



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



REPORTE TÉCNICO

DISEÑO DE UNA MESA INTERACTIVA DE TRABAJO DEL TIPO PUNTO A PUNTO SIN CONTACTO.

Antonio Martín Garcés Madrigal.

José Luis Pérez Silva

Mayo de 2011

ÍNDICE

	Introducción	4
1	Diseño de una mesa de trabajo interactiva de tipo punto a punto sin contacto	5
2	Superficie interactiva (Mesa)	7
3	Objetos de la mesa	9
4	Ubicación espacial de los objetos	10
5	Detección acústica de los objetos sobre la mesa interactiva	12
6	Circuito de detección acústica	13
7	Protocolo de comunicación	15
8	Circuitos propuestos.	15
9	Depuración de los datos transmitidos a la PC	17
10	Conclusiones	18
11	Apéndices	19
11.1	Código de los programas	19
11.2	Hojas de especificaciones	30

RESUMEN

En el campo de la educación se buscan modelos que ayuden a mejorar los métodos de enseñanza utilizados en las aulas. Las herramientas utilizadas para este fin son entre otros la informática, los multimedia y la computación. La nueva metodología que se desea obtener debe brindar una mejora en el grado y velocidad de asimilación de los conocimientos y habilidades impartidas; la sociedad debe asumir de mejor manera la necesidad de educar a más individuos en más etapas y por periodos más prolongados, desde la educación básica hasta la actualización y la capacitación continua.

En el campo de la educación se buscan modelos que ayuden a mejorar los métodos de enseñanza utilizados en las aulas. Las herramientas utilizadas para este fin son entre otros la informática, los multimedia y la computación.

Uno de estos frentes de batalla se da en la búsqueda de equipos que formen parte de un nuevo modelo de aula educativa. El anterior modelo de salón de clases con pizarrón y escritorios, carece de elementos que permitan poner en contacto al estudiante con nuevos requerimientos que la ciencia, la tecnología los medios de producción y de comunicación le imponen a la enseñanza y a la comunicación.

En este reporte presentamos el diseño de un nuevo modelo de escritorio, o mesa de trabajo, donde los alumnos puedan repetir experiencias y comunicarse con mayor efectividad con la colectividad. El reporte está compuesto por toda la información que se requiere para poder reproducir esta mesa de trabajo de punto a punto sin contacto en el CCADET, ya que el prototipo está patrocinado por él. De esta forma se presentara la superficie interactiva, los objetos de la mesa, la ubicación espacial de los objetos, la detección acústica de los objetos sobre la mesa, los circuitos electrónicos y los programas de cómputo necesarios para su operación.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de contar con nuevas herramientas que impacten de mejor forma los procesos de enseñanza-aprendizaje y motiva el continuo desarrollo de nuevos equipos didácticos con un enfoque a modelos mixtos, donde se combinan elementos didácticos ya probados y con un cierto grado de efectividad, con nuevas propuestas que buscan llegar al estudiante tanto en el incremento del impacto educativo como en la motivación y autonomía en el proceso de aprendizaje.

En el campo de la educación se buscan modelos que ayuden a mejorar los métodos de enseñanza utilizados en las aulas. Las herramientas utilizadas para este fin son entre otros la informática, los multimedios y la computación. La nueva metodología que se desea obtener debe brindar una mejora en el grado y velocidad de asimilación de los conocimientos y habilidades impartidas; la sociedad debe asumir de mejor manera la necesidad de educar a más individuos en más etapas y por periodos más prolongados, desde la educación básica hasta la actualización y la capacitación continua. Los métodos de producción y la demanda de mejoras en la productividad en todos los niveles de interacción y producción de la sociedad, hacen que la demanda de los servicios de educación sea en ocasiones mayores a la oferta de los mismos. Esta deficiencia afecta desde la falta de profesores capacitados, hasta la infraestructura requerida para asistir a los métodos y planes educativos. El proceso educativo no solo busca impactar en la asimilación de información y conocimiento, sino también en la creatividad y productividad de los individuos objetivo, con base al conocimiento impartido en las escuelas.

1. DISEÑO DE UNA MESA DE TRABAJO INTERACTIVA DE TIPO PUNTO A PUNTO SIN CONTACTO.

Uno de estos frentes de batalla se da en la búsqueda de equipos que formen parte de un nuevo modelo de aula educativa. El anterior modelo de salón de clases con pizarrón y escritorios, carece de elementos que permitan poner en contacto al estudiante con nuevos requerimientos que la ciencia, la tecnología los medios de producción y de comunicación le imponen a la enseñanza y a la comunicación. El no atender estos nuevos requerimientos podría limitar la posibilidad y la velocidad de transmitir, ya no de aprender, el nuevo conocimiento a los alumnos. Los pizarrones electrónicos, los cañones de proyección, la computadora, el Internet, la telefonía celular, entre otros, se han convertido en elementos omnipresentes en lo cotidiano de los individuos, y por tanto se han vuelto en elementos muy convenientes, tal vez necesarios, para poder transmitir y enseñar.

Lo anterior nos permite presentar un nuevo modelo de escritorio o mesa de trabajo donde los alumnos puedan repetir experiencias y comunicarse con mayor efectividad con la colectividad, no solo sus compañeros de clase, incluso con individuos realizando experiencias diversas pero en colaboración, lo cual les ayude a mejorar el impacto y la efectividad del proceso educativo, así como incidir en los nuevos métodos de comunicación y de producción de la sociedad actual. Puede escucharse muy ambicioso hablar de un proyecto de esta forma, sin embargo consideramos que este es el nivel al cual la educación debe ser llevada con el fin de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, y solo las herramientas que evolucionen en ese sentido serán las que perduren en los próximos años, así como lo hizo en anterior modelo de enseñanza.

El modelo de mesa de trabajo propuesto puede entre otras opciones, definitivamente, presentar los siguientes esquemas de operación:

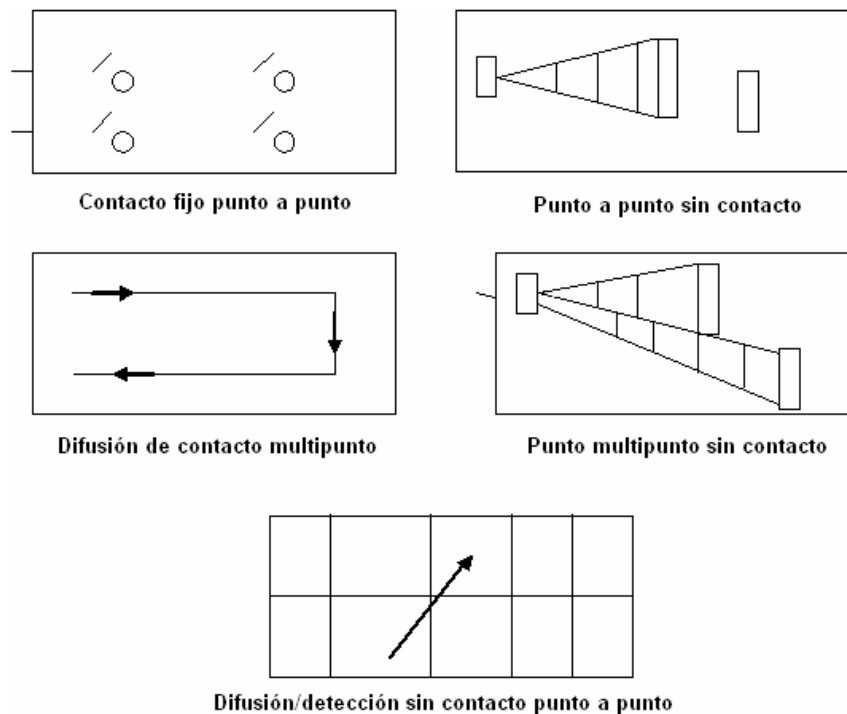


Figura 1. Algunas alternativas para la construcción de una mesa de trabajo interactiva.

Dentro de estas posibles alternativas hemos desarrollado la mesa del tipo de contacto fijo punto a punto, la cual mostró ciertas limitaciones pero que sin duda nos indicaron mejoras alternativas, lo cual nos lleva ahora a proponer el modelo punto a punto sin contacto.

Para poder continuar con la presentación de este esquema, retomaremos elementos de la presentación general de las mesas de trabajo interactivo, mostrándose a continuación el esquema en la siguiente figura:

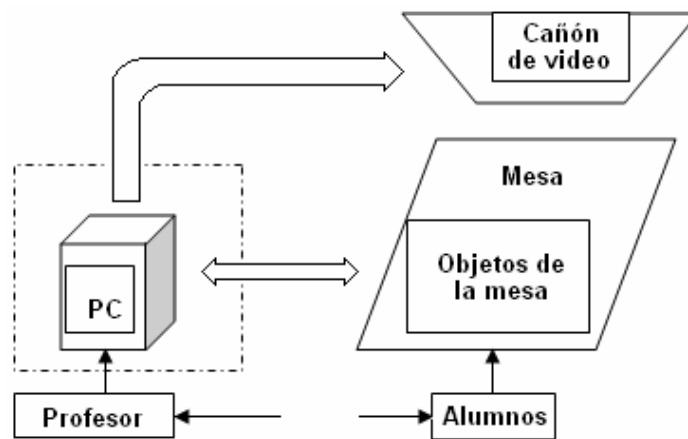


Figura 2. Esquema de la mesa interactiva

En esta figura se muestra de mejor forma el rol de la mesa de trabajo en el espacio del aula. Los alumnos pueden actuar solos, comunicarse en equipo o con el profesor pero auxiliados sin duda por una infraestructura tecnológica que mejora su acercamiento a la tecnología pero que de forma particular les proporciona una cierta plasticidad en los modos de comunicación e interacción en el proceso de enseñanza.

