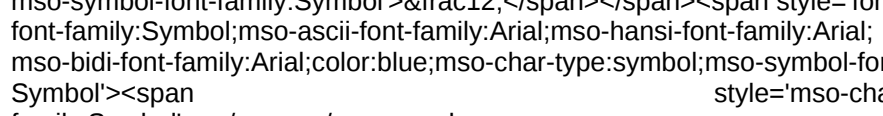


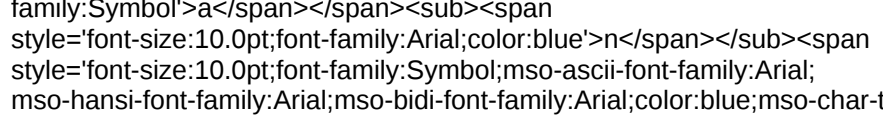


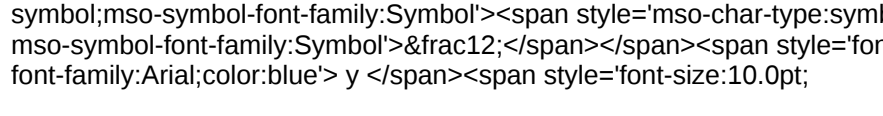












font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;  
mso-bidi-font-family:Arial;color:blue;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:  
Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-  
family:Symbol'>&ETH;</span></span><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;  
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></span><sub><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue'>n</span></sub><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue'> para cada n > 0 se tiene el llamado espectro de amplitud y fase  
respectivamente. De la misma forma si graficamos </span><span  
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'>&frac12;</span></span><span 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></span><sub><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</span></sub><span  
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'>&frac12;</span></span><span style='font-size:10.0pt;  
font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>y </span><span  
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'>&ETH;</span></span><span 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></span><sub><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</span></sub><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> para n > 0 y n < 0 se tiene el espectro de doble  
lado. En cada caso la interpretaci&ocute;n de las l&iacute;neas espectrales en t&eacute;rminos de las  
amplitudes y &aacute;ngulos de fase de las componentes senoidales se obtiene de la  
ecuaci&ocute;n<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal><span 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  
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:102pt;height:30pt' o:ole=""  
fillcolor="window">  
<v:imagedata src="lineasespectrales\_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="\_1247483533">  
</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>En la figura se muestra un espectro de doble lado de amplitud y fase. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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 style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>  
 <!--[if gte vml 1]><v:shape  
 id="\_x0000\_i1031" type="#\_x0000\_t75" style=width:160.5pt;height:225.75pt>  
 <v:imagedata src="lineasespectrales\_archivos/image005.png" o:title=""/>  
 </v:shape><![endif]-->  
 <![if !vml]>  
   
 <![endif]>  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>La potencia promedio en el tiempo, asociada con una se&ntilde;al es proporcional con el valor cuadr&acute;tico medio que esta dado por: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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 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:156.75pt;height:32.25pt  
 o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="lineasespectrales\_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="\_1247483534">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=right style=text-align:right><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>Si graficamos  
 </span><span 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></span><span 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></span><span 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></span><span style=mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol>a</span></span><sub><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>n</span></sub><span>

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'>&frac12;</span></span><sup><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>2</span></sup><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span> para toda n se tiene un espectro de doble lado, pero ahora cada l&iacute;nea nos dir&aacute; la potencia promedio asociada con cada valor de n. La potencia promedio total se obtiene sumando las potencias de cada l&iacute;nea espectral: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:51.75pt;height:33.75pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="lineasespectrales\_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="\_1247483535"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>De la misma forma, dentro de un ancho de banda dado, -N &lt; n &lt; N, la contribuci&oacute;n total de potencia es: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:63pt;height:33.75pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="lineasespectrales\_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="\_1247483536"></o:OLEObject></xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La gr&acute;fica de  
 </span><span 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'>&frac12;</span></span><span 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></span><sub><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>n</span></sub><span  
 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'>&frac12;</span></span><sup><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>2</span></sup><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'> <span class=GramE>contra</span> n se denomina un espectro de  
 l&iacute;neas de potencia. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-  
 family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 </div></td>  
 </tr>  
 </table>  
 </body>  
 </html>

## 2.43 VARIABLES DE ESTADO. APROXIMACIÓN DE FUNCIONES PERIODICAS POR SERIES TRUNCADAS DE FOURIER

<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="aproxfunperioseriefourier\_archivos/filelist.xml">  
 <link rel=Edit-Time-Data href="aproxfunperioseriefourier\_archivos/editdata.mso">  
 <link rel=OLE-Object-Data href="aproxfunperioseriefourier\_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>APROXIMACION DE FUNCIONES PERIODICAS POR SERIES TRUNCADAS DE  
 FOURIER</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>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T19:32:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T19:32:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>227</o:Words>
<o:Characters>1254</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>10</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1479</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
p.MsoBodyText, li.MsoBodyText, div.MsoBodyText
 {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";
 color:red;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 font-weight:bold;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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;}
-->
</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>

```





Existen varias formas de definir el error  $f(\Delta t) - f(t)$ . Si tomamos la diferencia  $f(\Delta t) - f(t)$ , tenemos un error que es una funci3n del tiempo. Para poder dar un n3mero o raz3n constante daremos el error cuadr3tico medio. Consideremos la serie truncada:

donde los coeficientes se calcular3n de forma tal que minimicen el error cuadr3tico medio.

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>Una condici&oacute;n necesaria para que el error sea m&iacute;nimo es: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:66.75pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="aproxfunperioseriefourier\_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\_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483918">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Derivando la

ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><sub><span style='font-size:10.0pt;color:blue'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1034" type="#\_x0000\_t75" style='width:174.75pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="aproxfunperioseriefourier\_archivos/image012.wmz" o:title=""/>

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

<![if !vml]>



<![endif]>

</span></sub><span style='color:blue'>

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

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="\_x0000\_i1034" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483919">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>se</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> tiene: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:182.25pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="aproxfunperioseriefourier\_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\_i1029"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483920">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o></span></span><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> Si integramos el lado derecho de la ecuaci&oacute;n t&eacute;rmino a t&eacute;rmino, se obtiene:<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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 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:129.75pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="aproxfunperioseriefourier\_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\_i1030"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483921">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style=font-size:10.0pt;font-family:Arial>Si: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style=text-align:center><span class=SpellE><span class=GramE><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>e<sup>j</sup></span></span></span><span class=GramE><sup><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'></span></sup></span><span class=SpellE><sup><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>n+m</span></sup></span><sup><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'></span></sup><sup><span 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'>w</span></span></sup><span class=SpellE><sup><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>ot</span></sup></span><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = cos (<span class=SpellE>n+m</span>) </span><span 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'>w</span></span><span class=SpellE><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>o</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> + j sin(<span class=SpellE>n+m</span>) </span><span 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'>w</span></span><span class=SpellE><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>o</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y si la integral tanto de los senos como de los cosenos, es cero, se tiene solo una contribuci&ocirc;n en el lado derecho de la ecuaci&ocirc;n, y es para  $n = -m$ , as&iacut; que: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:93pt;height:51pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aproxfunperioseriefourier\_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\_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247483922">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>
 <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si se divide por T, el lado derecho de la ecuaci&ocirc;n es </span><span 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></span><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>(-m)</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>y: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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'>b</span></span><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>m</span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = </span><span 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'>a<sub>(-n)</sub><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Si sumamos los
elementos de las series de Fourier, se tienen en una serie truncada una
aproximación a f(t), que es óptima en el sentido de un error
cuadrático mínimo. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.44 VARIABLES DE ESTADO. LA TRANSFORMADA DE FOURIER

```

<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="transfourier_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="transfourier_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="transfourier_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>LA TRANSFORMADA DE FOURIER</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>7</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T19:41:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T14:51:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>650</o:Words>

```

```

<o:Characters>3575</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>29</o:Lines>
<o:Paragraphs>8</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>4217</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerining:0pt;

```

```

 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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:1714186433;
 mso-list-type:simple;
 mso-list-template-ids:-1242534042;}
@list l0:level1
 {mso-level-tab-stop:18.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:14.15pt;
 text-indent:-14.15pt;
 color:blue;}
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 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'>LA TRANSFORMADA DE
FOURIER</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Las series de Fourier siempre convergen
a una función periódica, y de hecho cualquier serie truncada es una función
periódica. Es por lo tanto posible pensar en extender el análisis de Fourier a funciones no periódicas. Para hacer esto es
necesario primero considerar la repetición de la función no periódica, y
luego considerar el límite cuando el periodo tiende a infinito. Si empezamos
con una serie de Fourier y tendemos el periodo al
infinito estamos forzando a que la función cumpla las condiciones de Dirichlet en el intervalo infinito. Esto es, nuestra
función debe de tener variaciones acotadas en el intervalo -<span
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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'> < t < <span 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'>¥ y: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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: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:54pt;
height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="transfourier_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_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247553483">
 </o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Si definimos una funci3n discreta F(jn<span
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<sub><span style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</sub><span style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>)</p>
multiplicando ambos lados de la
ecuaci3n por T:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:132pt;height:51pt' o:ole=""
fillcolor="window">
 <v:imagedata src="transfourier_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_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247553484">
 </o:OLEObject>
</xml><![endif]--><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Se puede describir la ecuaci3n<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:174.75pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

```

$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

de la forma: 
$$\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

Nótese que las armónicas o las líneas espectrales ocurren a la frecuencia  $n$

$$w = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

$$D = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

$$T = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

$$p = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \left( \frac{1}{k} \right) = \frac{1}{n} \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right)$$

Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span><sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</span></span></sub><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>= 2</span><span 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'>p</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>/</span><span 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'>D</span></span><span 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><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>. Luego si se desea se puede escribir la ecuación<o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span 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 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:108pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="transfourier\_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\_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553487"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>como: <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:125.25pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="transfourier\_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\_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553488"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p><p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En el limite la ecuación es la definición de una integral, y se puede escribir: <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal><span 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 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:99pt;height:35.25pt'

o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="transfourier\_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\_i1031"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553489">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>y de la ecuación<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
 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:132pt;height:51pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="transfourier\_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\_i1032"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553490">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>tenemos: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
 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:83.25pt;height:35.25pt'  
 o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="transfourier\_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\_i1033"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553491">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>Las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
 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:99pt;height:35.25pt'  
 o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="transfourier\_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\_i1034"  
 DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553492">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'>y<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span



$w$  y  $F(j\omega)$

Si analizamos estas gráficas en contraste con las líneas del espectro discreto que resultan del análisis de las series.

Ambas series y las integrales de  $\text{Fourier}$ , representan una función del tiempo por una suma infinita de senoidales. Si comparamos las series y las integrales de  $\text{Fourier}$ , se ve que la cantidad en la integral de  $\text{Fourier}$  que corresponde a  $a_n$  es:

$$a_n = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cos(n\omega_0 t) dt$$

esta cantidad tiene una magnitud diferencial. Esto significa que cada componente senoidal en la integral de  $\text{Fourier}$  es infinitesimal.

Hemos llamado a  $f^2(t)$  la potencia asociada con la señal  $f(t)$ . Para señales periódicas, también encontramos la potencia promedio en el tiempo  $f^2(t)$  sobre un periodo:

color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:65.25pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="transfourier\_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\_i1037" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553495"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como potencia es energía entre tiempo se tiene: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:57pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="transfourier\_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\_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553496"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:Arial'>La cual se denomina la energía total de la señal <span class=GramE>f(</span>t). Para una señal periódica, la energía es infinita. Para una señal no periódica operada por la integral de <span class=Spelle>Fourier</span>, la condición de <span class=Spelle>Dirichlet</span> implica que: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:75pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="transfourier\_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\_i1039" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553497"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Luego para una señal de energía finita, la potencia temporal

promedio es cero, si el intervalo es infinito, pero la energía total es infinita. Luego las señales periódicas son miembros de una clase de señales que se denominan señales de potencia, y las señales que tienen integral de Fourier, pertenecen a la clase denominada señales de energía, por lo que en el análisis de series de Fourier, tratamos con señales de potencia, y en el análisis de integrales de Fourier tratamos con señales de energía.

Con la excepción de funciones que difieren de otras solo en puntos aislados, la integral de Fourier es única, y cada  $f(t)$  que satisface la condición de Dirichlet corresponde a una integral o transformada de Fourier:

$$F(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt$$

donde  $F$  denota al operador lineal que pesa  $f(t)$  con  $e^{-j\omega t}$ , e integra el producto sobre todo el tiempo.  $f(t)$  y  $F(j\omega)$  forman un par único de funciones llamadas par transformado de Fourier. Analicemos algunas propiedades importantes:

Si  $f(t)$  es una función par,  $F(j\omega)$

[illegible]

Si  $f(t)$  es una función impar,  $F(j\omega)$  es imaginaria.

$\omega$  es imaginaria.

Normal

3.

Times New

Roman">&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span><!endif><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La parte real de <span class=GramE>F(</span>j</span><span 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><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>) es una función impar de w. <o:p></o:p></span></p><p class=MsoNormal style='margin-left:14.15pt;text-indent:-14.15pt;mso-list:l0 level1 lfo2;tab-stops:list 18.0pt'><!if !supportLists><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;mso-fareast-font-family:Arial;color:blue'><span style='mso-list:ignore'>4.<span style='font:7.0pt "Times New

La parte imaginaria de F(w) es una función impar de w.

es una función impar de w.

[if !supportLists]<5.Times

New

Roman">&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;&nbsp;</span></span></span><!endif><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;

6 Times New Roman

7 Times New Roman

8 Times New Roman





```

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>0</sub>)] + [1/2] f [j(<span
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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>-<span 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<sub>0</sub>)] <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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'><span style='mso-bidi-font-size:
12.0pt'><o:p> </o:p></p>

</div>

</body>

</html>

```

## 2.45 VARIABLES DE ESTADO. LA FUNCION IMPULSO Y LA TRANSFORMADA DE FOURIER

```

<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="funcimpultransfourier_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="funcimpultransfourier_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="funcimpultransfourier_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>LA FUNCION IMPULSO Y LA TRANSFORMADA DE FOURIER</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>

```

```

<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>4</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T23:21:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T23:21:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>106</o:Words>
<o:Characters>585</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>4</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>690</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 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;}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 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: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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>LA FUNCION IMPULSO Y LA TRANSFORMADA DE
FOURIER<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;

```

color:blue'>La funci&oacute;n impulso al no satisfacer las condiciones de <span class=SpellE>Dirichlet</span> no puede tener una transformada de Laplace. Por lo tanto hay de nuevo que volver a un proceso de l&iacute;mite y definirla como el l&iacute;mite de la transformada de un pulso finito en su aproximaci&oacute;n a un impulso. La transformada de un pulso rectangular es:

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 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:87pt; height:53.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="funcimpulstransfourier\_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="\_1247497630">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->

<o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial; color:blue'>Si incrementamos H y <span class=SpellE>decrementamos</span> W de forma tal que HW = 1, luego <span class=GramE>F(</span>j</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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol; mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>) = 1 para toda </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-char-type:



```

<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247497633">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Se ve que la función impulso tiene una amplitud y energía espectral
constantes. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.46 VARIABLES DE ESTADO. FUNCION DELTA

```

<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="funcdelta_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="funcdelta_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="funcdelta_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>RESPUESTA A UN IMPULSO</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>11</o:TotalTime>

```

```

<o:Created>2007-08-02T14:48:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T14:48:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>266</o:Words>
<o:Characters>1468</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>12</o:Lines>
<o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1731</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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;}
-->
</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:imap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayou></xml><![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'>
<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'>FUNCION DELTA</o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Consideremos un pulso rectangular de altura H y ancho W, como el
de la figura.</o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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: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:135pt;
height:262.5pt'>
<v:imagedata src="funcdelta_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>El área del pulso será HW. Si doblamos la altura a 2H y reducimos
el ancho a W/2 el área será:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>2H(<span

```

W/2) = HW.

Si repetimos el proceso tantas veces como se desee el área no cambiará. Si empleamos el proceso con el pulso de área unitaria, en el límite el ancho del pulso será infinitesimal, pero el área será unitaria.

Esta función límite es el impulso unitario o delta de Dirac.

Esta función límite está descrita por las características siguientes:

d

 $(t - t) = 0$ 
t

>1

 $t > t$ 
<t

>d

 $(t - t)$ 
<t

>@

 $(t =$ 
<¥

 $(t =$

symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>t</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

producto. Como se ha aproximado el pulso a un impulso llega a ser suficientemente angosto que durante su duración la función continua  $f(t)$  es constante como se ve en la figura.

$\Delta t$

Luego en el límite  $f(t)$  se puede tomar fuera de la integral, y se tiene:

$$\Delta t \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \delta(t) dt = f(0) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = f(0)$$

Luego el valor de la integral es justamente el valor de  $f(0)$  cuando el impulso se da. Como un caso especial se tiene:

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(t) dt = 1$$

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left'><span style='mso-bidi-font-size: 12.0pt'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

## 2.47 VARIABLES DE ESTADO. RESPUESTA A UN IMPULSO

```
<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="respuestaaimpulso_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="respuestaaimpulso_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="respuestaaimpulso_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>RESPUESTA A UN IMPULSO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>10</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T23:31:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T23:31:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>124</o:Words>
<o:Characters>686</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>5</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>809</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 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;}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 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: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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>RESPUESTA
A
UN
IMPULSO</p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Si tenemos un circuito inicialmente relajado, y le damos una funci&ocute;n forzante impulsiva, su salida será la respuesta del circuito a un impulso. Si
denotamos el sistema a su entrada por x(t), y la salida por y(t), en el dominio de la transformada se tiene:
<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
FR'>y(<span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black;mso-ansi-language:FR'>j<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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:
Symbol'>w<span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
FR'>)<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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w<span

```

lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:FR') x (j</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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:FR') = H(j</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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:FR')</span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>si</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'> x(t) = </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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>d</span></span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>(t). <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si <span class=GramE>y(</span>t) en este caso es la respuesta al impulso que denotaremos por h(t), de la ecuaci&oacute;n (255) se concluye que la respuesta al impulso y la funci&oacute;n del circuito son el par transformado de Fourier: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>H(</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j</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-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>w</span></span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)= F [h(t)]</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como ejemplo encontraremos la respuesta a un impulso del circuito de la figura<o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;
height:80.25pt'>
<v:imagedata src="respuestaaimpulso_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La entrada es un impulso y la salida es el voltaje terminal. <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La función del circuito es:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:207pt;height:57pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="respuestaaimpulso_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_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247498249">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Luego: h(t) = Respuesta al impulso. Así que:
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:77.25pt;height:30pt' o:ole="">
<v:imagedata src="respuestaaimpulso_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_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247498250">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.48 VARIABLES DE ESTADO. RESPUESTA A UN PULSO Y A UN IMPULSO

```

<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="respuestapulso_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="respuestapulso_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="respuestapulso_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>RESPUESTA A UN PULSO Y A UN IMPULSO</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>15</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T23:47:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T23:47:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>

```

```

<o:Words>215</o:Words>
<o:Characters>1184</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>9</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1397</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 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;}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";

```

```

 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>RESPUESTA A UN PULSO Y A UN
IMPULSO</p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Consideremos el circuito de la figura </p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:108.75pt;
height:91.5pt'>
<v:imagedata src="respuestapulso_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 </p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Calculemos su respuesta a un impulso donde la entrada es la corriente y la salida la corriente.
La función del sistema es: </p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:189.75pt;height:39.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="respuestapulso_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_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247499217">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Si h(t) = Respuesta a un impulso de la corriente.
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:84pt;height:42.75pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="respuestapulso_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_i1026"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247499218">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:1in;height:29.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="respuestapulso_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="_1247499219">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>

```

Si ahora aplicamos un pulso rectangular de voltaje en lugar del impulso y el pulso tiene una altura H y dura el intervalo (0,

w) se puede expresar en trminos de la funci<sup>o</sup>n escal<sup>o</sup>n como:

$$V(t) = H [u(t) - u(t-w)]$$

Si en la respuesta resulta un escal<sup>o</sup>n unitario de voltaje:

$$V(t) = \frac{1}{L/R}$$

donde

$$t = L/R$$

El pulso de voltaje de la

lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = H [u(t) - u(t-w)]</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>nos</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> da por superposici&acute;n la respuesta: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 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:185.25pt;height:36.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="respuestapulso\_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\_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247499221">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal align=right style='text-align:right'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La gr&aacute;fica de la respuesta se muestra en la figura. <o:p></o:p></span></p>

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

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="\_x0000\_i1036" type="#\_x0000\_t75" style='width:155.25pt;height:138.75pt'>

<v:imagedata src="respuestapulso\_archivos/image013.png" o:title=""/>

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

<![if !vml]>



<![endif]>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Si aumentamos H y disminuimos w de tal forma que <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>WH = A = <span class=SpellE>cte</span></span><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

sobre el intervalo (0,W) la corriente subirá; rpidamente, pero por un intervalo menor de tiempo. Alcanzará su valor máximo en  $t = W$ , y ese valor es:

$$I = \frac{V}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t}{W}} \right)$$

Si  $I = 0$  cuando  $t = 0$ , entonces  $I = \frac{V}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t}{W}} \right)$

se tiene:

$$I = \frac{V}{R} \left( 1 - e^{-\frac{t}{W}} \right)$$

Si  $W$

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'>&reg;</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> 0, <span class=SpellE>i<sub>max</sub></span> de la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES 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:92.25pt;height:35.25pt'  
o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="respuestapulso\_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\_i1032"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247499224">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>est&aacute;</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> indeterminada. Aplicando la regla de Hospital y derivando respecto a W se tiene: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 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:102pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window">  
<v:imagedata src="respuestapulso\_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\_i1033"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247499225">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]-->  
<o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> si este valor ocurre en t = W = 0, la respuesta total es: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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  
 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:66pt;height:29.25pt' o:ole=""  
 fillcolor="window">  
 <v:imagedata src="respuestapulso\_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="\_1247499226">  
 </o:OLEObject>  
 </xml><![endif]-->  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>y</span></span><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> que es id&eacute;ntica a la respuesta del circuito a un impulso.  
 <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V(</span></span><span  
 lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = A</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-char-type:  
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;  
 mso-symbol-font-family:Symbol'>d</span></span><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;font-family:Arial;color:black'>(t)</span><span lang=ES style='font-size:  
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
 color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
 </div></td>  
 </tr>  
 </table>  
 </body>  
 </html>

## 2.49 VARIABLES DE ESTADO. CONVOLUCION

```
<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="convolucion_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="convolucion_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="convolucion_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>CONVOLUCION</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>6</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T23:53:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-02T14:45:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>175</o:Words>
<o:Characters>965</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1138</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerining:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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]--><!--[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 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'>CONVOLUCION</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Si consideramos un sistema caracterizado por una funci3n de
entrada X(t) y una de salida Y(t), con una funci3n de sistema H(j<span
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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>), tendremos: <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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: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"/>

```



mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>|</span></span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se tiene: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:141.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="convolucion\_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\_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553066"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La última ecuación se puede escribir como: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span 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 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:242.25pt;height:35.25pt' o:ole=""><v:imagedata src="convolucion\_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\_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553067"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>De aquí: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:99.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="convolucion\_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="\_1247553068"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>o: <o:p></o:p></span></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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:96.75pt;height:33pt' o:ole=""><v:imagedata src="convolucion\_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\_i1030"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553069">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial'>Para circuitos físicamente reales, la respuesta impulso no puede  
empezar antes de que el impulso se dé, así que: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:  
Arial'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>h(t) = 0 (t &lt;  
0)<span style='mso-spacerun:yes'> </span>y<span style='mso-spacerun:yes'>  
</span>h(t - </span><span 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</span></span><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>) = 0 (</span><span  
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</span></span><span style='font-size:  
10.0pt;font-family:Arial;color:black'> &gt;t) <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>Así que para estos circuitos: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
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:96.75pt;height:33pt'  
o:ole="">  
<v:imagedata src="convolucion\_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\_i1031"  
DrawAspect="Content" ObjectID="\_1247553070">  
</o:OLEObject>  
</xml><![endif]--><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;  
color:blue'>A la integral de la ecuación anterior se le llama integral de  
Convolución. Esta es en el dominio del tiempo, la contraparte a la  
multiplicación en la transformada de Fourier en el dominio de la frecuencia.  
La Convolución se denota por: <o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoNormal><span 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  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>h(t) \* X (t) = Y(t)</span><span  
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>  
<p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:10.0pt;font-family:

Arial">que corresponde a la operación: <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>H(j</span><span  
 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'>w</span></span><span style='font-size:  
 10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)x(j</span><span 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'>w</span></span><span  
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)= Y(j</span><span  
 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'>w</span></span><span style='font-size:  
 10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)</span><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'>en</span></span><span style='font-size:10.0pt;  
 font-family:Arial;color:blue'> el dominio de la frecuencia. <o:p></o:p></span></p>  
 <p class=MsoNormal><span 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'><span style='mso-bidi-font-size:  
 12.0pt'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>

</div>

</body>

</html>

## 2.50 ANALISIS SENOIDAL. INTRODUCCION

<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="analisenoidal\_archivos/filelist.xml">  
 <title>ANALISIS SINOSOIDAL </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>2007-08-01T16:17:00Z</o:Created>

```

<o:LastSaved>2007-08-01T16:17:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>46</o:Words>
<o:Characters>258</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>2</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>303</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
@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;}
-->
</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'>

<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>ANALISIS SINOSOIDAL<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Las funciones
senoidales se usan comúnmente en el análisis de redes dadas sus propiedades
matemáticas. Por la superposición de las redes lineales podemos calcular la respuesta de
las redes a una entrada arbitraria, calculando la respuesta de cada uno de sus componentes
senoidales.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

## 2.51 ANALISIS SENOIDAL. INTRODUCCION. MARCO 4

```

<!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;
margin-left: 10px;
margin-top: 0px;
margin-right: 0px;
margin-bottom: 0px;
}

```

```

.style12 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 10px;
}
a:link {
 color: #993333;
 text-decoration: none;
}
a:visited {
 text-decoration: none;
 color: #993333;
}
a:hover {
 text-decoration: none;
 color: #0000FF;
}
a:active {
 text-decoration: none;
 color: #FF0000;
}
.style14 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-weight: bold;
 font-size: 10pt;
 color: #FFFFFF;
}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
 <tr>
 <td width="618">P´gina Principal > Curso de
 Circuitos Eléctricos > An´lisis Senoidal </td>
 <td width="168"><div align="justify"><a href=" ../cursocirelec.htm"
 target="_parent"><< Regreso a la P´gina Principal </div></td>
 </tr>
</table>
<table width="787" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background=" ../figuras/figura2.gif">
 <tr>
 <td width="787"><div align="center">ANALISIS SENOIDAL </div></td>
 </tr>
</table>
<p> </p>
<p> </p>
<div align="left"></div>
<p> </p>
</body>
</html>

```

## 2.52 ANALISIS SENOIDAL. INTRODUCCION. MARCO 5

```

<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 12px;
 font-weight: bold;
 color: #0000CC;
}
a:link {
 color: #990033;
 text-decoration: none;
}
a:visited {
 text-decoration: none;
 color: #990033;
}
a:hover {
 text-decoration: none;
 color: #0000FF;
}
a:active {
 text-decoration: none;
 color: #FF0000;
}
a {
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
 font-size: 12px;
}
.style14 {
 color: #FFFFFF;
 font-size: 10pt;
 font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
}
.style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

<body>
<div align="center">
 <table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
 <tr>
 <td bgcolor="#CC0000"><div align="center">INDICE GENERAL
</div></td>
 </tr>
 <tr>
 <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><a href="analysenoidal.htm"
target="mainFrame">Análisis Senoidal </div></td>
 </tr>
 </table>

```

```
 <div align="center">Respuesta de Redes </div></td> </tr> <tr> <div align="center"> Fasores </div></td> </tr> <tr> <div align="center">Respuesta en Frecuencia </div></td> </tr> <tr> <div align="center">Respuesta en Amplitud </div></td> </tr> <tr> <div align="center">Respuesta en Fase </div></td> </tr> </table> <p class="style1"> </p> </div> </body> </html> | | | | |
```

## 2.53 ANALISIS SENOIDAL. RESPUESTA DE REDES A FUNCIONES SENOIDALES

```

<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="repredfuncsenoidal_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="repredfuncsenoidal_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="repredfuncsenoidal_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>RESPUESTA DE REDES A FUNCIONES SENOIDALES</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>79</o:TotalTime>

```