Una vez expuesto lo anterior procedemos a centrarnos en la propuesta específica ya mencionada.

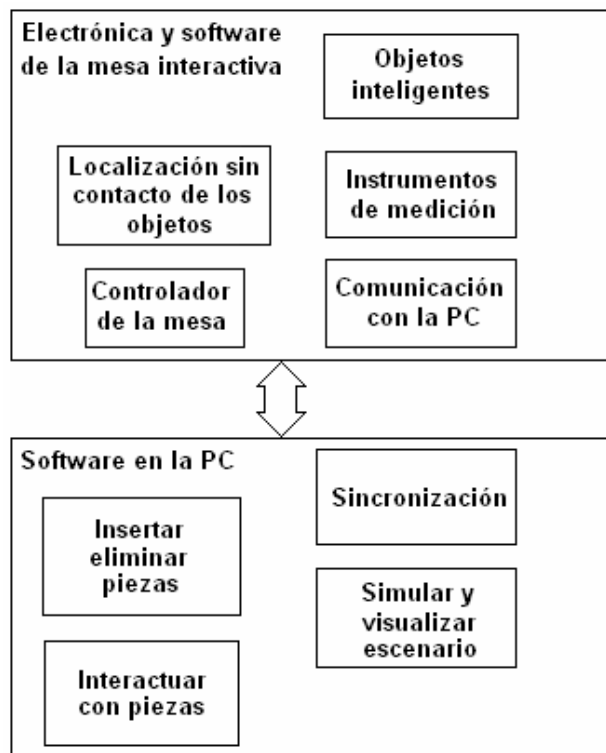


Figura 3. Módulos generales que componen el sistema

Este esquema dista relativamente poco del esquema de contacto, sin embargo esa pequeña variación brinda la plasticidad necesaria para que el alumno pueda establecer de manera libre la arquitectura de su experiencia práctica.

2. SUPERFICIE INTERACTIVA (MESA)

Este elemento es conceptualmente asociado a la división física de la mesa en donde se colocan una serie de conectores que permiten ubicar e interactuar eléctricamente con cada uno de los objetos de la mesa y por medio de los cuales se puede saber su ubicación exacta, mientras están conectados operando en la mesa. Los conectores se han diseñado de forma tal que es posible ubicar los objetos tanto en posición horizontal o vertical protegiendo la integridad mecánica y eléctrica del módulo insertado.

Para registrar la interacción de los usuarios con los diferentes objetos de la mesa, un microprocesador localiza la ubicación de cada uno de los objetos de la mesa, así como la configuración asignada a cada uno de ellos, las interconexiones entre los objetos y su función en la mesa, definidas cada una por el usuario para cada uno de los diferentes objetos conectados a la mesa. La transferencia de toda esta información se da entre los objetos, la mesa y la computadora por medio de protocolos de comunicación establecidos a propósito entre la mesa y los elementos de la mesa y la PC.

La estructura operativa de la mesa se muestra en la figura 4:

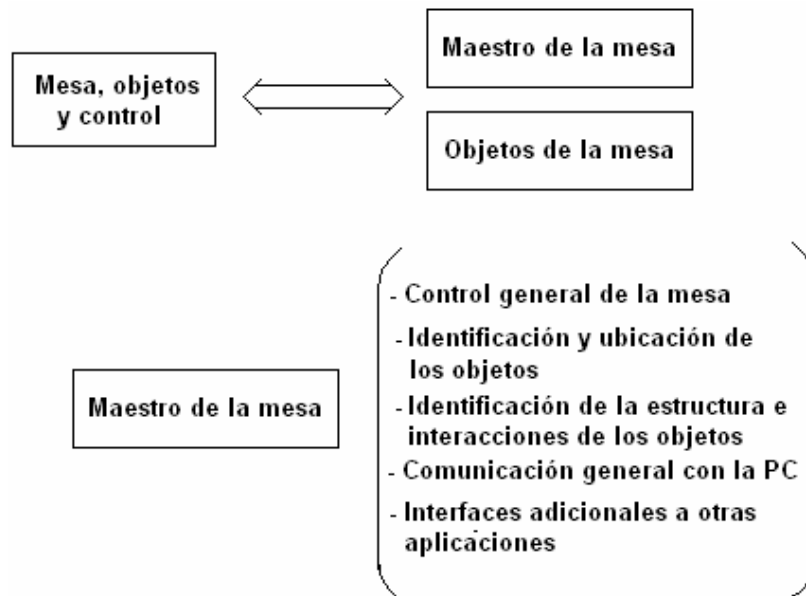


Figura 4. Estructura operativa de la mesa

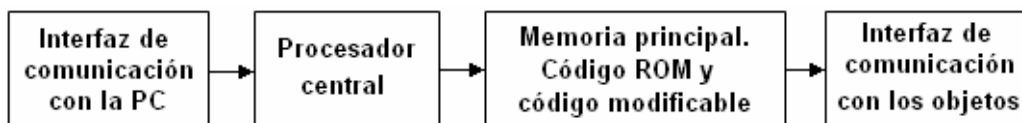


Figura 5. Diagrama de bloques de la mesa

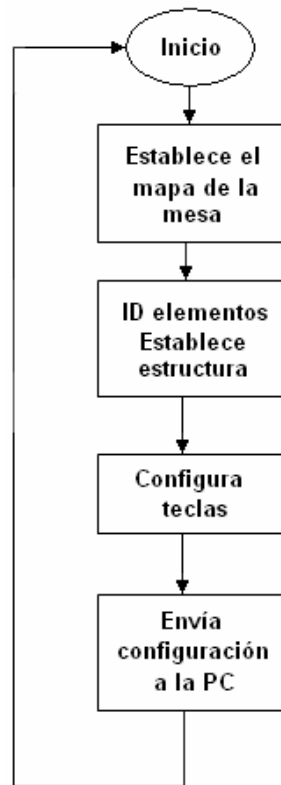


Figura 6. Diagrama de flujo de la operación de la mesa.

La estructura de la tableta electrónica de control maestra esta dada por el siguiente diagrama.

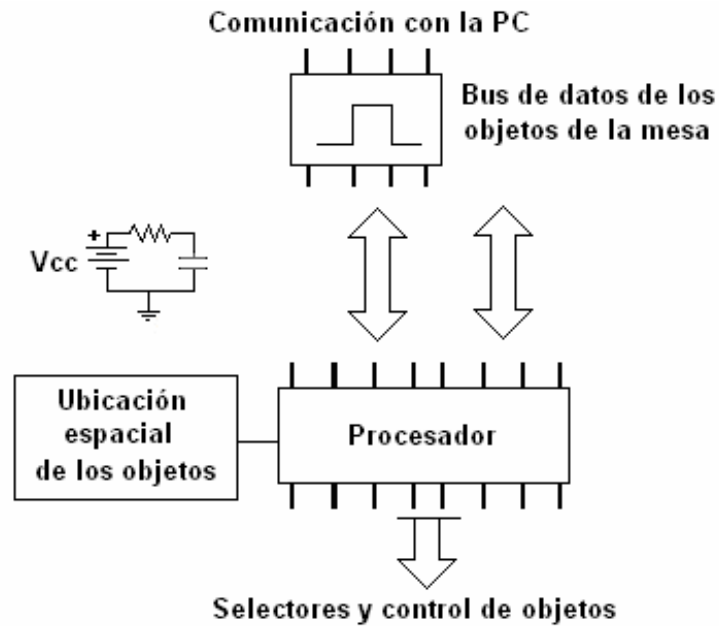


Figura 7. Diagrama esquemático del maestro de la mesa

3. OBJETOS DE LA MESA

Cada uno de estas tabletas electrónicas permite a los usuarios la configuración de variables y parámetros de identificación. Por medio de estos elementos el alumno puede determinar de qué elemento se trata, que valores o configuración toma el entorno, y los va transmitiendo al maestro de la mesa de tal forma que la computadora va generando el modelo de simulación del escenario deseado. El esquema operativo de los objetos se muestra a continuación:

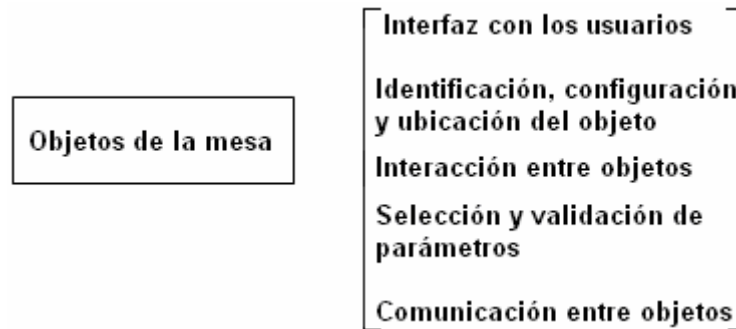


Figura 8. Esquema operativo de los objetos

La configuración y el diagrama de bloques correspondientes a ésta etapa son los siguientes:

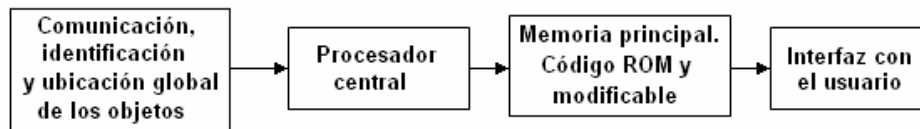


Figura 9. Diagrama de bloques de los objetos de la mesa

La estructura de las tabletas electrónicas de los objetos, está dada por el siguiente diagrama esquemático de la tableta electrónica genérica.