```

<o:Created>2007-08-01T17:35:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T17:37:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>1097</o:Words>
<o:Characters>6038</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>50</o:Lines>
<o:Paragraphs>14</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>7121</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
 <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
 <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
 <w:Compatibility>
 <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
 <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
 <w:AlignTablesRowByRow/>
 <w:ForgetLastTabAlignment/>
 <w:LayoutRawTableWidth/>
 <w:LayoutTableRowsApart/>
 <w:UseWord97LineBreakingRules/>
 </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;
 font-size:12.0pt;
 mso-bidi-font-size:10.0pt;
 font-family:"Times New Roman";
 mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
 {mso-style-next:Normal;
 margin:0cm;
 margin-bottom:.0001pt;
 text-align:justify;
 mso-pagination:none;
 page-break-after:avoid;
 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:"Times New Roman";
 color:red;
 mso-font-kerning:0pt;
 mso-ansi-language:ES-TRAD;
 mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
 {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";
 color:blue;
 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:1714186433;
 mso-list-type:simple;
 mso-list-template-ids:-1242534042;}
@list l0:level1
 {mso-level-tab-stop:18.0pt;
 mso-level-number-position:left;
 margin-left:14.15pt;
 text-indent:-14.15pt;
 color:blue;}
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 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'>RESPUESTA DE REDES A FUNCIONES
SENOIDALES</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'>Consideremos la red
de la figura</p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'>Consideremos la red
de la figura</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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;
height:64.5pt'>
<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

 <![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Si calculamos la respuesta de voltaje V(t), de esta red a una fuente de corriente senoidal,<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_i1027" type="#_x0000_t75" style=width:126pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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="_1247477091">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><!-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La ecuación de operación será:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style=text-align:center><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style=width:144.75pt;height:30.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477092">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]><!-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Podemos calcular la respuesta V(t) resolviendo la ecuación diferencial para obtener:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></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'>wt, y la componente imaginaria será la respuesta debida al sinwt. Luego para considerar problemas senoidales de estado estacionario, podemos calcular la solución particular manejando la función e^j</sup><sup><span

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'>w^{t}^{t}<sup>. La parte imaginaria de esta solución es la respuesta estacionaria al sinwt y la parte real es la respuesta estacionaria al coswt.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Para ver mejor todo lo anterior, calcularemos la respuesta estacionaria de voltaje del circuito de 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_i1050" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:64.5pt'><v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image001.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

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

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

<p class=MsoNormal>Consideremos la función de mando e_j(t+p/8). Nuestra solución particular es 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><span

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:36.75pt;height:24pt' o:ole="">
<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image010.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub><sup><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477094">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
</sup><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Sustituyendo esto en
la ecuación de operación de la figura<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:64.5pt'>
<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>la<span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:222.75pt;height:33pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477095">
</o:OLEObject>

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>da:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>jKe^{j(t+}^{p}^{/8} + Ke^{j(t+}^{p}^{/8} = e^{j(t+}^{p}^{/8}<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>o:<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:68.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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="_1247477096">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Si la respuesta de estado estacionario est´ dada por una soluciôn particular, la respuesta al sent+<span style='mso-char-type:symbol;

mso-symbol-font-family:Symbol">p/8) est´ 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:176.25pt;height:30.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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="_1247477097">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>que es la misma que la ecuaci´n<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:222.75pt;height:33pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1035" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477098">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Para generalizar este resultado necesitamos considerar la respuesta de una red arbitraria formada por elementos R, L, C. Ya se vio anteriormente que las respuestas a tales redes se pueden describir por una ecuaci´n diferencial 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_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:32.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image017.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

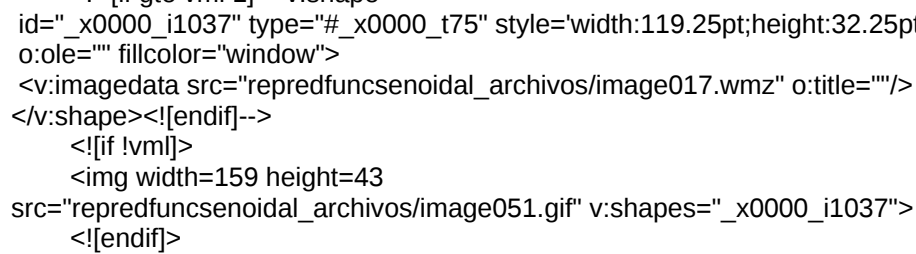
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1034"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477100">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde la función U(t), es la función de manejo de la red, y y(t) es la respuesta de la red.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Como se ha visto para el caso especial de 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_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:131.25pt;height:64.5pt'>
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image001.png" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>podemos encontrar la respuesta en estado estacionario a la función de manejo Sin(wtf), calculando la solución particular a la ecuación diferencial con la función de manejo e^j⁽w</sup>

t

f

Luego en la ecuación



<!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477101">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>>

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

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

<p class=MsoNormal>reemplazamos la función de manejo senoidal por la función exponencial compleja: e^j⁽^{w}^{t}^{f}^{)}y asumimos la solución exponencial compleja:</p></p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style="text-align:center">Yt) = K e^j⁽^{w}^{t}^{f}^{)})</p></p></p>

f</sup>^{}<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>esto nos da:<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:174pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1038" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477102">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>Resolviendo para K, tenemos:<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:63pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1039" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477103">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoBodyText2>Nótese que K es una constante con respecto a la variable t, pero es variable con la frecuencia de la función de manejo, por lo que definimos a K como una función de <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;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol">wj:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoBodyText2><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>K = H(jw) <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>que se llama la característica de transferencia de la red a estados estacionarios senoidales. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Nótese que la H(jw) es idéntica en forma a la función de transferencia H(s), si se cambia s por jw. <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Empleando la notación de transferencia de estado estacionario, la solución particular a la ecuación diferencial es:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>Y(t) = H(jw)e^j⁽<sup>w^{t+}<span 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'>f</sup>^{}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>La función

H(jw) es en general compleja y puede ser representada en forma exponencial compleja como:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>H(jw) = ½H(jw)½e^j^{q}^{(}^{w}^{)}<o:p></o:p></p>

<p class=MsoBodyText2>donde:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>H(<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'>)<span 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = [H(j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'>)H*(j<span 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'>w<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)]^{1/2}<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>y<span 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
 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:89.25pt;height:29.25pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1040"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477104">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>y<span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'> por lo tanto la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>Y(<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = H(j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;

font-family:Arial;color:black')e^j⁽^{w}^{t+}^{f}^{)}<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal>se puede escribir como:<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>Yt) = ½H(jw)½^j^{]}^{w}^{t+}^{f}^{+}^{q}^{)}^{w}^{)]}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Tomando la parte imaginaria de la ecuación</o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>Y)= ½H(jw½e^j^{[}^{w}^{t+}^{f}^{+}^{q}^{)}^{w}^{)]}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>se obtiene la respuesta de la función de manejo sin(wt+

podemos ver que el paso siguiente a estudiar en el estado estacionario senoidal, por medio de la funci&ocute;n exponencial compleja, es reemplazar el operador diferencial $\frac{d}{dt}$ por $j\omega$ donde ω aparece en la ecuaci&ocute;n de operaci&ocute;n. Una pregunta que se nos puede presentar aquí es si es o no indispensable desarrollar la ecuaci&ocute;n diferencial cuando trabajamos con estado estacionario senoidal. ?Es posible desarrollar las características del estado estacionario directamente del circuito sin pasar por la ecuaci&ocute;n diferencial? La respuesta la obtendremos considerando las relaciones voltaje corriente para elementos individuales bajo las condiciones del estado estacionario.

Consideremos la corriente de un inductor de la forma: $i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi)$

El voltaje en el inductor será:

$$v(t) = L \frac{di(t)}{dt} = L \frac{d}{dt} [I_m \cos(\omega t + \phi)] = -L I_m \omega \sin(\omega t + \phi) = L I_m \omega \cos(\omega t + \phi + 90^\circ)$$

Diagrama: Un inductor con inductancia L en serie con una fuente de voltaje $v(t) = L I_m \omega \cos(\omega t + \phi + 90^\circ)$. La corriente a través del inductor es $i(t) = I_m \cos(\omega t + \phi)$.

$V_R = V_C + V_t$

Similarmente la corriente en un resistor de la misma forma nos puede dar un voltaje de resistencia:

$V_R = I R$

Un voltaje:

$V_C = I X_C$

=

$V_t = I Z_t$

a las terminales de un capacitor nos hace aparecer una

$V_C = I X_C$

Empleando estas tres relaciones tenemos una descripciôn algebraica de las relaciones voltaje-corriente para L, R, y C, bajo las condiciones del estado estacionario senoidal, como:

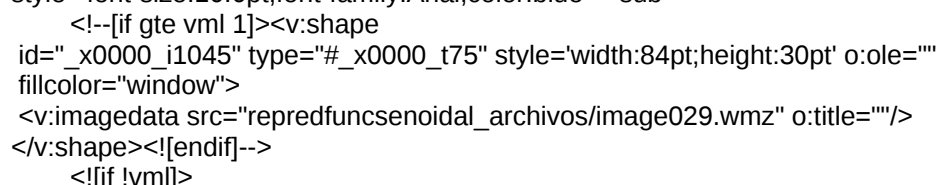
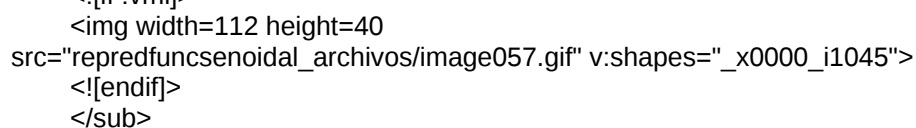
$$V_L = j\omega L I$$

$$V_R = R I$$

$$V_C = \frac{1}{j\omega C} I$$

Nøttese que este estudio del estado estacionario por medio de la funciôn exponencial compleja, nos permite reducir las relaciones voltaje-corriente para los elementos L y C, a una analogía con la relaciôn para un resistor. Para poder explotar esta analogía definimos las reactancias inductiva y capacitiva respectivamente como:

$$X_L = j\omega L$$

$$X_C = \frac{1}{j\omega C}$$



DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477109">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>En este estudio podemos reemplazar L y C por los valores de su reactancia, y emplear las relaciones voltaje-corriente 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'>V_L(t) = (jwwL_L(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V_R(t) = (1/R)V_R(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I_C(t) = (jwwC_C(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>o sus equivalentes en términos de voltaje:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I_L(t) = (1/jwwL_L(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V_R(t) = (1/R)V_R(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I_C(t) = (jwwC_C(t)<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>

color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Resolveremos un caso como ejemplo: Evaluar la corriente para estado estacionario senoidal del circuito de 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_i1052" type="#_x0000_t75" style='width:124.5pt;height:98.25pt'><v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image031.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>por el método de derivar la ecuación diferencial y por el de reemplazar el circuito por su equivalente de estado estacionario.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>La ecuación diferencial que describe la respuesta de corriente 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_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:90pt;height:29.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="repredfuncsenoidal_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_i1046" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477110">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoBodyText2>Tomando la función de manejo como función exponencial compleja:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span

$\frac{1}{2}(1-j)e^{j(2t+\frac{1}{2})}$

V

$= \frac{1}{2}(1-j)e^{j(2t+\frac{1}{2})}$

La respuesta de corriente es:

$= (2) e^{-j(2t+\frac{1}{2})}$

$= \frac{1}{2}(1-j)e^{j(2t+\frac{1}{2})}$

color:black;mso-ansi-language:DE'> = (2)^{-1/2} e^{j(2t+}^{p}^{/12}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Para obtener el circuito equivalente reemplazamos L por jwL y C por 1/jwC, y el circuito equivalente es el de 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_i1051" type="#_x0000_t75" style='width:125.25pt;height:90pt'><v:imagedata src="repredfuncsenoidal_archivos/image037.png" o:title=""></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Aplicando la LVK en la red tenemos:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V_C(t) + V_R(t) + V_C(t) = e^{j(2t+}^{p}^{/3}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Aplicando las relaciones voltaje-corriente para cada elemento:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span


```

        
        <![endif]>
        </sub>
        <!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1049"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247477113">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
        <o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span lang=DE style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:DE'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
        </div></td>
        </tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.54 ANALISIS SENOIDAL. FASORES

```

<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="fasores_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="fasores_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="fasores_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>FASORES</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>55</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T18:05:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T18:34:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>430</o:Words>
<o:Characters>2371</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>

```

```

<o:Lines>19</o:Lines>
<o:Paragraphs>5</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2796</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

```

```

p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
    {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";
    color:blue;
    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:1714186433;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-1242534042;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;
    mso-level-number-position:left;
    margin-left:14.15pt;
    text-indent:-14.15pt;
    color:blue;}
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 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>FASORES</span></b></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como hemos visto la
variaci&oacute;n en el tiempo de los voltajes y corrientes de un circuito en el estado estacionario
senoidal, pueden representarse en forma exponencial compleja <span
class=SpellE>e<sup>j</sup></span></span><sup><span
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></sup><sup><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>t</span></sup><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>. Como sabemos la variable de tiempo t, entrar&aacute;
dentro de nuestra soluci&oacute;n de esta forma, pero a menudo es conveniente suprimir la
variaci&oacute;n del tiempo y simplemente desarrollar una soluci&oacute;n invariante en el tiempo en
t&eacute;rminos de una funci&oacute;n de manejo compleja y de una impedancia
compleja.</span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Despu&eacute;s de
que se ha obtenido la soluci&oacute;n invariante, la variaci&oacute;n del tiempo puede incorporarse en la
soluci&oacute;n multiplic&aacute;ndola por <span
class=SpellE>e<sup>j</sup></span></span><sup><span
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></sup><sup><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>t</span></sup><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>.</span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Por ejemplo en la
figura</span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>
      <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:164.25pt; height:66.75pt'>
 <v:imagedata src="fasores_archivos/image015.png" o:title=""/>
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>

 <![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>se desea calcular la corriente estacionaria $i(t)$, por medio de calcular la respuesta exponencial compleja $I(t)$ por una función de manejo: Ae^j⁽^{w}^{t}^{f}^{)}<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoBodyText2>Tomando la parte imaginaria, por ejemplo:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'> $I(t)$ = Im ½Ae^j<sup><span 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:

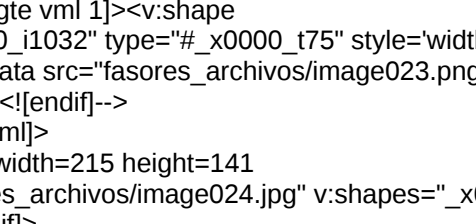
symbol;mso-symbol-font-family:Symbol"><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>w</sup><sup><span lang=DE
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:DE'>t</sup><sup><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;
 mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-char-type:
 symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'><span style='mso-char-type:symbol;
 mso-symbol-font-family:Symbol'>f</sup><sup><span lang=DE
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:DE'></sup><span
 lang=DE style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
 DE'>Y(j<span 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'>w<span lang=DE
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:DE'><span
 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'>½<span lang=DE style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:DE'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=DE style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue;mso-ansi-language:DE'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>donde<span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'> Y(j<span 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
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>) es la función de admitancia equivalente de la
 combinación RLC.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Se ve que la
 ecuación anterior se puede escribir como la parte imaginaria de la solución
 invariante:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I = <span
 class=SpellE>Ae^j<sup><span 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'>f</sup><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>Y<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'><span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>multiplicando<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'> por e^{jwt}<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i

<p class=MsoNormal>y la respuesta de corriente:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight: normal'>I = <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>VYjw<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Para obtener la respuesta en el tiempo multiplicamos la ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight: normal'>I = <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>VYjw<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>por e^j^{w}^{t} y tomamos la parte imaginaria 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'>it) = Im½le^j^{w}^{t}½<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Las cantidades <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I y <b style='mso-bidi-font-weight:

normal'>V se denominan Fasores.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Para trabajar con fasores es necesario establecer una convención para relacionar los fasores con la solución en el tiempo. Si hemos definido la solución en el tiempo correspondiente al fasor, como la parte imaginaria del producto de éste y la función del tiempo e^j^{w}^{t}, nuestra convención será representar todas las variaciones senoidales en téminos de la función seno. Esto requiere que toda función de manejo de la forma cos(wt + f), se escriba en su equivalente sen(wt + f + p/2), para desarrollar el modelo de fasores.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Por ejemplo empleando fasores desarrollaremos la solución estacionaria para V_L en el circuito de 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_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:243pt;height:109.5pt'>
 <v:imagedata src="fasores_archivos/image019.png" o:title="">
 </v:shape><![endif]-->
 <![if !vml]>
 <img width=324 height=146

VL

Para calcular $I_{\text{sub}3}$ convertimos la fuente de voltaje a una fuente de corriente, y al circuito fasorial equivalente de la siguiente figura.



Empleando la relación de división de corriente para obtener:

$$I_{\text{sub}3} = \frac{Z_{\text{sub}2}}{Z_{\text{sub}1} + Z_{\text{sub}2}} I_{\text{sub}3}$$

DrawAspect="Content" ObjectID="_1247480421">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

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

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

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:123.75pt;height:30pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="fasores_archivos/image011.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="fasores_archivos/image026.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="_1247480422">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

Por lo
que:<o:p></o:p></p>

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:189.75pt;height:35.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="fasores_archivos/image013.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="fasores_archivos/image027.gif" v:shapes="_x0000_i1027">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1027"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247480423">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>

<b style='mso-bidi-font-weight:normal'><o:p> </o:p></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>
</html>

2.55 ANALISIS SENOIDAL. RESPUESTA DE FRECUENCIA DE REDES

```
<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="respfrecredes_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="respfrecredes_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="respfrecredes_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>RESPUESTA DE FRECUENCIA DE REDES</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>3</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-08-01T18:37:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-08-01T18:37:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>288</o:Words>
  <o:Characters>1586</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>13</o:Lines>
  <o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1871</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
```

```

    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    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: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;}

-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>RESPUESTA DE FRECUENCIA DE
REDES<o:p></o:p></span></b></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como se ha visto con
anterioridad, la relaci&oacute;n entre la funci&oacute;n de manejo y la respuesta en estado estacionario,
est&aacute; descrita por la funci&oacute;n de transferencia de estado estacionario <span
class=GramE>H(</span><span class=SpellE>jw</span>). Esta funci&oacute;n es una relaci&oacute;n de
dos polinomios <span class=GramE>en </span></span><span
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><span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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"/>

```

RESPUESTA DE FRECUENCIA DE REDES			
Como se ha visto con anterioridad, la relaci&oacute;n entre la funci&oacute;n de manejo y la respuesta en estado estacionario, est&aacute; descrita por la funci&oacute;n de transferencia de estado estacionario $H(j\omega)$. Esta funci&oacute;n es una relaci&oacute;n de dos polinomios en s.			

RESPUESTA DE FRECUENCIA DE REDES

Como se ha visto con anterioridad, la relación entre la función de manejo y la respuesta en estado estacionario, está descrita por la función de transferencia de estado estacionario $H(j\omega)$. Esta función es una relación de dos polinomios en s .

$$H(s) = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

Como se ha visto con anterioridad, la relación entre la función de manejo y la respuesta en estado estacionario, descrita por la función de transferencia de estado estacionario $H(j\omega)$. Esta función es una relación de dos polinomios en s .

$$H(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_m s^m + a_{m-1} s^{m-1} + \dots + a_1 s + a_0}$$

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 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"/>

$$\sum_{i=0}^n \prod_{j=0}^{m-1} \left(\frac{1}{x_j} \right)^{\frac{1}{m}} = \frac{1}{\prod_{j=0}^{m-1} x_j^{\frac{1}{m}}}$$

```
<!--[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: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"/>
```


w</sup>^{}<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>½Hjw½ = [H(jw)]^{1/2}<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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:99pt;height:30.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="respfrecredes_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="_1247480607">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>Si H(jw) es conocida para todos los valores de w, la respuesta a cualquier función senoidal de manejo se obtiene simplemente multiplicando H(jw) por la función exponencial de manejo. Por ejemplo: si la función de manejo es: sin(wt + f), la respuesta se encuentra de:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>Y(t) = Im[H(jw)^{(j}</sup>wt + </sup>^{f}^{)}]<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Luego es útil el considerar a H(j

j

$$\frac{1}{2}$$

es la respuesta en amplitud de la red, ya que ´sta especifica el efecto de la red en una amplitud senoidal como una funci´n de la frecuencia.

Similarmente

$$\frac{1}{2}$$

) es la respuesta en fase de la red, ya que ´sta especifica el efecto de la red en una fase senoidal como una funci´n de la frecuencia.

Es una convenci´n graficar veinte veces el logaritmo de la magnitud de la funci´n sola. Esto permite una gran variaci´n en la funci´n

$$\frac{1}{2}$$

H

$$\frac{1}{2}$$

al ser graficada en una gr´fica compacta. Estas gr´ficas son las gr´ficas de Bode.

Definiremos el decibel, que tiene por abreviatura db de la forma:

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>20 log½H(jw)½ = 10 log½H(jw)½^{2} = db<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p></div></td></tr></table></body></html>

2.56 ANALISIS SENOIDAL. GRAFICAS DE BODE DE RESPUESTA EN AMPLITUD

```
<html xmlns:v="urn:schemas-microsoft-com:vm"
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="grafbaderespamplit_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="grafbaderespamplit_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="grafbaderespamplit_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>GRAFICAS DE BODE DE RESPUESTA EN AMPLITUD</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>12</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T18:49:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T18:49:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>494</o:Words>
<o:Characters>2720</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>22</o:Lines>
<o:Paragraphs>6</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>3208</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
font-size:12.0pt;

```

```

        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}
p.MsoBodyText2, li.MsoBodyText2, div.MsoBodyText2
    {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";
    color:blue;
    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:1714186433;
    mso-list-type:simple;
    mso-list-template-ids:-1242534042;}
@list l0:level1
    {mso-level-tab-stop:18.0pt;

```

```

mso-level-number-position:left;
margin-left:14.15pt;
text-indent:-14.15pt;
color:blue;}

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 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>GRAFICAS DE BODE DE RESPUESTA EN
AMPLITUD<o:p></o:p></span></b></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Recordemos del
capitulo de transformada de<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>Laplace, que el tipo de
t&eacute;rminos que aparecen en la funci&oacute;n de transferencia H(s) eran de la
forma:<o:p></o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>P<sub>1</sub>(s) = <span
class=SpellE><span class=GramE>s<sup>n</sup></span></span> <o:p></o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>P<sub>2</sub>(s) =
(<span class=SpellE>s+a</span><span class=GramE>)<sup>n</sup></span></span><span
lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
EN-GB'><o:p></o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>P<sub>3</sub>(s) =
s<sup>2</sup>+2</span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;

```


height:30.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="grafbaderespamplit_archivos/image001.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

src="grafbaderespamplit_archivos/image002.gif" v:shapes="_x0000_i1025">
<![endif]>
</sub><span
style='color:blue'>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247481327">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>se<span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> pueden escribir como productos de un escalar y un factor de <span
style='mso-spacerun:yes'> la forma:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>P₁<span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
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'>w<span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:black'>) = (j<span 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'>w<span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)ⁿ <o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>P₂<span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
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'>w<span style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:black'>) = (j<span 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'>w<span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>)+a<span
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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>P₃<span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
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'>w<span style='font-size:10.0pt;

[illegible]

font-family:Arial;color:black')½ - 20 ½A(jw)½<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Si la función de magnitud se escribe como:<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:68.25pt;height:33pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="grafbaderespamplit_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="_1247481328">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>En concreto, la magnitud de cada uno de los términos polinomiales es simplemente el producto de las magnitudes de cada uno de los factores.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>20log½H(j½</p>

[illegible]

[illegible]

Arial;mso-hansi-font-family:Arial;mso-bidi-font-family:Arial;color:black;mso-char-type:symbol;mso-symbol-font-family:Symbol'>½A_n(j

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'>w<span lang=DE style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:DE'><span
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'>½<span lang=DE style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:DE'><o:p></o:p></p>

donde se ha considerado:

$$B(j) = B_{1j} - B_{2j} + B_{3j} - B_{4j} + B_{5j} - B_{6j} + B_{7j} - B_{8j} + B_{9j} - B_{10j} + B_{11j} - B_{12j} + B_{13j} - B_{14j} + B_{15j} - B_{16j} + B_{17j} - B_{18j} + B_{19j} - B_{20j} + B_{21j} - B_{22j} + B_{23j} - B_{24j} + B_{25j} - B_{26j} + B_{27j} - B_{28j} + B_{29j} - B_{30j} + B_{31j} - B_{32j} + B_{33j} - B_{34j} + B_{35j} - B_{36j} + B_{37j} - B_{38j} + B_{39j} - B_{40j} + B_{41j} - B_{42j} + B_{43j} - B_{44j} + B_{45j} - B_{46j} + B_{47j} - B_{48j} + B_{49j} - B_{50j} + B_{51j} - B_{52j} + B_{53j} - B_{54j} + B_{55j} - B_{56j} + B_{57j} - B_{58j} + B_{59j} - B_{60j} + B_{61j} - B_{62j} + B_{63j} - B_{64j} + B_{65j} - B_{66j} + B_{67j} - B_{68j} + B_{69j} - B_{70j} + B_{71j} - B_{72j} + B_{73j} - B_{74j} + B_{75j} - B_{76j} + B_{77j} - B_{78j} + B_{79j} - B_{80j} + B_{81j} - B_{82j} + B_{83j} - B_{84j} + B_{85j} - B_{86j} + B_{87j} - B_{88j} + B_{89j} - B_{90j} + B_{91j} - B_{92j} + B_{93j} - B_{94j} + B_{95j} - B_{96j} + B_{97j} - B_{98j} + B_{99j} - B_{100j} + B_{101j} - B_{102j} + B_{103j} - B_{104j} + B_{105j} - B_{106j} + B_{107j} - B_{108j} + B_{109j} - B_{110j} + B_{111j} - B_{112j} + B_{113j} - B_{114j} + B_{115j} - B_{116j} + B_{117j} - B_{118j} + B_{119j} - B_{120j} + B_{121j} - B_{122j} + B_{123j} - B_{124j} + B_{125j} - B_{126j} + B_{127j} - B_{128j} + B_{129j} - B_{130j} + B_{131j} - B_{132j} + B_{133j} - B_{134j} + B_{135j} - B_{136j} + B_{137j} - B_{138j} + B_{139j} - B_{140j} + B_{141j} - B_{142j} + B_{143j} - B_{144j} + B_{145j} - B_{146j} + B_{147j} - B_{148j} + B_{149j} - B_{150j} + B_{151j} - B_{152j} + B_{153j} - B_{154j} + B_{155j} - B_{156j} + B_{157j} - B_{158j} + B_{159j} - B_{160j} + B_{161j} - B_{162j} + B_{163j} - B_{164j} + B_{165j} - B_{166j} + B_{167j} - B_{168j} + B_{169j} - B_{170j} + B_{171j} - B_{172j} + B_{173j} - B_{174j} + B_{175j} - B_{176j} + B_{177j} - B_{178j} + B_{179j} - B_{180j} + B_{181j} - B_{182j} + B_{183j} - B_{184j} + B_{185j} - B_{186j} + B_{187j} - B_{188j} + B_{189j} - B_{190j} + B_{191j} - B_{192j} + B_{193j} - B_{194j} + B_{195j} - B_{196j} + B_{197j} - B_{198j} + B_{199j} - B_{200j} + B_{201j} - B_{202j} + B_{203j} - B_{204j} + B_{205j} - B_{206j} + B_{207j} - B_{208j} + B_{209j} - B_{210j} + B_{211j} - B_{212j} + B_{213j} - B_{214j} + B_{215j} - B_{216j} + B_{217j} - B_{218j} + B_{219j} - B_{220j} + B_{221j} - B_{222j} + B_{223j} - B_{224j} + B_{225j} - B_{226j} + B_{227j} - B_{228j} + B_{229j} - B_{230j} + B_{231j} - B_{232j} + B_{233j} - B_{234j} + B_{235j} - B_{236j} + B_{237j} - B_{238j} + B_{239j} - B_{240j} + B_{241j} - B_{242j} + B_{243j} - B_{244j} + B_{245j} - B_{246j} + B_{247j} - B_{248j} + B_{249j} - B_{250j} + B_{251j} - B_{252j} + B_{253j} - B_{254j} + B_{255j} - B_{256j} + B_{257j} - B_{258j} + B_{259j} - B_{260j} + B_{261j} - B_{262j} + B_{263j} - B_{264j} + B_{265j} - B_{266j} + B_{267j} - B_{268j} + B_{269j} - B_{270j} + B_{271j} - B_{272j} + B_{273j} - B_{274j} + B_{275j} - B_{276j} + B_{277j} - B_{278j} + B_{279j} - B_{280j} + B_{281j} - B_{282j} + B_{283j} - B_{284j} + B_{285j} - B_{286j} + B_{287j} - B_{288j} + B_{289j} - B_{290j} + B_{291j} - B_{292j} + B_{293j} - B_{294j} + B_{295j} - B_{296j} + B_{297j} - B_{298j} + B_{299j} - B_{300j} + B_{301j} - B_{302j} + B_{303j} - B_{304j} + B_{305j} - B_{306j} + B_{307j} - B_{308j} + B_{309j} - B_{310j} + B_{311j} - B_{312j} + B_{313j} - B_{314j} + B_{315j} - B_{316j} + B_{317j} - B_{318j} + B_{319j} - B_{320j} + B_{321j} - B_{322j} + B_{323j} - B_{324j} + B_{325j} - B_{326j} + B_{327j} - B_{328j} + B_{329j} - B_{330j} + B_{331j} - B_{332j} + B_{333j} - B_{334j} + B_{335j} - B_{336j} + B_{337j} - B_{338j} + B_{339j} - B_{340j} + B_{341j} - B_{342j} + B_{343j} - B_{344j} + B_{345j} - B_{346j} + B_{347j} - B_{348j} + B_{349j} - B_{350j} + B_{351j} - B_{352j} + B_{353j} - B_{354j} + B_{355j} - B_{356j} + B_{357j} - B_{358j} + B_{359j} - B_{360j} + B_{361j} - B_{362j} + B_{363j} - B_{364j} + B_{365j} - B_{366j} + B_{367j} - B_{368j} + B_{369j} - B_{370j} + B_{371j} - B_{372j} + B_{373j} - B_{374j} + B_{375j} - B_{376j} + B_{377j} - B_{378j} + B_{379j} - B_{380j} + B_{381j} - B_{382j} + B_{383j} - B_{384j} + B_{385j} - B_{386j} + B_{387j} - B_{388j} + B_{389j} - B_{390j} + B_{391j} - B_{392j} + B_{393j} - B_{394j} + B_{395j} - B_{396j} + B_{397j} - B_{398j} + B_{399j} - B_{400j} + B_{401j} - B_{402j} + B_{403j} - B_{404j} + B_{405j} - B_{406j} + B_{407j} - B_{408j} + B_{409j} - B_{410j} + B_{411j} - B_{412j} + B_{413j} - B_{414j} + B_{415j} - B_{416j} + B_{417j} - B_{418j} + B_{419j} - B_{420j} + B_{421j} - B_{422j} + B_{423j} - B_{424j} + B_{425j} - B_{426j} + B_{427j} - B_{428j} + B_{429j} - B_{430j} + B_{431j} - B_{432j} + B_{433j} - B_{434j} + B_{435j} - B_{436j} + B_{437j} - B_{438j} + B_{439j} - B_{440j} + B_{441j} - B_{442j} + B_{443j} - B_{444j} + B_{445j} - B_{446j} + B_{447j} - B_{448j} + B_{449j} - B_{450j} + B_{451j} - B_{452j} + B_{453j} - B_{454j} + B_{455j} - B_{456j} + B_{457j} - B_{458j} + B_{459j} - B_{460j} + B_{461j} - B_{462j} + B_{463j} - B_{464j} + B_{465j} - B_{466j} + B_{467j} - B_{468j} + B_{469j} - B_{470j} + B_{471j} - B_{472j} + B_{473j} - B_{474j} + B_{475j} - B_{476j} + B_{477j} - B_{478j} + B_{479j} - B_{480j} + B_{481j} - B_{482j} + B_{483j} - B_{484j} + B_{485j} - B_{486j} + B_{487j} - B_{488j} + B_{489j} - B_{490j} + B_{491j} - B_{492j} + B_{493j} - B_{494j} + B_{495j} - B_{496j} + B_{497j} - B_{498j} + B_{499j} - B_{500j} + B_{501j} - B_{502j} + B_{503j} - B_{504j} + B_{505j} - B_{506j} + B_{507j} - B_{508j} + B_{509j} - B_{510j} + B_{511j} - B_{512j} + B_{513j} - B_{514j} + B_{515j} - B_{516j} + B_{517j} - B_{518j} + B_{519j} - B_{520j} + B_{521j} - B_{522j} + B_{523j} - B_{524j} + B$$