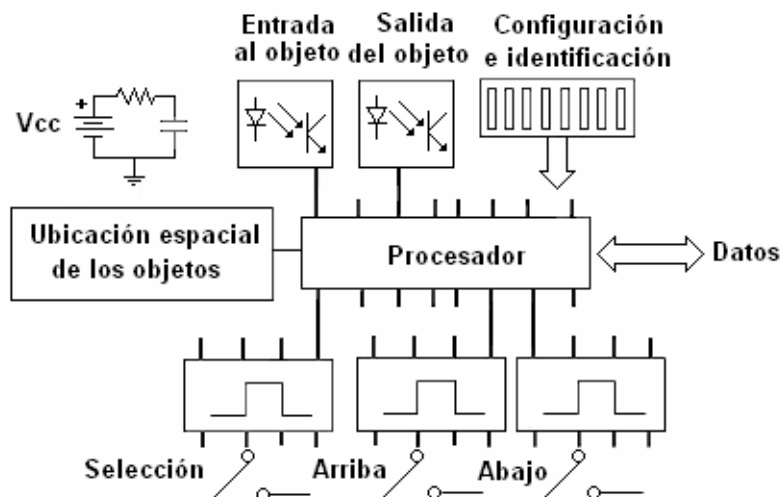


Figura 10. Diagrama esquemático de la tableta electrónica genérica.

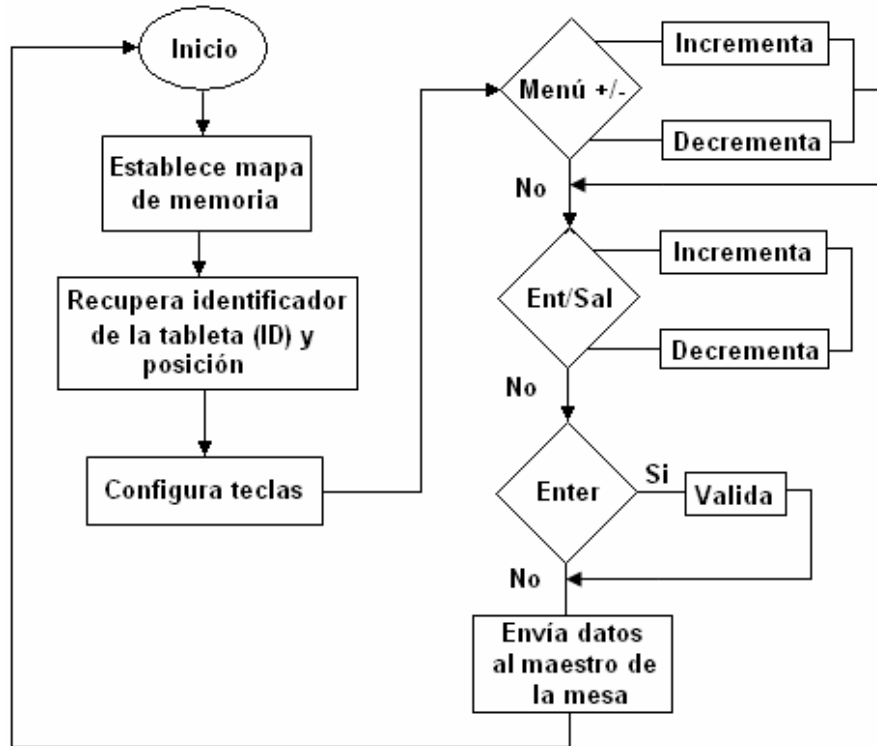


Figura 11. Diagrama de flujo de la tableta electrónica genérica.

Cada objeto se ubica sobre la superficie interactiva de tal forma que el maestro de la mesa va obteniendo los parámetros que se le han suministrado para la simulación del escenario propuesto. Conforme el maestro de la mesa escudriña cada objeto actualiza el mapa de la mesa y transmite la información para que la PC pueda presentar el avance de la implementación o la simulación de la experiencia propuesta. La cantidad posible de objetos sobre la mesa y su ubicación y distribución solo está limitada por las características físicas de la mesa y los objetos, así como por la capacidad del programa simulador para proyectar las simulaciones sobre los objetos.

4. UBICACIÓN ESPACIAL DE LOS OBJETOS

El proceso de ubicación espacial de los objetos es para este diseño uno de los puntos principales ya que por definición el proceso se realiza sin contacto. Para ello se han propuesto varias alternativas que mencionamos a continuación: alternativas ópticas, alternativas acústicas, alternativas opto-acústicas y de RF; a continuación describiremos algunas de ellas, aunque para la realización de este prototipo solo utilizaremos una de ellas, o cual explicamos más adelante.

Ubicación por reconocimiento de imágenes. Esta opción aplica un principio de identificación espacial de los objetos que por principio es multipunto, ya que observa una superficie transparente o translúcida desde la parte inferior y los objetos son identificados por medio de una serie de patrones específicos son reconocidos, además sus límites físicos son reconocidos por medio de la identificación de la forma lo que permite a una PC que realiza el proceso a ubicar de manera precisa la estructura de los objetos en la mesa y permite por medio de software interactuar con ellos. Para la realización de este procedimiento se requiere de una mesa específica tanto en forma como en dimensiones así como un arreglo de cámaras y de iluminación para permitir que el sistema opere en condiciones ideales, de un equipo que tenga una buena capacidad de cálculo y velocidad de procesamiento para que la dinámica de reconocimiento de imágenes sea lo más continua posible y para operar con los programas requeridos para esto y para la simulación de las experiencias a realizar en la mesa interactiva.

Ubicación acústica. La ubicación acústica de los objetos requiere que tanto los objetos como el maestro de la mesa incluyan un 'hardware adhoc' que emita una serie de señales acústicas que permitan transmitir la identificación del objeto y por hardware calcular también su posición ya sea en una superficie o en un volumen. La mesa a utilizar puede ser cualquiera en forma y dimensiones (pensando en una aula de clases o laboratorio) y no requiere de infraestructura acústica específica pues los requerimientos para la transmisión y recepción de las señales esta dado por los circuitos electrónicos propios de esos entes, la PC requerida solo debe tener la capacidad de simular los procesos de la experiencia a desarrollar por los alumnos, la capacidad y velocidad de respuesta es muy apropiada pues todo se hace por hardware.

Ubicación opto-acústica. Esta alternativa se apoya en una parte del método acústico anterior pero permite simplificar sustantivamente la circuitería en la estructura de los objetos como de la mesa y se apoya en elementos de señalización óptica que ayudan a dar una respuesta mas simple y rápida a la interacción de estos elementos, pero requiere de algunas características específicas para la ubicación de los elementos de señalización y sensado óptico, la parte de la PC es idéntica a la alternativa puramente acústica.

Ubicación por RF. Esta alternativa es implementada por elementos de transmisión y recepción de RF ubicados en los objetos y la mesa y es como opción muy parecida a la alternativa puramente acústica, sin embargo los componentes electrónicos requeridos son de un alto costo y no necesariamente fáciles de obtener pues pertenecen a la clase de circuitos militares que en muchas ocasiones están restringidos para su venta. Una alterativa a esto se apoya en una opción limitada basada en RFID, que sin embargo limita la plasticidad de la estructura del experiencia a realizar pues la superficie debe de estar delimitada de forma parecida a la experiencia realizada en la mesa de contacto fijo, y por los costos de fabricación y la complejidad de ensamble no es justificable utilizarla pues la mesa fija puede dar con ciertas refinaciones comportamientos similares a un bajo costo.

De las descripciones anteriores podemos pensar que contamos como alternativas la opción de reconocimiento de imágenes, la opción acústica y la alternativa opto-acústica, sin embargo a continuación describiremos el porqué seleccionamos para la construcción del prototipo la opción acústica. En particular el caso de reconocimiento de imágenes es fácil visualizar que una implantación espacial es bastante complicada pues se requeriría de un volumen de control y no sólo una superficie, aunado a esto las dimensiones y la forma de la mesa pueden imponer ciertas limitaciones, debido a las características de la infraestructura que se tiene en la actualidad que en muchos casos no corresponderá a los requerimientos físicos de este tipo de mesa. Además los costos asociados a la fabricación de la mesa y su mantenimiento y los costos de las PCs (de inicio con mayores requisitos en su capacidad de cómputo) apuntan a dejar a ésta opción en un cuarto lugar dentro de la lista de alternativas. De las alternativas puramente acústicas y la opto-acústicas podemos indicar que la ausencia de requisitos de infraestructura nos dejan de forma casi inmediata a la opción acústica en primer sitio de las alternativas, haciendo hincapié a que donde se tengan mayores requisitos en cuanto a velocidad y ancho de banda las alternativas opto-acústica ó rf-acústica serían una mejor alternativa, ya sea para superficies o volúmenes.

Método	Requiere infraestructura	Requiere mesa especial	Velocidad	Costo	Preferencia	Tipo de espacio
imágenes	Sí	Sí	Media-baja	Muy alto	4º	2d
Acústica	No	No	Media-alta	Bajo	1º	2d-3d
Opto-acústica	Sí	No	Alta	Medio	2º	2d-3d
óptica	Sí	Sí	Alta	Alto	3º	2d-3d
RF	No	No	Alta	Alto	5º	2d

Tabla de selección de alternativas de construcción de una mesa interactiva punto a punto sin contacto.

De la tabla anterior podemos observar de manera más fácil el porque seleccionamos para la construcción de nuestra mesa la alternativa acústica.

5. DETECCIÓN ACÚSTICA DE LOS OBJETOS SOBRE LA MESA INTERACTIVA

Para ubicar los objetos por el método acústico cada objeto posee un transmisor y un receptor acústico integrado de tal forma que por medio del protocolo de comunicación se inicia la comunicación entre objetos y maestro de la mesa, de esta forma se realiza un sencillo cálculo con los tiempos iniciales y finales de comunicación con cada objeto para establecer sus coordenadas y con ello el mapa completo de la mesa; una vez establecido este se comunica al programa de simulación en la PC para que ésta proyecte de manera precisa las imágenes correspondientes sobre los objetos, ya sean de configuración, interacción o de avance de la simulación.

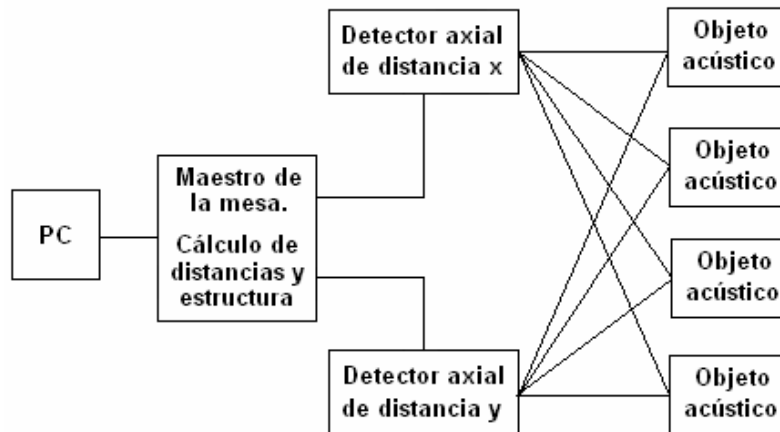


Figura 12. Esquema de detección de objetos por el método acústico en una mesa interactiva sin contacto

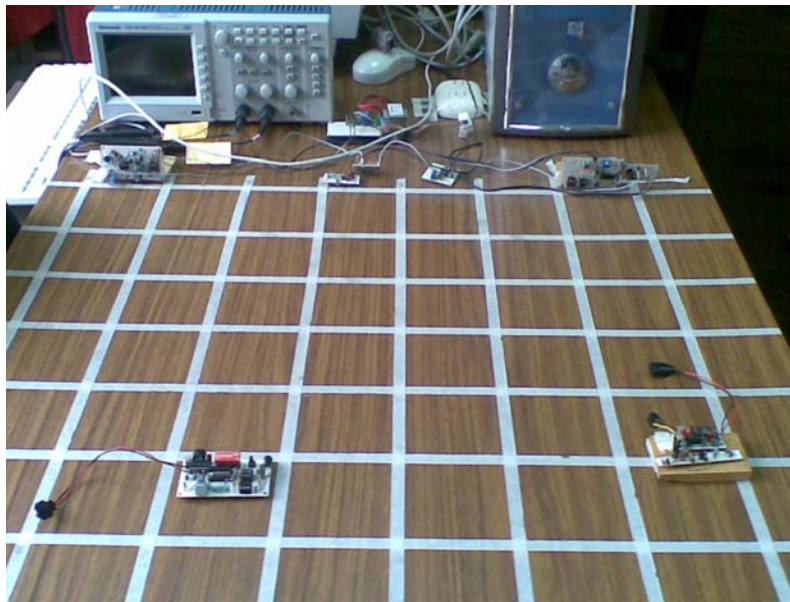


Figura 13. Mesa interactiva acústica prototipo

En la figura y fotografía anteriores podemos observar el esquema de método general utilizado para la realización de pruebas en la mesa prototipo, observándose la correspondencia entre el esquema y la gráfica. La parte izquierda del esquema corresponde a la parte superior de la fotografía, cercano a la PC podemos observar las tabletas detectoras de los ejes x y y interconectados con el maestro de la mesa y la PC, en tanto los objetos se ubican hacia la parte inferior de la fotografía. En las imágenes inferiores se muestran dos tipos de prototipos para los detectores y formadores de coordenadas utilizados durante la

realización de pruebas. La diferencia entre ellos estriba fundamentalmente en el rango de distancias que pueden cubrir, el tipo uno puede cubrir un área equivalente al de un salón de clases., en tanto que el detector axial de tipo dos cubre apropiadamente la superficie de la mesa interactiva que se muestra en la fotografía.

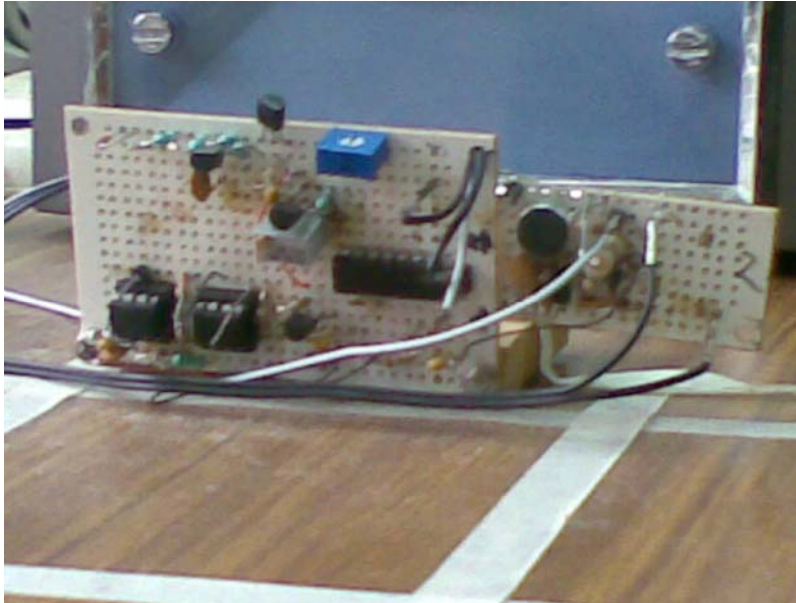


Figura 14. Detector axial acústico de tipo uno

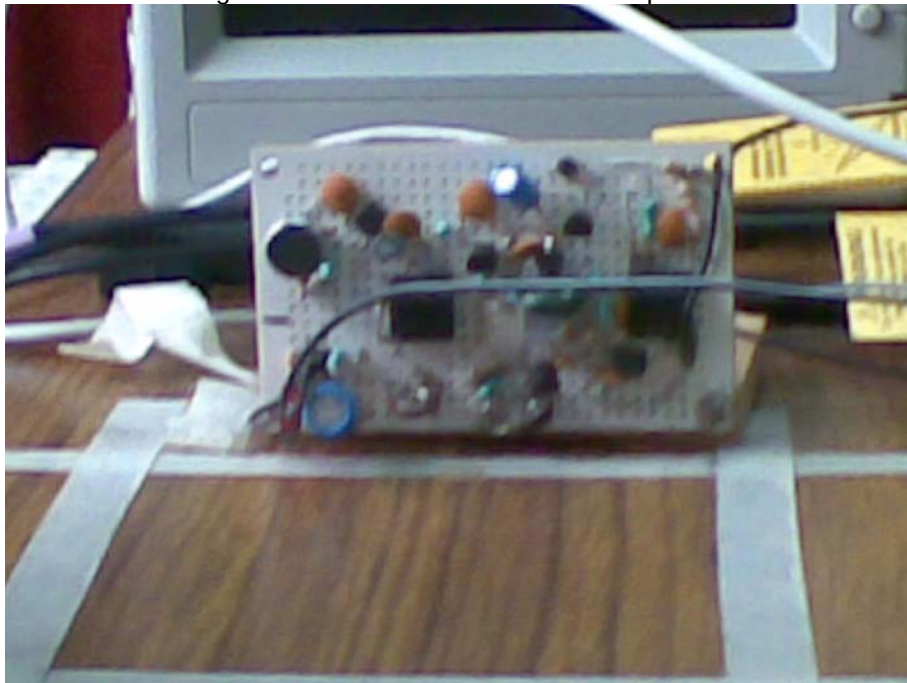


Figura 15. Detector axial acústico de tipo dos

6. CIRCUITO DE DETECCIÓN ACÚSTICA

El esquema del circuito electrónico que transmite las señales necesarias para la detección de los objetos en la mesa se muestra a continuación.