A j w A₁ (j > A

mso-symbol-font-family:Symbol">w) A₂(jw)...A_n(jw)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>y cada B(jw), A_i(jw) está dado por uno de los polinomios 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'>P₁jw)= (jw)ⁿ<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>P₂jw)= (jw)+a)n<o:p></o:p></p>

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

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

El Término

P₁w)w)^{n</o:p></o:p>}</p>

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

La magnitud de este término es:<o:p></o:p></p>

Luego el término a considerar es:<o:p></o:p></p>

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'>$\frac{12}{20}$ = 20 log w^{n}<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>para w = 0.1, este término es -20n db, par w = 1, su valor es de 0 db y para w = 10 su valor es 20n db. Es de notar que la función se incrementa 20 db por década.<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>El Término P₂(jw) = (jw^{ }+ a)ⁿ<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p><p class=MsoNormal>La magnitud de este término es:<o:p></o:p></p><p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>P₂<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'><span 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = (<span
 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'>w<sup><span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'>2</sup><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>+a²<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>^{n/2}<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoBodyText2><span lang=ES-TRAD style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial'>que<span lang=ES-TRAD style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial'> se puede expresar como:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>20 log <span
 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>H<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>j<span
 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'>w<span style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:black'><span 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'>½<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'> = 10n <span
 class=SpellE>log (<span 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'>w<sup><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>2</sup><span
 class=SpellE><span style='font-size:10.0pt;font-
 family:Arial;color:black'>+a²<span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><span
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
 family:Arial;color:blue'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:

Arial;color:blue'>es conveniente normalizar el argumento de esta funci´n por el par´metro a² para llegar a una funci´n de frecuencia normalizada variable U.</p></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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:30pt;height:27.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="grafbaderespamplit_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="_1247481329">

</o:OLEObject>

</xml><![endif]>>

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

<p class=MsoBodyText2>La funci´n a graficar ser´:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>20 log ½Hjw>½ = 10n log(1+u²) - 10 n log a²<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=left style='text-align:left'>Consideremos el t´rmino 10n log1+u²). Para U², este t´rmino es aproximadamente 10n log1) 0 cero db. Para U², este t´rmino llega a ser aproximadamente 10n log (U²), que es el mismo del

estudio anterior. El valor $u = 1$, se llama un punto de corte y en este valor de U , la magnitud es: $10 \log$ o 3ndb .

El T_{rmino} es:

$$T_{\text{rmino}} = \frac{2}{j} + j2 - \frac{2}{j} - \frac{2}{j} = 0$$

La magnitud de este T_{rmino} es:

$$|T_{\text{rmino}}| = \frac{1}{3}$$

$\frac{1}{2} = \left(\frac{1}{2} + 4 \right) - \frac{1}{2}$

La funció n a considerar és:

$20 \log H(j)$

$\frac{1}{2} = 10 \log \left[\left(\frac{1}{2} + 4 \right) - \frac{1}{2} \right]$

$$\frac{1}{10} \log \left(\frac{1}{10} \right) = -1 \text{ bit/symbol}$$

mso-symbol-font-family:Symbol">w_{n}^{2}- w^{2})²+ 4x^{2}w_{n}^{2}w^{2}]<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>De nuevo es conveniente normalizar el argumento dividiendo por el par´metro w_{n}^{4}, para obtener la funci´n de frecuencia normalizada U.<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:35.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="grafbaderespamplit_archivos/image007.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]--><![if !vml]>

font-family:Arial;color:blue'>. Para $U \leq 1$, este se aproxima a $10 \log(1) = 0$ db. Cuando $U > 1$, esta funci&ocute;n es aproximadamente $10 \log U^4$, que se grafica como una línea recta que se incrementa 40 db por década. Usando estas dos líneas como asíntotas de la curva de magnitud. Las asíntotas intersectan la frecuencia de corte $u = 1$. Las características exactas de la curva de magnitud para U en la regi&ocute;n de la frecuencia de corte dependen

del valor de x , que se denomina coeficiente de amortiguamiento.

2.57 ANALISIS SENOIDAL. GRAFICAS DE BODE PARA RESPUESTA DE FASE

```
<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="grafbaderespfase_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="grafbaderespfase_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="grafbaderespfase_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>GRAFICAS DE BODE PARA RESPUESTA DE FASE</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>3</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T18:54:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T18:54:00Z</o:LastSaved>
```

```

<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>104</o:Words>
<o:Characters>574</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>4</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>677</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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;}

```

```

-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>GRAFICAS DE BODE PARA RESPUESTA DE
FASE</span></b><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:red'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como se
discuti&ocute; anteriormente, la caracter&iacute;stica de fase:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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:99pt; height:30.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="grafbaderespfase_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="_1247481605">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>describe la fase de la respuesta de la red en estado estacionario senoidal relativa a la fase de la funci&ocute;n de manejo. Como se ha visto el numerador polinomial y el denominador de
 H(jw), B(jw) y A(jw), son productos de factores del tipo de la
 ecuaci&ocute;n<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>P₁jw)w)ⁿ<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>P2(j<span style='font-size:10.0pt;font-family:Symbol;mso-ascii-font-family:Arial;mso-hansi-font-family:Arial;

Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>jw) = A₁(jw)A₂(jw)....A_n(jw)<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>Bjw) = B₁(jw)B₂(jw)....B_n(jw)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Se ve claro que:<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:218.25pt;height:48.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

```

<v:imagedata src="grafbaderespfase_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="_1247481606">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
        <o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>donde</span></span><span 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
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:105.75pt;height:33pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="grafbaderespfase_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="_1247481607">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
        </span><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black'><span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>i = 1, 2,..., m</span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
        <p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>y</span></span><span 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
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:108.75pt;height:33pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="grafbaderespfase_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="_1247481609">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

```

```

        <span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span></span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i = 1, 2,..., n</span><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p></o:p></span></p>
    <p
        class=MsoNormal><span
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.58 TRANSFORMADA DE LAPLACE. INTRODUCCION

```

<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="transflaplace_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="transflaplace_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="transflaplace_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>TRANSFORMADA DE LAPLACE</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>HHMM</o:Author>
<o:Template>Normal</o:Template>
<o:LastAuthor>José Luis Pérez Silva</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>33</o:TotalTime>
<o:Created>2007-06-19T23:09:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-06-26T15:13:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>339</o:Words>
<o:Characters>1870</o:Characters>
<o:Company>CCADET, UNAM</o:Company>
<o:Lines>15</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2205</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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:imap v:ext="edit" data="1"/>
</o:shapelayout></xml><![endif]-->
</head>

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

<table width="786" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
| <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>TRANSFORMADA DE LAPLACE<o:p></o:p></p> <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p> <p class=MsoNormal>La transformada de Fourier de una funci´n f, es una representaci´n de la funci´n como una suma continua de funciones exponenciales 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'>Y = e^j</sup>^{w}^{t} <o:p></o:p></p> <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p> <p class=MsoNormal>donde w es una funci´n real. Esta interpretaci´n de la transformada de Fourier nos da una idea física de la transformaci´n matem´tica abstracta. La transformada de Laplace se puede visualizar como una extensi´n de la transformada de Fourier, en la cual se representa una funci´n f por una suma continua de funciones exponenciales 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'>Y = est</sup>^{w}^{t} <o:p></o:p></p> |

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025" DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358037">
 </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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:98.25pt;height:27.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="transflaplace_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_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358038">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Definiremos una funci´n a(t) como f(t) veces la funci´n e^{-jt} donde j es real: <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>a(t) = f(t) e^{-jt}</p>
 <p class=MsoNormal>La transformada de Fourier de a(t) 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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:216.75pt;height:33pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="transflaplace_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_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358039">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>

La ecuación anterior se puede escribir como:

$$y(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau$$

f(t) se puede expresar como:

$$f(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau$$

Ahora sea s una frecuencia compleja

+ s, luego se tiene que:

<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:44.25pt;height:30pt' o:ole=""><v:imagedata src="transflaplace_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_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358042">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal>y las ecuaciones<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:111.75pt;height:21pt' o:ole=""><v:imagedata src="transflaplace_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_i1031" DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358043">

</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_i1032" type="#_x0000_t75" style='width:128.25pt;height:27.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="transflaplace_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_i1032">

DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358044">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>son: <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:90.75pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="transflaplace_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_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358045">
</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_i1034" type="#_x0000_t75" style='width:93pt;height:35.25pt' o:ole="">
<v:imagedata src="transflaplace_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_i1034"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1244358046">
</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>Los límites de la integral anterior resultan de la sustitución de<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>s = s + jw.<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>Las ecuaciones<o:p></o:p></p>

Las dos formas de la transformada de Laplace de $f(t)$ se pueden obtener de la transformada de Fourier de $f(t)$ por la mera sustitución de s por $j\omega$, considerando a $f(t)$ absolutamente integrable.

Para funciones que poseen transformada de Fourier en el límite, se pueden evaluar las transformadas de Laplace directamente empleando $f(t)$ por e^{-st} .

Esto significa que la transformada de Laplace existe para muchas funciones que no tienen transformada de Fourier, esta es una de las ventajas principales de la transformada de Laplace, la habilidad de transformar funciones que no son absolutamente integrables.

2.59 TRANSFORMADA DE LAPLACE. INTRODUCCION. MARCO 4

<!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;

margin-left: 10px;

margin-top: 0px;

margin-right: 0px;

margin-bottom: 0px;

}

.style12 {

font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;

font-size: 10px;

}

a:link {

color: #993333;

text-decoration: none;

}

a:visited {

text-decoration: none;

color: #993333;

}

```

a:hover {
    text-decoration: none;
    color: #0000FF;
}
a:active {
    text-decoration: none;
    color: #FF0000;
}
.style14 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 10pt;
    color: #FFFFFF;
}
-->
</style></head>

<body>
<table width="786" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0">
  <tr>
    <td width="618"><span class="indicador style4 style12">P&aacute;gina Principal &gt; Curso de
Circuitos El&eacute;ctricos &gt; Transformada de Laplace </span></td>
    <td width="168"><div align="justify"><span class="style12"><a href=" ../cursocirelec.htm"
target="_parent">&lt;&lt; Regreso a la P&aacute;gina Principal</a> </span></div></td>
  </tr>
</table>
<table width="787" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" background=" ../figuras/figura2.gif">
  <tr>
    <td width="787"><div align="center"><span class="style14">TRANSFORMADA DE LAPLACE
</span></div></td>
  </tr>
</table>
<p>&nbsp;</p>
<p>&nbsp;</p>
<div align="left"></div>
<p>&nbsp;</p>
</body>
</html>

```

2.60 TRANSFORMADA DE LAPLACE. INTRODUCCION. MARCO 5