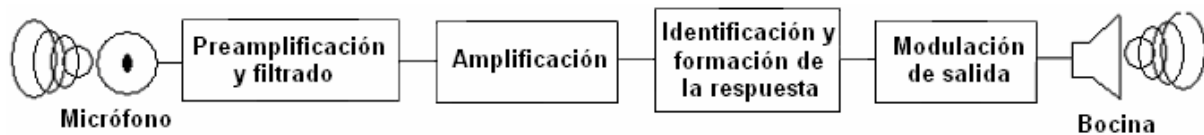


Figura 16. Diagrama de bloques del sistema acústico para la ubicación de los objetos

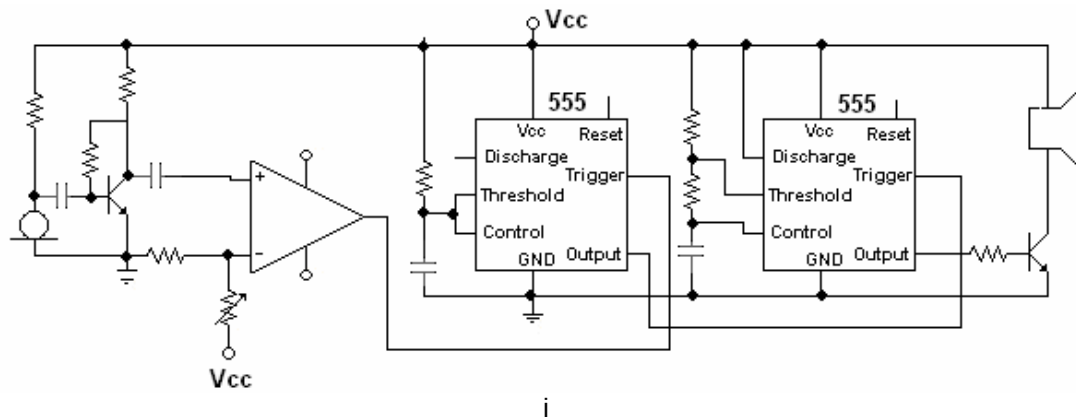


Figura 17. Esquemático de circuito transmisor y detector acústico

Como se observa en la figura el circuito está constituido por un filtro de preamplificación para discriminar las señales de comunicación del ruido ambiental, además de una etapa de amplificación y adecuación, una etapa de discriminación de la señal e identificación del objeto, que a su vez forma la señal de salida para transmitir la respuesta apropiada y un modulador de salida para dar respuesta de acuerdo al protocolo de comunicación. En la siguiente figura se muestran dos diferentes circuitos prototipo que se utilizaron indistintamente durante la realización de pruebas, en alguno de ellos se insertaron elementos opto-acústicos como se observa en las imágenes. En ellos ya se incluyeron los circuitos de detección acústica y los protocolos.

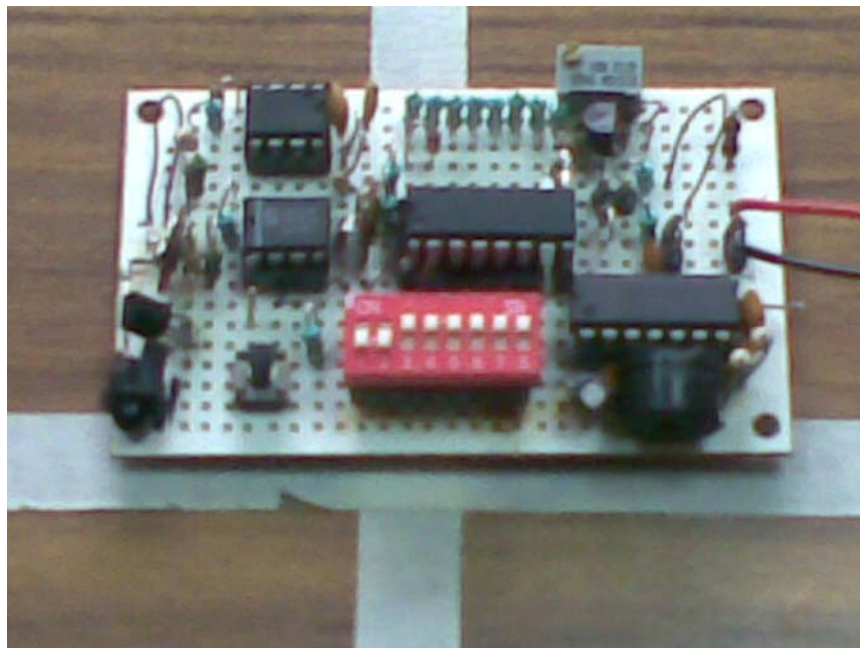


Figura 18. Objeto acústico tipo uno, con protocolo de comunicación avanzado

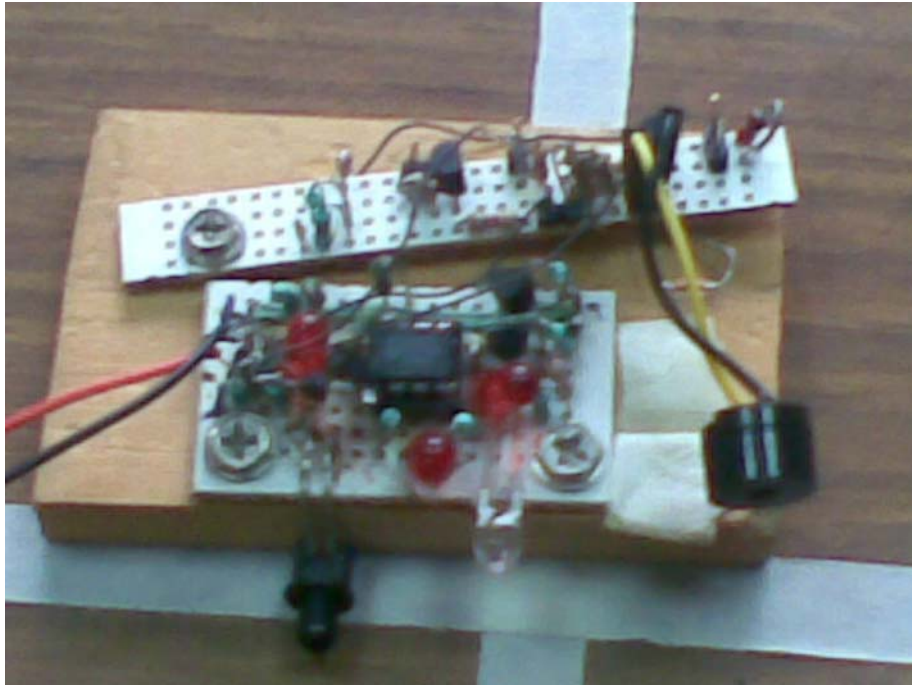


Figura 19. Objeto opto-acústico tipo dos con alternativas de de largo y corto alcance

7. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN

El protocolo de comunicación es en esta etapa sencillo pero que puede sin duda ser enriquecido conforme se incrementen los requerimientos de interacción sobre los objetos de la mesa. La siguiente tabla muestra un resumen de las posibles instrucciones y estructura embebidas en los mensajes de esta etapa.

comando	Trama uno	Trama dos identificador	Trama tres CRC	Fin de comando	acción
reset	10101	Valor de objeto	Valor calculado	1001001	Todos responden
transmite	11001	Valor de objeto	Valor calculado	1001001	Tx objetivo
recibe	10111	Valor de objeto	Valor calculado	1001001	Rx objetivo

Como se observa de la tabla, es posible hacer una infinidad de cambios y ajustes dada la naturaleza digital del protocolo y por tanto la complejidad incidirá básicamente en los requisitos de los circuitos de los objetos de la mesa, con muy bajo detrimento en las velocidades de comunicación, dado que en casos comunes el circuito localizador acústico impone retardos en el orden de las decenas de nanosegundos.

8. CIRCUITOS PROPUESTOS.

Para llevar a cabo nuestra mesa mostramos las placas de los circuitos para llevar a cabo la determinación 2d de los objetos.