```

<!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: #C0C0C0;
}
.style1 {
    font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;

```

```

        font-size: 12px;
        font-weight: bold;
        color: #0000CC;
    }
    a:link {
        color: #990033;
        text-decoration: none;
    }
    a:visited {
        text-decoration: none;
        color: #990033;
    }
    a:hover {
        text-decoration: none;
        color: #0000FF;
    }
    a:active {
        text-decoration: none;
        color: #FF0000;
    }
    a {
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
        font-size: 12px;
    }
    .style14 {
        color: #FFFFFF;
        font-size: 10pt;
        font-family: Arial, Helvetica, sans-serif;
    }
    .style16 {color: #FFFFFF; font-size: 10pt; font-family: Arial, Helvetica, sans-serif; font-weight: bold; }
-->
</style>
</head>

<body>
<div align="center">
    <table width="169" height="20" border="0" cellpadding="0" cellspacing="0" bgcolor="#6699CC">
        <tr>
            <td bgcolor="#CC0000"><div align="center"><span class="style16">INDICE GENERAL
</span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="transflaplace.htm"
target="mainFrame">Transformada de Laplace</a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="aplictranslplacered.htm" target="mainFrame">Aplicaci&oacute;n a Redes </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="leyeskirchhof.htm"
target="mainFrame">Leyes de Kirchhoff </a></span></div></td>
        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="resistores.htm"
target="mainFrame"> Resistores </a></span></div></td>

```

```

</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="capacitores.htm"
target="mainFrame">Capacitores</a></span></div></td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="inductores.htm"
target="mainFrame">Inductores</a></span></div></td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="impedanciadmitancia.htm" target="mainFrame">Impedancia y Admitancia </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="functransfredes.htm"
target="mainFrame">Funci&ocute;n de Transferencia </a></span></div></td>
</tr>
<tr>
  <td bgcolor="#C0C0C0"><div align="center"><span class="style14"><a href="relacvarestado.htm"
target="mainFrame">Relaci&ocute;n con Variables</a></span></div></td>
</tr>
</table>
<p class="style1">&nbsp;</p>
</div>
</body>
</html>

```

2.61 TRANSFORMADA DE LAPLACE. APLICACION DE LA TRANSFORMADA DE LAPLACE A REDES

```

<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="aplictranslaplaced_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="aplictranslaplaced_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="aplictranslaplaced_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 LA TRANSFORMADA DE LAPLACE A REDES </title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>

```

```

<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>24</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T01:13:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T01:13:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>323</o:Words>
<o:Characters>1777</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>14</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2096</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    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;}
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;}
-->
</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
    style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>APLICACION DE LA TRANSFORMADA DE LAPLACE
    A REDES</span></b><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
    font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'>Para poder aplicar esta transformada debemos primero determinar como se van a considerar
    los elementos fundamentales de circuito en la notaci&oacute;n de transformada de
    Laplace.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
    color:blue'>Antes de aplicar esto, se debe de recordar que la transformada de Laplace s&oacute;lo es
    v&aacute;lida para circuitos lineales e invariantes en el tiempo. Consideremos el circuito RLC en serie de
    la figura.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
    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_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:106.5pt;
height:116.25pt'>
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>

<![endif]>
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Aplicando la LVK se tiene:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
FR'>V(</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black;mso-ansi-language:FR'>t) = V<sub>R</sub>(t) + V<sub>L</sub>(t) +
V<sub>C</sub>(t)</span><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
FR'><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Aplicando la LCK tenemos:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
FR'>i(</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black;mso-ansi-language:FR'>t) = <span class=SpellE>i<sub>R</sub></span>(t) + <span
class=SpellE>i<sub>L</sub></span>(t) = <span class=SpellE>i<sub>C</sub></span>(t) =
C</span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1025" type="#_x0000_t75" style='width:24pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_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_i1025"

```

DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418010">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Las relaciones de voltaje corriente para las ramas son:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>VR(t) = Ri(t) = RC<sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:24pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaced_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_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418011">
 </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'>VL(t) = L <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:23.25pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaced_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_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418012">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->

<span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:black;mso-ansi-language:ES-MX'> = LC
 <sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:29.25pt;height:30pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaced_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_i1028"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418013">
 </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><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue'>Sustituyendo V_R(t) de la
 ecuación<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
 FR'>VR(<span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:black;mso-ansi-language:FR'>t) = Ri(t) = RC<span lang=ES
 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:24pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaced_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_i1039"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418014">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <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><span lang=FR style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>y<span
 lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
 FR'> V_L(t) de la ecuación <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
 FR'>VL(<span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:black;mso-ansi-language:FR'>t) = L <span lang=ES 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:23.25pt;height:27pt' o:ole="" fillcolor="window">

```

<v:imagedata src="aplictranslaplacered_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_i1040"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418015">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    </span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:black;mso-ansi-language:FR'><span
style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>= LC </span><span lang=ES 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:29.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_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_i1041"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418016">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    </span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=FR style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:FR'>en</span></span><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
FR'> la <span class=SpellE>ecuaci&oacute;n</span><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:
FR'>V(</span></span><span lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:black;mso-ansi-language:FR'>t) = V<sub>R</sub>(t) + V<sub>L</sub>(t) +
V<sub>C</sub>(t)</span><span
lang=FR style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
FR'><o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>nos</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> da:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>LC <sub>
    <!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:29.25pt;height:30pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_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_i1029"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418017">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>+ RC <sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:24pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplaceder_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_i1030"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418018">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<span style='mso-spacerun:yes'>&nbsp;</span>+ V<sub>C</sub> = <span
class=GramE>V(</span>t)</span><span lang=ES 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
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:149.25pt;height:29.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplaceder_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="_1247418019">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>o</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se puede escribir de la forma:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=GramE><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V(</span></span><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = i(t)R + VC(0<sup>-</sup>)</span> + <sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75"
style='width:74.25pt;height:33.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplaceder_archivos/image015.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
<![if !vml]>
<img width=99 height=45

```



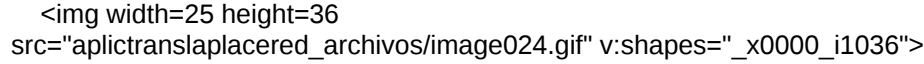
```

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1033"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418024">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
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:129pt;height:35.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslplacared_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="_1247418025">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'>y</span></span><span
lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
EN-GB'><span class=SpellE>tenemos</span></span><o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>V(s) = I(s<span
class=GramE>)R</span> + </span><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:black'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1035"
type="#_x0000_t75" style='width:36pt;height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslplacared_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="_1247418026">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
</span><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>+ </span><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:18.75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslplacared_archivos/image023.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->

```

<![if !vml]>
 v:shapes="_x0000_i1036">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418027">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'><span
style='mso-spacerun:yes'> + sLi(s) - Li(0<sup>-
</sup><span
lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
EN-GB'><o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Luego de la ecuación anterior tenemos que l(s) es:<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:185.25pt;height:42.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_archivos/image025.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>
 v:shapes="_x0000_i1037">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418029">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>La ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>V(s) = l(s<span
class=GramE>)R + <span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:black'><sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1045"
type="#_x0000_t75" style='width:36pt;height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="aplictranslaplacered_archivos/image021.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>-->
<![if !vml]>
 v:shapes="_x0000_i1045">
<![endif]>

</sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1045"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418030">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'+> <span lang=ES
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'><sub>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1046" type="#_x0000_t75" style='width:18.75pt;height:27pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaceder_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_i1046"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418031">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'><span
 style='mso-spacerun:yes'> + sLi(s) - Li(0<sup>-
 </sup>)<span
 lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
 EN-GB'><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
 color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>representa<span lang=ES
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> una soluci&ocute;n para la transformada de la
 funci&ocute;n deseada. Conociendo V(s), podemos resolver para <span
 class=GramE>i(t), obteniendo directamente del circuito la
 ecuaci&ocute;n<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
 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:185.25pt;height:42.75pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="aplictranslaplaceder_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_i1047"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247418032">
 </o:OLEObject>

```

</xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>sin</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> tener que escribir la ecuaci&oacute;n <span
class=SpellE>integrodiferencial</span> primero. Para esto necesitamos examinar las LVK y la LCK y las
relaciones voltaje corriente para R, L, C y determinar su representaci&oacute;n bajo la transformada de
Laplace.<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.62 TRANSFORMADA DE LAPLACE. LEYES DE KIRCHHOFF

```

<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="leyeskirchof_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="leyeskirchof_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>LEYES DE KIRCHHOFF</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>2</o:Revision>
<o:TotalTime>14</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T01:27:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T01:27:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>99</o:Words>
<o:Characters>550</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>4</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>

```

```

<o:CharactersWithSpaces>648</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    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;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-bidi-font-weight:normal;}

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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>LEYES DE KIRCHHOFF</span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Estas leyes de voltaje y corriente representan relaciones lineales en variables de voltaje y de
corriente de una red el&eacute;ctrica. La transformada de Laplace preserva estas relaciones lineales. Por
ejemplo en la red de la figura<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
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:149.25pt;
height:84pt'>
  <v:imagedata src="leyeskirchof_archivos/image001.png" o:title=""/>
</v:shape><![endif]-->
  <![if !vml]>
    
  <![endif]>
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>la</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> aplicaci&oacute;n de las leyes de Kirchhoff nos da las siguientes
relaciones:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V(</span></span><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = V<sub>1</sub>(t) + V<sub>2</sub>(t)
<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>0 = V<sub>2</sub>(s) -
V<sub>3</sub>(s)<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Tomando la transformada de Laplace a ambos lados de la ecuaci&oacute;n anterior
tenemos:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>V(s) = V<sub>1</sub>(s) +
V<sub>2</sub>(s)<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black;mso-ansi-language:EN-GB'>0 = V<sub>2</sub>(s) -
V<sub>3</sub>(s)<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Ahora derivaremos de esto las relaciones voltaje corriente para las ramas que son:
Resistores, Capacitores, e Inductores lineales e invariantes en el tiempo.<o:p></o:p></span></p>

```

```

    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
  </div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.63 TRANSFORMADA DE LAPLACE. RESISTORES

```

<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="resistores_archivos/filelist.xml">
<title>RESISTORES</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
  <o:DocumentProperties>
    <o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
    <o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
    <o:Revision>2</o:Revision>
    <o:TotalTime>3</o:TotalTime>
    <o:Created>2007-08-01T01:30:00Z</o:Created>
    <o:LastSaved>2007-08-01T01:30:00Z</o:LastSaved>
    <o:Pages>1</o:Pages>
    <o:Words>60</o:Words>
    <o:Characters>331</o:Characters>
    <o:Company>CI UNAM</o:Company>
    <o:Lines>2</o:Lines>
    <o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>
    <o:CharactersWithSpaces>390</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
    <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
    <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
    <w:Compatibility>
      <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
      <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
      <w:AlignTablesRowByRow/>
      <w:ForgetLastTabAlignment/>
      <w:LayoutRawTableWidth/>
      <w:LayoutTableRowsApart/>
      <w:UseWord97LineBreakingRules/>
    </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;
    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;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    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: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;}

-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>RESISTORES</span></b></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Los elementos resistivos est&aacute;n especificados por su relaci&oacute;n voltaje
corriente:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES 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 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>VR</span></span><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) = <span
class=SpellE>Ri<sub>R</sub></span>(t)<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>o</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> de otra forma:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span class=SpellE><span
class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>i<sub>R</sub></span></span><span
class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>(</span></span><span
lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>t) =
GV<sub>R</sub>(t)<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>que</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> se transforma en la ecuaci&oacute;n:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>V<sub>R</sub>(s) =
RI<sub>R</sub>(s)<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
font-family:Arial;color:blue'>o</span></span><span lang=ES style='font-size:
10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> de la forma:<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>I<sub>R</sub>(s) =
GV<sub>R</sub>(s)<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Comparando las ecuaciones<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=EN-GB

```

V_R(s) = RI_R(s)<o:p></o:p></p>

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

I_R(s) = GV_R(s)<o:p></o:p></p>

 </o:p></p>

vemos que la constante R describe completamente la relaci&ocute;n entre las transformadas del voltaje y la corriente.<o:p></o:p></p>

 </o:p></p>

2.64 TRANSFORMADA DE LAPLACE. CAPACITORES

```
<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="capacitores_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="capacitores_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="capacitores_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>CAPACITORES</title>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:DocumentProperties>
<o:Author>José Luis Pérez Silva</o:Author>
<o:LastAuthor>HHMM</o:LastAuthor>
<o:Revision>4</o:Revision>
<o:TotalTime>11</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T01:34:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T01:41:00Z</o:LastSaved>
```

```

<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>194</o:Words>
<o:Characters>1071</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>8</o:Lines>
<o:Paragraphs>2</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>1263</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
    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;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
        color:red;
        mso-font-kerining:0pt;
        mso-ansi-language:ES-TRAD;
        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: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;}
-->
</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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>CAPACITORES</span></b></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;
color:blue'>Los elementos capacitivos est&aacute;n descritos por la relaci&oacute;n del
tiempo:<o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span lang=ES 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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><span>

```

style='position:relative;top:14.0pt;mso-text-raise:-14.0pt'>
 <!--[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:129.75pt;
 height:33pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="capacitores_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_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247419655">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span lang=ES style='font-size:10.0pt;
 font-family:Arial;color:blue'>o<span lang=ES style='font-size:
 10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> de la forma:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span lang=ES
 style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><sub><span
 style='position:relative;top:11.0pt;mso-text-raise:-11.0pt'>
 <!--[if gte vml 1]><v:shape
 id="_x0000_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:27.75pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="capacitores_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_i1027"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247419656">
 </o:OLEObject>

</xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>tomando la transformada de la ecuación anterior tenemos:<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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="capacitores_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_i1026" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247419657">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>o tomando la transformada 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_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="capacitores_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_i1028" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247419658">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <span lang=EN-GB style='font-size:10.0pt;font-family:

Arial;color:blue;mso-ansi-language:EN-GB'><o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I_C(s) = sC_C(s) - CV_C(0</p><o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Como se ve, el elemento capacitivo que estaba descrito por una ecuación diferencial o integral en el tiempo dependiendo si es corriente o voltaje, al transformarla se convierte en una ecuación algebraica. El parámetro 1/sC y la condición inicial VC(0-), describen por completo al elemento capacitivo después de la transformada. Como se puede ver si comparamos 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_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:119.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="capacitores_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_i1029" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247419659">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>con la ecuación<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>I_R(s) = GV_R(s)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>1/sC es similar al parámetro R en describir la relación entre la transformada para el voltaje y la corriente. Por esta razón al

parámetro $1/sC$ se le llama impedancia capacitiva compleja de los elementos capacitivos. Al inverso de este parámetro sC se le llama la admitancia capacitiva compleja. La relación expresada en la ecuación

$$Z_C = \frac{1}{sC}$$

donde Z_C es la impedancia capacitiva compleja, s es la variable compleja de Laplace y C es la capacitancia.

La transformada de Laplace de un elemento capacitivo está representada por una reactancia compleja de valor $1/sC$ en serie con una fuente de voltaje de valor $V_C(0^-)$.

La transformada de Laplace de un elemento inductivo está representada por una reactancia compleja de valor sL en serie con una fuente de voltaje de valor $V_L(0^-)$.

La transformada de Laplace de un elemento inductivo está representada por una reactancia compleja de valor sL en serie con una fuente de voltaje de valor $V_L(0^-)$.

2.65 TRANSFORMADA DE LAPLACE. INDUCTORES

<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="inductores_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="inductores_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="inductores_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>INDUCTORES</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>22</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-08-01T13:04:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-08-01T13:04:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>281</o:Words>
  <o:Characters>1550</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>12</o:Lines>
  <o:Paragraphs>3</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>1828</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;
        font-size:12.0pt;
        mso-bidi-font-size:10.0pt;
        font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-font-family:"Times New Roman";
        mso-fareast-language:ES-MX;}

h1
    {mso-style-next:Normal;
    margin:0cm;
    margin-bottom:.0001pt;
    text-align:justify;
    mso-pagination:none;
    page-break-after:avoid;
    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:"Times New Roman";
    color:red;
    mso-font-kerning:0pt;
    mso-ansi-language:ES-TRAD;
    mso-fareast-language:ES-MX;
    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: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;}

-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>INDUCTORES</span></b></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Un elemento inductivo
est&aacute; descrito por la relaci&oacute;n voltaje corriente:<o:p></o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal><span 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
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:60pt;
height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="inductores_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="_1247460618">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
      <o:p></o:p></span></p>
    </td>
  </tr>
</table>

```

<p class=MsoNormal>o por 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:120.75pt;height:33.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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="_1247460619">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>que si aplicamos la transformada de Laplace tenemos:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V_L(s) = sLi(s) - Li_L(0⁻<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>y por la otra relación:<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:110.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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="_1247460620">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>Comparando las ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>V_L(s) = sL(s) - Li_L(0⁻<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_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:110.25pt;height:30pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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="_1247460621">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal>con las ecuaciones<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:60pt;height:27.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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="_1247460622">

</o:OLEObject>

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

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

<p class=MsoNormal><span 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'><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1030" type="#_x0000_t75" style='width:120.75pt;height:33.75pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460623">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>se ve que el parámetro sL para el elemento inductivo es equivalente al parámetro 1/sC para el elemento capacitivo. Luego sL recibe el nombre de impedancia Inductiva compleja.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Para mostrar la aplicación de esto, transformaremos el circuito en serie RLC de 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_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:111.75pt;height:113.25pt'>

<v:imagedata src="inductores_archivos/image007.png" o:title="">

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

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>y obtendremos una expresión para la transformada de Laplace de i(t).<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Reemplazando cada elemento en la red por su equivalente transformada, la representación nos da el circuito de la figura.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1037" type="#_x0000_t75" style=width:166.5pt;height:123pt><v:imagedata src="inductores_archivos/image009.png" o:title=""/></v:shape><![endif]><!--[if !vml]><![endif]><o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue><o:p> </o:p></p>

<p class=MsoNormal>Nótese que las condiciones iniciales se han sustituido por fuentes de voltaje. Si aplicamos la LVK a la red transformada obtenemos:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black><sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1031" type="#_x0000_t75" style=width:18pt;height:27.75pt o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="inductores_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="_1247460624"></o:OLEObject></xml><![endif]> + <sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1032" type="#_x0000_t75" style=width:36pt;height:27.75pt o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="inductores_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="_1247460625"></o:OLEObject></xml><![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>Resolviendo para I(s), tenemos:<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:180.75pt;height:42pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="inductores_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_i1033" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460626">

</o:OLEObject>

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

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

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

<p class=MsoNormal>que es el mismo resultado obtenido con anterioridad.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Resolveremos el circuito de 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_i1039" type="#_x0000_t75" style='width:166.5pt;height:123pt'>

<v:imagedata src="inductores_archivos/image009.png" o:title="">

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

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>pero para conocer su respuesta a un pulso escal&ocute;n unitario, bajo condiciones iniciales cero.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Empleando el desarrollo para I(s) en el caso anterior, hacemos que <span

class=GramE> L

class=GramE> $(0 ⁰ ⁻)$ = $V _C(0 ⁰ ⁻)$ y $V(s) = 1/s$, que es la transformada del escalón unitario y se obtiene:

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

$\int_0^\infty e^{-st} f(t) dt = F(s)$

donde s_1 y s_2 están dados por:

$s_1 = -\alpha \pm j\omega_d$

$s_2 = -\alpha \pm j\omega_d$

$s_1 = -\alpha \pm j\omega_d$

$s_2 = -\alpha \pm j\omega_d$

$s_1 = -\alpha \pm j\omega_d$

$s_2 = -\alpha \pm j\omega_d$

para

el caso en que $s_1 = -\alpha \pm j\omega_d$

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'> s₂, se emplea la expansión en fracciones parciales para obtener:<o:p></o:p></p>

<sub>

```
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:126.75pt;height:44.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="inductores_archivos/image021.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]></pre>
```

```
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
```

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1038"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460629">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>Cuando
s₁ = s₂, tenemos:<o:p></o:p></p>

<sub>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1040" type="#_x0000_t75" style='width:65.25pt;height:42.75pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="inductores_archivos/image023.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif]>

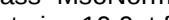
```
<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
```

<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1040"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460630">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->

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

Para cualquiera de estos casos, la respuesta escalar es dada como la transformada inversa de Laplace:

_{}

```

<![if !vml]>

<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1041"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460631">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style='font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>o</span></span><span 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
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:75pt;height:27pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="inductores_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_i1042"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247460632">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]>-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.66 TRANSFORMADA DE LAPLACE. IMPEDANCIA Y ADMITANCIA

```

<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="impedanciadmitancia_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="impedanciadmitancia_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="impedanciadmitancia_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>IMPEDANCIA Y ADMITANCIA</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>27</o:TotalTime>
  <o:Created>2007-08-01T13:31:00Z</o:Created>
  <o:LastSaved>2007-08-01T13:31:00Z</o:LastSaved>
  <o:Pages>1</o:Pages>
  <o:Words>379</o:Words>
  <o:Characters>2085</o:Characters>
  <o:Company>CI UNAM</o:Company>
  <o:Lines>17</o:Lines>
  <o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
  <o:CharactersWithSpaces>2460</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
  <w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
  <w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
  <w:Compatibility>
    <w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
    <w:ShapeLayoutLikeWW8/>
    <w:AlignTablesRowByRow/>
    <w:ForgetLastTabAlignment/>
    <w:LayoutRawTableWidth/>
    <w:LayoutTableRowsApart/>
    <w:UseWord97LineBreakingRules/>
  </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;

```

```

font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
h1
{mso-style-next:Normal;
margin:0cm;
margin-bottom:.0001pt;
text-align:justify;
mso-pagination:none;
page-break-after:avoid;
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:"Times New Roman";
color:red;
mso-font-kerning:0pt;
mso-ansi-language:ES-TRAD;
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: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;}
-->
</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'>

<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
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>IMPEDANCIA
ADMITANCIA</span></b></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>La aplicaci&oacute;n
de la transformada de Laplace permite una generalizaci&oacute;n de los conceptos de circuitos resistivos
a circuitos RLC, ya que la transformaci&oacute;n establece relaciones matem&aacute;ticas algebraicas
entre las transformadas de voltaje y corriente.</span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
      <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En un circuito RLC en
serie, encontramos que la transformada de la respuesta de la corriente era de la
forma:</span></p>
      <p class=MsoNormal><span 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
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:188.25pt;
height:30.75pt' o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="impedanciadmitancia_archivos/image001.wmz" o:title="">
</v:shape><![endif]-->
        <![if !vml]>
          
        <![endif]>
      </sub>
    <!--[if gte mso 9]><xml>
<OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247462290">

```

</o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>En condiciones
 iniciales cero y definiendo:<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_i1026" type="#_x0000_t75" style=width:119.25pt;height:29.25pt
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="impedanciadmitancia_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="_1247462291">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Se puede describir 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_i1027" type="#_x0000_t75" style=width:188.25pt;height:30.75pt
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="impedanciadmitancia_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="_1247462292">
 </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;mso-ansi-language:ES-TRAD>como<span
 lang=EN-GB style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue;mso-ansi-language:
 EN-GB><o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style=text-align:center><span lang=EN-GB

Todas las condiciones iniciales son cero. Aplicando la LVK se tiene:

$$V(s) = I(s) + \frac{1}{s} \left(-I(s) + 2 \frac{1}{s} I(s) \right)$$

$$0 = -I(s) + 2 \frac{1}{s} I(s) + \frac{1}{s} I(s)$$

Combinando estas dos ecuaciones por eliminaci&ocute;n de $\frac{1}{s} I(s)$:

$$0 = -I(s) + 2 \frac{1}{s} I(s) + \frac{1}{s} I(s)$$

EN-GB

EN-GB



$$Z(s) = j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

Podemos también calcular $Z(s)$ por combinación sucesiva de impedancias en serie y en paralelo.

Podemos también calcular $Z(s)$ por combinación sucesiva de impedancias en serie y en paralelo.

La impedancia equivalente de un capacitor y un inductor en serie es:

$$Z(s) = j\omega L + \frac{1}{j\omega C}$$

La impedancia equivalente del inductor restante en paralelo con $Z(s)$ es:

$$Z(s) = \frac{j\omega L \cdot \frac{1}{j\omega C}}{j\omega L + \frac{1}{j\omega C}}$$

<sub>

<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1033" type="#_x0000_t75" style='width:138pt;height:44.25pt' o:ole=""
fillcolor="window">
<v:imagedata src="impedanciadmitancia_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="_1247462297">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Por ultimo la
combinacién en serie del resistor con Z_1 e Z_2 (s) nos
da:<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:156.75pt;height:29.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="impedanciadmitancia_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_i1031"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247462298">
</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>Se puede
también definir la funcién admitancia $Y(s)$ como la razén de la transformada de la
respuesta en corriente, a la transformada de la fuente de voltaje bajo condiciones iniciales cero. Por
ejemplo: considérese la transformada del circuito RLC en paralelo con condiciones iniciales cero
de la figura:<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'>
<!--[if gte vml 1]><v:shape
id="_x0000_i1038" type="#_x0000_t75" style='width:139.5pt;height:81pt'>
<v:imagedata src="impedanciadmitancia_archivos/image021.png" o:title=""/>

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

 <![endif]>
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Aplicando la LCK tenemos<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:141pt;height:27.75pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="impedanciadmitancia_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_i1034"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247462299">
 </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 definici&ocute;n de admitancia equivalente de la red es la raz&ocute;n de la transformada de la corriente a la transformada del voltaje. De la ecuaci&ocute;n anterior 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_i1035" type="#_x0000_t75" style='width:120pt;height:29.25pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="impedanciadmitancia_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_i1035"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247462300">

```

</o:OLEObject>
</xml><![endif]-->
    <o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue">N&oacute;tese que en este caso las admitancias en paralelo se suman para encontrar la admitancia equivalente.</o:p></o:p></span></p>
    <p class=MsoNormal><span style="font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue"><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

2.67 TRANSFORMADA DE LAPLACE. FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE REDES

```

<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="functransfredes_archivos/filelist.xml">
<link rel=Edit-Time-Data href="functransfredes_archivos/editdata.mso">
<link rel=OLE-Object-Data href="functransfredes_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>FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE REDES </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>10</o:TotalTime>
<o:Created>2007-08-01T13:40:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T13:40:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>122</o:Words>
<o:Characters>676</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>5</o:Lines>
<o:Paragraphs>1</o:Paragraphs>

```

```

<o:CharactersWithSpaces>797</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
    font-size:12.0pt;
    mso-bidi-font-size:10.0pt;
    font-family:"Times New Roman";
    mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}
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;}
-->
</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'>

```

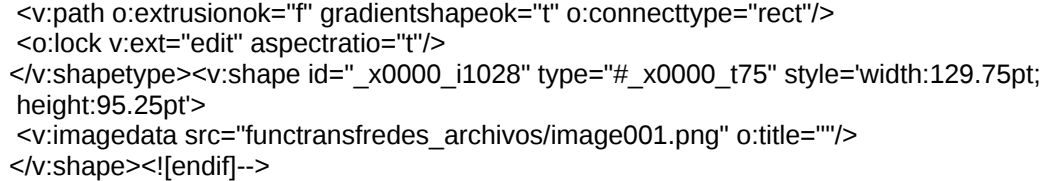
```

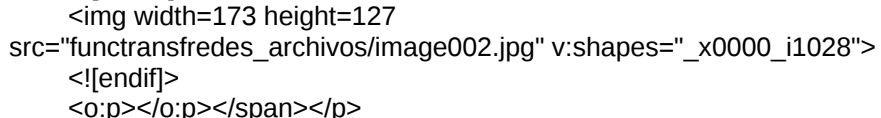
<table width="785" border="0" cellspacing="0" cellpadding="10">
<tr>
<td><div class=Section1>
<p class=MsoNormal><b style='mso-bidi-font-weight:normal'><span
style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'>FUNCIONES DE TRANSFERENCIA DE
REDES</span></b><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:red'> <o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>En suma a los
conceptos de impedancia y admitancia se tiene otra funci&ocute;n de gran inter&eacute;s en el
an&aacute;lisis de redes. Esta funci&ocute;n es la funci&ocute;n de transferencia para el voltaje
denotada por HV(s) y definida como la raz&ocute;n de la transformada del voltaje de salida, a la
transformada del voltaje de entrada bajo condiciones iniciales cero. De la misma forma, la raz&ocute;n
de la transformada de Laplace de la corriente de salida se llama funci&ocute;n de transferencia de
corriente y se denota por <span class=SpellE>H<sub>I</sub></span>(s).<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Como un ejemplo
calcularemos la funci&ocute;n de transferencia para voltaje del circuito de la
figura.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span 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
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"/>