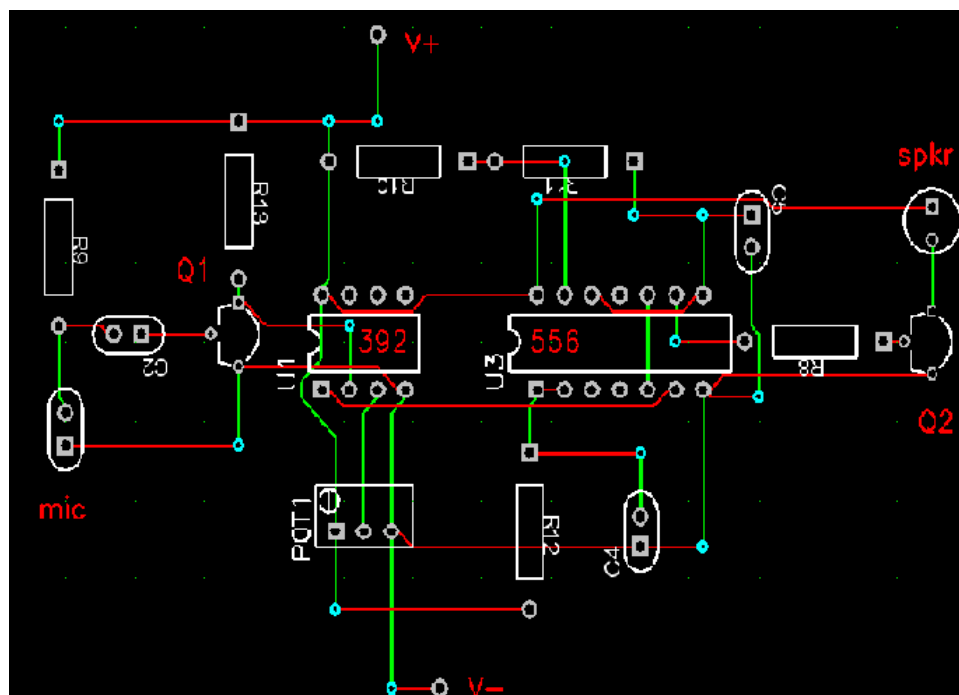


Figura 20. Tablilla electrónica del detector acústico

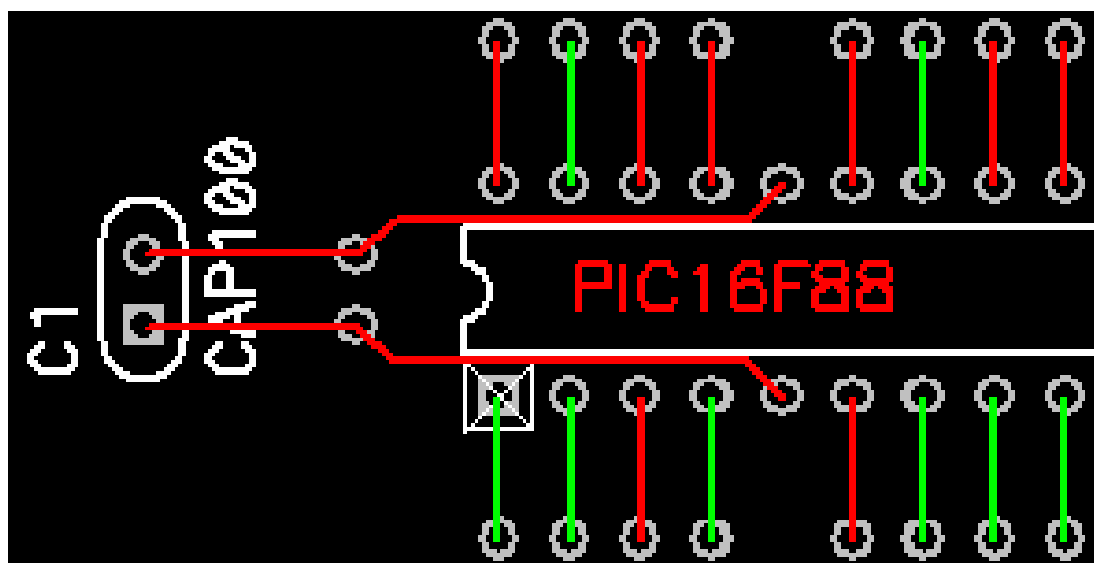


Figura 21. Placa de circuito impreso para la etapa de control y comunicaciones

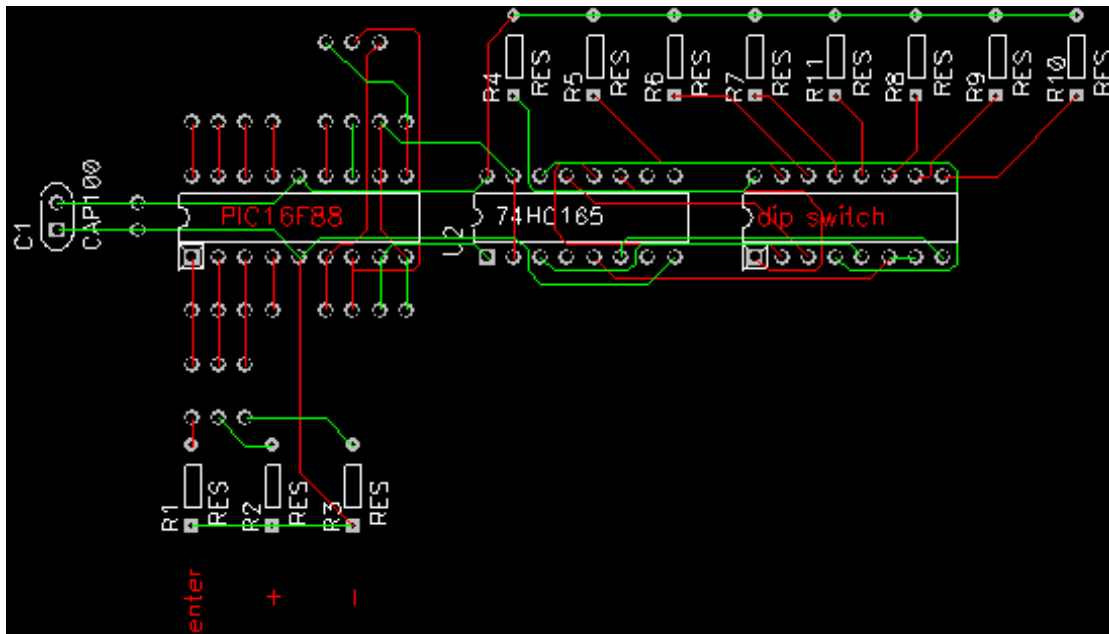


Figura 22. Placa complementaria de circuito impreso objeto acústico

9. DEPURACIÓN DE LOS DATOS TRANSMITIDOS A LA PC

La información proporcionada por los objetos al maestro de la mesa es transmitida a la PC con el fin de que los datos sean alimentados a los programas de simulación y visualización correspondientes, dos pantalla de monitoreo y depuración de los datos de comunicación es presentada en las siguientes figuras tomada directamente de las pantallas de vaciado de datos. En ellas se observan la transmisión de información de objetos que están situados en la superficie de la mesa interactiva.

01386A	01832B
01392A	01835B
01392A	01832B
01386A	01835B
01392A	01832B
01392A	01841B
01389A	01835B
01386A	01841B
01389A	01838B
01392A	01838B
01389A	01841B
00443A	01835B
01392A	01835B
01392A	01838B
01395A	01841B
01389A	01838B
01392A	01835B
01389A	01838B
01395A	01829B
01386A	01835B
01386A	01835B
01392A	01835B
01389A	01835B
01389A	

Figura 23. Datos transmitidos a la computadora

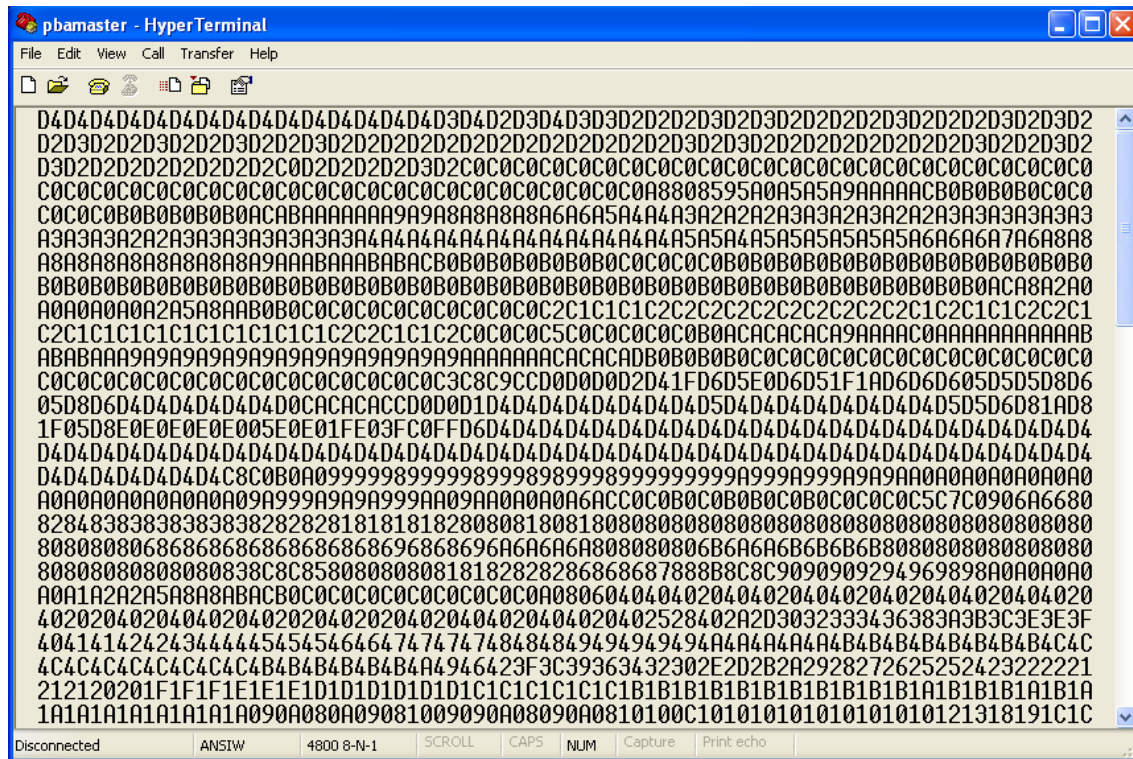


Figura 24. Pantalla de monitoreo de datos de la interfaz de comunicación del maestro de la mesa interactiva.

CONCLUSIONES

De las pruebas realizadas podemos concluir lo siguiente: El equipo cumple con las características propuestas en el objetivo, proporcionando además relevantes elementos de análisis de las diferentes alternativas definidas para la propuesta de mesa interactiva sin contacto. Se pudieron obtener resultados que indican cuales son las mejores alternativas dependiendo de las características que se quiere atacar y realizar las pruebas asociadas que indican cuales son los puntos de mayor sensibilidad, dependiendo método seleccionado para la implementación de las diferentes soluciones.

La construcción del prototipo proporciona herramientas a un costo muy reducido, las cuales se pueden adaptar completamente a las necesidades planteadas por el grupo de trabajo, teniendo el control total de la tecnología necesaria, presentando un potencial para la realización de prototipos de mayor capacidad, considerando adicionalmente que no existen productos comerciales que se adapten a la solución del problema planteado.

Una gran ventaja de los métodos punto a punto sin contacto estriba en la obtención de una plasticidad en la implementación de las estructuras posibles a realizar en la superficie de la mesa, observándose adicionalmente la posibilidad directa de realizar experiencias en espacios 3d.

11. APÉNDICES

11.1. PROGRAMAS

El control de la mesa y los objetos están dados completamente por los programas de control que realizan las funciones mostradas por los diagramas de flujo que se proporcionaron en las secciones correspondientes. Los programas asociados a cada etapa se listan a continuación

```
;-----mesa_master_acustic.asm-----  
;  
;-----  
;mapa de memoria  
indf equ 0x00 ;system  
tmr0 equ 0x01 ;system  
pc equ 0x02 ;dec  
status equ 0x03 ;idem  
fsr equ 0x04 ;idem  
porta equ 0x05 ;idem  
portb equ 0x06 ;idem  
intcon equ 0x0b ;idem  
optreg equ 0x81 ;idem  
;progrm regs  
sendreg equ 0x0c ;ser out  
count equ 0x0d ; ser out, ser in  
cambios equ 0x0e  
bytes equ 0x0f ;apuntador de bytes parcial aux serializain  
;(serializain serializao idrcvr=byte1)  
byte1 equ 0x10 ;** dispos scent (00en ctrdr) este masnx3 idem  
;en=enter, ctrdr=scroll  
byte2 equ 0x11 ;** idem inout (00ou 00in) este masnx3 idem  
byte3 equ 0x12 ;** idem local n (Bidf ffff) este masnx3 idem  
;numero d byte B solo en alto ultimo byte,func  
;es dip switch(000f ffff),id es de serializain  
;byte4 equ 0x13 ;dispos n-1  
;byte5 equ 0x14 ;idem  
;byte6 equ 0x15 ;idem  
;byte7 equ 0x16 ;dispos n-2  
;byte8 equ 0x17 ;idem  
;byte9 equ 0x18 ;idem  
;byte10 equ 0x19 ;dispos n-3  
;byte11 equ 0x1a ;idem  
;bbajo equ 0x1b ;idem  
;balto equ 0x1c ;dispos n-1  
sendregb equ 0x1d ;idem  
byte12 equ 0x1e ;** idem  
byte16 equ 0x1f ;dispos n-2  
;byte17 equ 0x20 ;idem  
;byte18 equ 0x21 ;idem  
;byte19 equ 0x22 ;dispos n-3  
;byte20 equ 0x23 ;idem  
;byte21 equ 0x24 ;idem  
byte22 equ 0x25 ;** dispos n-1  
temp equ 0x26 ;idem  
temp_1 equ 0x27 ;idem  
temp_2 equ 0x28 ;dispos n-2  
temp_e equ 0x29 ;idem  
temp_d equ 0x2a ;idem
```

```

temp_c equ 0x2b ;dispos n-3
rcvreg equ 0x2c ;idem
byte30 equ 0x2d ;idem
byte32 equ 0x2e ;** dispos n-1
ms equ 0x13 ;0x0c
ls equ 0x14 ;0x0d
index equ 0x15 ;0x0e
dig_ctr equ 0x16 ;0x0f
lsb1 equ 0x17 ;0x10
msb1 equ 0x18 ;0x11
lsb2 equ 0x19 ;0x12
msb2 equ 0x1a ;0x13
flags equ 0x1b ;0x14
tenk equ 0x20
onek equ 0x21
hund equ 0x22
ten equ 0x23
one equ 0x24
;-----
;mapa de bits
c equ 0
rp0 equ 5
z equ 2
;
;
;ovflw equ 0
;-----
org 0x00
goto inicio

org 0x004
goto iserv

inicio bcf intcon,7 ;deshab. ints. global
movlw 0x0f ;config puertob, ssss eeee
tris portb
movlw 0xff
movwf portb
movlw 0x01 ;config. puertoa, 0000 0001((ssss ssse) 1d)
tris porta
movlw 0xff
movwf porta
bsf portb,4 ;si, puertoa bit 1 en "marca"
mide1 clrf temp_c
clrf temp_d
mide btfss portb,0 ;deseas medir?
goto mide
movlw 0xfd
movwf sendregb
call ser_outb
call mide2
call espera
call espera
call espera
call espera
call espera

```

```

call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
    clrf temp_c
clrf temp_d
movlw 0xfd
movwf sendregb
call  ser_outb
call  mide2a
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  espera
call  mide1
;-----
mide2  clrf  tmr0  ;limpia y arranca el C-T
        bcf intcon,2  ;limpia bandera desbordamiento TMR0
        bsf intcon,7  ;hab ints global
        bsf intcon,5  ;hab int tmr
mide3  btfsc portb,3 ;nuevo dato?
        goto  mide3
        movf  tmr0,w
        movwf temp_c
        bcf intcon,5  ;deshabilita interrupciones del TMR0
        bcf intcon,7  ;deshabilita interrupciones globales
; movf  temp_d,w  ;envia contador parte alta

        movf  temp_d,w
        addlw 0x01  ;compensacion osciloscopio 118h=280d
        movwf ms
        movf  temp_c,w
        addlw 0x18
        movwf ls

        call  start  ;conversion decimal
;retdec aqui era jala linea siguiente
        movf  tenk,w
        addlw 0x30
        movwf sendreg
        call  ser_out
; movf  temp_c,w  ;forma
        movf  onek,w
        addlw 0x30
        movwf sendreg ;envialo
        call  ser_out
        movf  hund,w
        addlw 0x30
        movwf sendreg ;envialo

```

```

call ser_out
movf ten,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
movf one,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo

```

```

movlw 0x0d ;formatea
movwf sendreg
call ser_out
movlw 0x0a ;salida
movwf sendreg
call ser_out

```

```

call mult

```

```

movf temp_2,w
movwf ms
movf temp_1,w
movwf ls
call start

```

;repdist aqui seria en caso jala la que sigue

```

movf tenk,w
addlw 0x30
movwf sendreg
call ser_out
movf onek,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
movf hund,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
movf ten,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
movf one,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
movlw 0x0d ;formatea
movwf sendreg
call ser_out
movlw 0x0a ;salida
movwf sendreg
call ser_out
return ;si, medida enviada