```

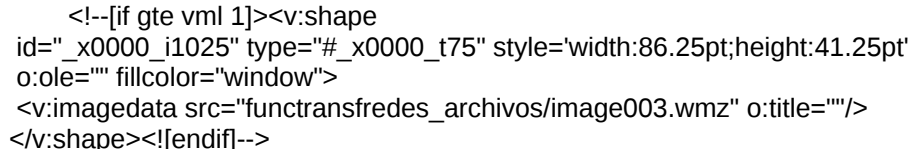
$$\prod_{i=1}^7 21600 \text{ pixelHeight}$$

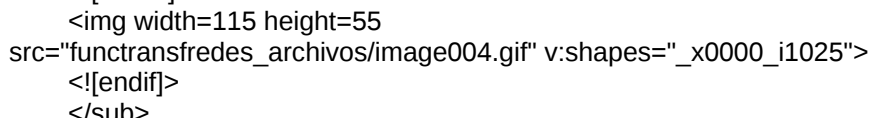
$$\sum_{i=1}^{10} 21600 \cdot 0$$



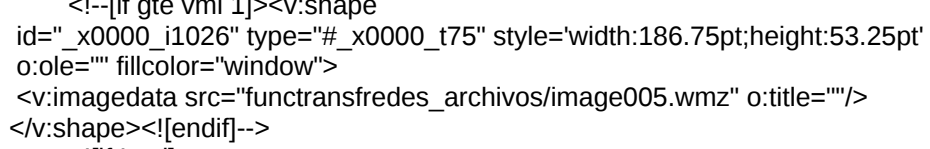


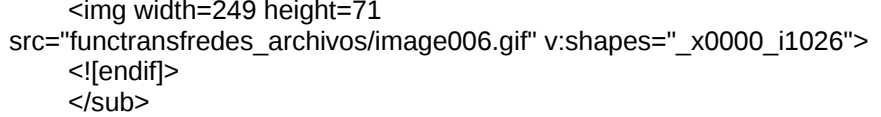
La corriente $I(s)$ esta dada por:





$$y = \frac{V}{s^2 + 2s} = \frac{V}{s(s+2)}$$





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

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

<p class=MsoNormal>y la función de transferencia de voltaje para la red 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_i1027" type="#_x0000_t75" style=width:134.25pt;height:53.25pt' o:ole="" fillcolor="window">

<v:imagedata src="funcntransfredes_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="_1247462814">

</o:OLEObject>

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

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

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

</div></td>

</tr>

</table>

</body>

</html>

2.68 TRANSFORMADA DE LAPLACE. RELACION CON VARIABLE DE ESTADO

<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="relacvarestado_archivos/filelist.xml">

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

<link rel=OLE-Object-Data href="relacvarestado_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>RELACION CON VARIABLE DE ESTADO</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>3</o:Revision>
<o:TotalTime>154</o:TotalTime>
<o:LastPrinted>2000-10-02T23:41:00Z</o:LastPrinted>
<o:Created>2007-08-01T16:05:00Z</o:Created>
<o:LastSaved>2007-08-01T16:15:00Z</o:LastSaved>
<o:Pages>1</o:Pages>
<o:Words>367</o:Words>
<o:Characters>2020</o:Characters>
<o:Company>CI UNAM</o:Company>
<o:Lines>16</o:Lines>
<o:Paragraphs>4</o:Paragraphs>
<o:CharactersWithSpaces>2383</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:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>0</w:DisplayHorizontalDrawingGridEvery>
<w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>0</w:DisplayVerticalDrawingGridEvery>
<w:UseMarginsForDrawingGridOrigin/>
<w:Compatibility>
<w:FootnoteLayoutLikeWW8/>
<w:ShapeLayoutLikeWW8/>
<w:AlignTablesRowByRow/>
<w:ForgetLastTabAlignment/>
<w:LayoutRawTableWidth/>
<w:LayoutTableRowsApart/>
<w:UseWord97LineBreakingRules/>
</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;
font-size:12.0pt;
mso-bidi-font-size:10.0pt;
font-family:"Times New Roman";
mso-fareast-font-family:"Times New Roman";}

```

h1

```

        {mso-style-next:Normal;
        margin:0cm;
        margin-bottom:.0001pt;
        text-align:justify;
        mso-pagination:none;
        page-break-after:avoid;
        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:"Times New Roman";
        color:red;
        mso-font-kerning:0pt;
        mso-ansi-language:ES-TRAD;
        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: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;}
-->
</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>

```


<![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1025"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472100">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>donde <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(t) es un n-vector y <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>U(t) es un m-vector. <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A es una matriz de n ´ n y <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>B es otra matriz de n ´ m.<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
 <p class=MsoNormal>Si tomamos la transformada de Laplace 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_i1026" type="#_x0000_t75" style='width:87.75pt;height:17.25pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="relacvareestado_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_i1026"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472101">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif]>-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>tenemos<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span

class=GramE>s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(s) - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0) = <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>AX(s) + <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>BU(s)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>donde la transformada de Laplace de un vector es simplemente la transformada de cada uno de sus componentes. Resolviendo para <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(s):<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(s) = [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0) + [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹ <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>BU(s)<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal>como se vio, la solución a 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_i1027" type="#_x0000_t75" style='width:87.75pt;height:17.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="relacvarestado_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_i1027" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472102">

</o:OLEObject>

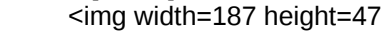
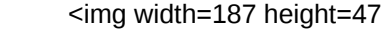
</xml><![endif]>>

<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_i1028" type="#_x0000_t75" style='width:140.25pt;height:35.25pt'

o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image030.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>
 width=187 height=47
src="relacvarestado_archivos/image006.gif" v:shapes="_x0000_i1028">
<![endif]>
</sub>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1028"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472103">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>tanto la ecuación<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(s) = [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X0) + [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹ <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>BU(s)<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal>como 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_i1029" type="#_x0000_t75" style='width:140.25pt;height:35.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image031.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>
 width=187 height=47
src="relacvarestado_archivos/image006.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="_1247472104">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></p>
<p class=MsoNormal><o:p> </o:p></p>
<p class=MsoNormal>deben de valer para todos los valores de U(t) en particular para U(t) = 0. Luego bajo condiciones de entrada cero, tenemos 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'><b style='mso-bidi-font-weight:

normal'>X(s) = [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0) + [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹ <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>BU(s)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(s) = [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹ <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>De la ecuación<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:140.25pt;height:35.25pt' o:ole="" fillcolor="window"><v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image032.wmz" o:title=""></v:shape><![endif]--><![if !vml]><![endif]>}</p>

<!--[if gte mso 9]><xml><o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1030" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472105"></o:OLEObject></xml><![endif]--><o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X() = e<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>^A^t <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>De la ecuación<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X() = e<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>^A^t <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

style='font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:black'>(s) = [s<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹ <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>tenemos después de la transformada inversa lo siguiente:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(t) = L⁻¹[<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A⁻¹]<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Si las ecuaciones<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(t) = e<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>^A^t <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(t) = L⁻¹[<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A⁻¹]<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>X(0)<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>valen para todos los valores de las condiciones iniciales X(0), debemos de tener:<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>e<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>^A^t = L⁻¹[<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>I - <b style='mso-bidi-font-weight:normal'>A]⁻¹]X(0)</p>

Arial;color:blue'><o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Luego la transformada de Laplace nos da un método para calcular la matriz e<b style='mso-bidi-font-weight:normal'>^A^t. <o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Consideremos el circuito de 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_i1031" type="#_x0000_t75" style='width:156pt;height:91.5pt'><v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image009.png" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

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

<p class=MsoNormal>Aplicando los métodos de variables de estado escogemos i_L(t) y V_C(t) como variables de estado.<o:p></o:p></p>

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

<p class=MsoNormal>Aplicando las LVK y LCK tenemos:<o:p></o:p></p>

<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'>

<!--[if gte vml 1]><v:shape id="_x0000_i1036" type="#_x0000_t75" style='width:123pt;height:27.75pt' o:ole=""><v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image033.wmz" o:title=""/></v:shape><![endif]-->

<![if !vml]>

<![endif]>

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

<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1036" DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472106">

</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_i1037"
 type="#_x0000_t75" style='width:62.25pt;height:27.75pt' o:ole="">
 <v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image035.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif-->
 <![if !vml]>

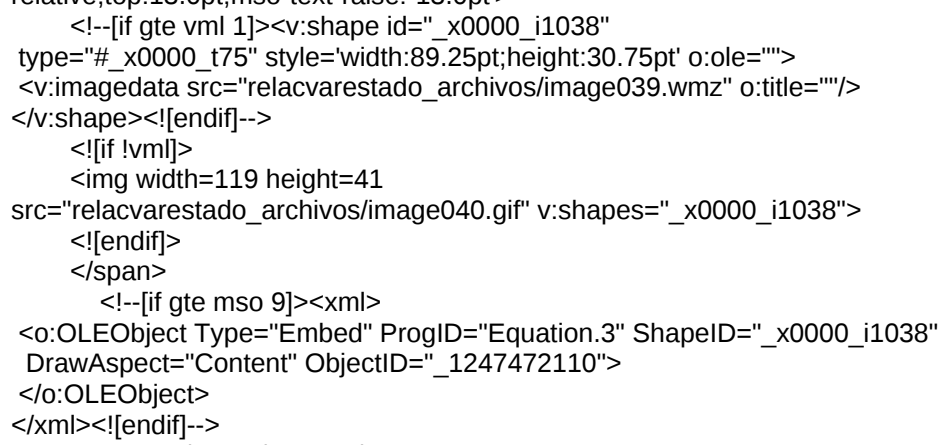
 <![endif]>

 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1037"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472107">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal><span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'>que<span style='font-size:10.0pt;font-family:
 Arial;color:blue'> en forma de matriz es:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 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:204pt;height:33pt' o:ole=""
 fillcolor="window">
 <v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image037.wmz" o:title=""/>
 </v:shape><![endif-->
 <![if !vml]>

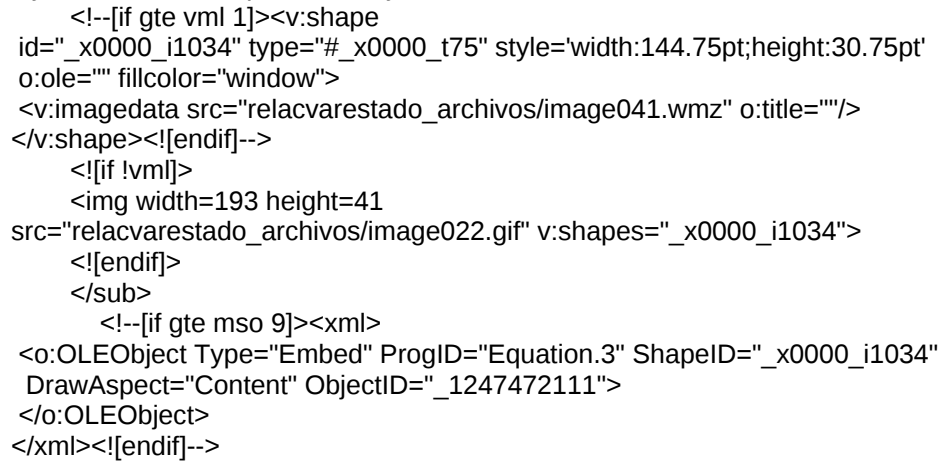
 <![endif]>
 </sub>
 <!--[if gte mso 9]><xml>
 <o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1032"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472108">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal>La matriz <b
 style='mso-bidi-font-weight:normal'>A es luego:<o:p></o:p></p>
 <p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
 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:143.25pt;height:30.75pt'
 o:ole="" fillcolor="window">
 <v:imagedata src="relacvarestado_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_i1033"
 DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472109">
 </o:OLEObject>
 </xml><![endif-->
 <o:p></o:p></p>

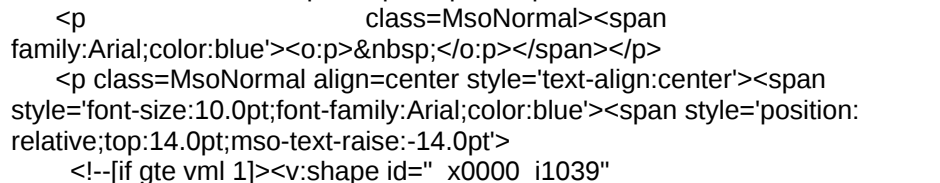
Usaremos la transformada de Laplace para encontrar ^At. Primero calcularemos:



Calculando la inversa:



Luego calculando la transformada inversa:



```

type="#_x0000_t75" style='width:215.25pt;height:33pt' o:ole="">
<v:imagedata src="relacvarestado_archivos/image042.wmz" o:title=""/>
</v:shape><![endif-->
<![if !vml]>

<![endif]>
</span>
<!--[if gte mso 9]><xml>
<o:OLEObject Type="Embed" ProgID="Equation.3" ShapeID="_x0000_i1039"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472112">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-family:Arial;color:blue'>Luego podemos
emplear la ecuaci&oacute;n<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal align=center style='text-align:center'><span
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:143.25pt;height:35.25pt'
o:ole="" fillcolor="window">
<v:imagedata src="relacvarestado_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_i1035"
DrawAspect="Content" ObjectID="_1247472113">
</o:OLEObject>
</xml><![endif-->
<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span class=GramE><span style=font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'>para</span></span><span style=font-size:10.0pt;font-family:
Arial;color:blue'> obtener la soluci&oacute;n para <span class=SpellE>i<sub>L</sub></span> y
V<sub>C</sub>.<o:p></o:p></span></p>
<p class=MsoNormal><span style=font-size:10.0pt;font-
family:Arial;color:blue'><o:p>&nbsp;</o:p></span></p>
</div></td>
</tr>
</table>
</body>

</html>

```

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 circuitos eléctricos como también ha sido un apoyo al curso de Física Electrónica.

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 empleando 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.