```

```

;-----
;ser_in
;-----

```

mide2a clrf tmr0 ;limpia y arranca el C-T

```

    bcf intcon,2 ;limpia bandera desbordamiento TMR0
    bsf intcon,7 ;hab ints global
    bsf intcon,5 ;hab int tmr
mide3a btfsc portb,2 ;nuevo dato?
    goto mide3a
    movf tmr0,w
    movwf temp_c
    bcf intcon,5 ;deshabilita interrupciones del TMR0
    bcf intcon,7 ;deshabilita interrupciones globales

    movf temp_d,w ;envia contador parte alta
    addlw 0x01 ;compensacion osciloscopio 118h=280d
    movwf ms
    movf temp_c,w
    addlw 0x18
    movwf ls

    call start ;conversion decimal
;retdec aqui era jala linea siguiente
    movf tenk,w
    addlw 0x30
    movwf sendreg
    call ser_out
; movf temp_c,w ;forma
    movf onek,w
    addlw 0x30
    movwf sendreg ;envialo
    call ser_out
    movf hund,w
    addlw 0x30
    movwf sendreg ;envialo
    call ser_out
    movf ten,w
    addlw 0x30
    movwf sendreg ;envialo
    call ser_out
    movf one,w
    addlw 0x30
    movwf sendreg ;envialo

    movlw 0x0d ;formatea
    movwf sendreg
    call ser_out
    movlw 0x0a ;salida
    movwf sendreg
    call ser_out

    call mult

    movf temp_2,w
    movwf ms
    movf temp_1,w
    movwf ls
    call start

```

;repdist aqui seria en caso jala la que sigue

```

movf  tenk,w
addlw 0x30
movwf sendreg
call  ser_out
movf  onek,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call  ser_out
movf  hund,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call  ser_out
movf  ten,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call  ser_out
movf  one,w
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call  ser_out
movlw 0x0d ;formatea
movwf sendreg
call  ser_out
movlw 0x0a ;salida
movwf sendreg
call  ser_out
return ;si, medida enviada

;-----
ser_out bcf intcon,5 ;deshabilita las interrupciones del timer0
        bcf intcon,7 ;deshabilitación global de interrupciones
        clrf tmr0 ;limpia el contador temporizador
        clrwdt ;limpia el watchdog prepara asignación preescalador
        bsf status,rp0 ;cambia a banco1
        movlw 0xd8 ;configura el contador-temporizador
        movwf optreg
        bcf status,rp0 ;cambia a banco0
        movlw 0x08 ;inicia contador de corrimiento
        movwf count
        bcf porta,1 ;bit de inicio
        movlw 0x30 ;defina el contador para 4800 bauds
        movwf tmr0 ;inici el C-T
        bcf intcon,2 ;limpia la bandera de desbordamiento del temporizador-cont.
time11 btfss intcon,2 ;desbordamiento de la bandera del contador-tempor?
        goto time11 ;aún no
        movlw 0x30 ;defina el contador para 4800 bauds ERA 30
        movwf tmr0 ;inici el C-T
        bcf intcon,2 ;si, limpia la bandera de desbordamiento del C-T
nxtbit rrf sendreg,f ;rota el LMS en el acarreo
        bcf porta,1 ;limpia el bit1 del puerto a
        btfsc status,c ;verifica estado del la bandera de acarreo
        bsf porta,1 ;el bit esta en alto
time21 btfss intcon,2 ;desbordamiento del C-T?
        goto time21 ;no
        movlw 0x30 ;defina el contador para 4800 bauds
        movwf tmr0 ;inici el C-T

```

```

    bcf intcon,2 ;limpia bandera desbord. C-T
; movlw 0x30 ;defina el contador para 4800 bauds QUITAR
; movwf tmr0 ;inici el C-T QUITAR
; bcf intcon,2 ;limpia bandera desbord. C-T QUITAR
    decfsz count,f ;ya se recorrieron los 8 bits?
    goto nxtbit ;no
    bsf porta,1 ;si, puertoa bit 1 en "marca"
time31 btfss intcon,2 ;desbordamiento del C-T?
    goto time31 ;no
    return ;si
;-----
ser_outb bcf intcon,5 ;deshabilita las interrupciones del timer0
    bcf intcon,7 ;deshabilitación global de interrupciones
    clrf tmr0 ;limpia el contador temporizador
    clrwdt ;limpia el watchdog prepara asignación preescalador
    bsf status,rp0 ;cambia a banco1
    movlw 0xd8 ;configura el contador-temporizador
    movwf optreg
    bcf status,rp0 ;cambia a banco0
    movlw 0x03 ;inicia contador de corrimiento
    movwf count
    bcf portb,4 ;bit de inicio
    movlw 0x96 ;defina el contador para 4800 bauds era 30 opt 96
    movwf tmr0 ;inici el C-T
    bcf intcon,2 ;limpia la bandera de desbordamiento del temporizador-cont.
time11b btfss intcon,2 ;desbordamiento de la bandera del contador-tempor?
    goto time11b ;aún no
    movlw 0x96 ;defina el contador para 4800 bauds ERA 30 opt 96
    movwf tmr0 ;inici el C-T
    bcf intcon,2 ;si, limpia la bandera de desbordamiento del C-T
nxtbitb rrf sendregb,f ;rota el LMS en el acarreo
    bcf portb,4 ;limpia el bit4 del puertob
    btfsc status,c ;verifica estado del la bandera de acarreo
    bsf portb,4 ;el bit esta en alto
time21b btfss intcon,2 ;desbordamiento del C-T?
    goto time21b ;no
    movlw 0x96 ;defina el contador para 4800 bauds era 30 opt 96
    movwf tmr0 ;inici el C-T
    bcf intcon,2 ;limpia bandera desbord. C-T
    decfsz count,f ;ya se recorrieron los 8 bits?
    goto nxtbitb ;no
    bsf portb,4 ;si, puertoa bit 1 en "marca"
;time31b btfss intcon,2 ;desbordamiento del C-T?
; goto time31b ;no
; bsf portb,4
    return ;si
;-----
espera movlw 0x3f ;prepara tiempo muerto en comodin 3f
    movwf byte1
cuenta2 movf byte1,w
; movwf portb
    decfsz byte1,f ;transcurrido
    goto espera1
    return ;fin de espera
;-----
espera1 movlw 0x3f ;prepara tiempo muerto en comodin 3f

```

```

    movwf byte2
cuenta decfsz byte2,f;transcurrido
    goto espera2
    goto cuenta2 ;fin de espera
;-----
espera2 movlw 0x5 ;prepara tiempo muerto en comodin 05
    movwf byte3
cuenta3 decfsz byte3,f;transcurrido
    goto cuenta3
    goto cuenta ;fin de espera
;-----
;-----
espera2a movlw 0xf ;prepara tiempo muerto en comodin 3f
    movwf byte12
cuenta22 movf byte1,w
; movwf portb
    decfsz byte12,f ;transcurrido
    goto espera12
    return ;fin de espera
;-----
espera12 movlw 0xf ;prepara tiempo muerto en comodin 3f
    movwf byte22
cuenta222 decfsz byte22,f ;transcurrido
    goto espera22
    goto cuenta22 ;fin de espera
;-----
espera22 movlw 0x05 ;prepara tiempo muerto en comodin
    movwf byte32
cuenta32 decfsz byte32,f ;transcurrido
    goto cuenta32
    goto cuenta222 ;fin de espera
;-----
iserv bcf intcon,2 ;limp bdr tmr
    incf temp_d,f ;inc temp medidor dist
    retfie
;-----
;-----
;start ;movf temp_d,w
; addlw 0x01 ;compensacion osciloscopio 352h=850d
;;movlw 0xfa ;define test number MS byte
; movwf ms
; movf temp_c,w
; addlw 0x18
;; movlw 0x00 ;define test number LS byte
; movwf ls
;prep for calling conversion subroutine
start movf ms,w ;get MS byte
    movwf msb2
    movf ls,w ;get LS byte
    movwf lsb2
    call dblb2d ;call conversion subroutine
; goto retdec ;done
    return
;-----
tbl_lo addwf pc,f ;add index to program counter
    retlw 0x10 ;10,000 decimal

```

```

    retlw 0xe8 ;1,000 decimal
    retlw 0x64 ;100 decimal
    retlw 0x0a ;10 decimal
;-----
tbl_hi addwf pc,f ;add index to program counter
    retlw 0x27 ;10,000 decimal
    retlw 0x03 ;1,000 decimal
    retlw 0x00 ;100 decimal
    retlw 0x00 ;10 decimal
;-----
dblb2d clrf tenk
    clrf onek
    clrf hund
    clrf ten
    clrf one
    clrf index
    clrf dig_ctr
    bcf flags,ovflw
subtr movf index,w ;get current index into W
    call tbl_lo ;get ls chunk for subtraction
    movwf lsb1
    movf index,w ;get current index into W
    call tbl_hi ;get ms chunk for subtraction
    movwf msb1
    call dblsub ;to double precision subtraction
    btfsc status,c ;test carry flag
    goto incdig
    movlw 0x20 ;load base address of table
    movwf fsr
    movf index,w ;get index
    addwf fsr,f ;add offset
    movf dig_ctr,w ;get digit counter contents
    movwf indf ;store at digit loc (indexed)
    movf index,w ;get index
    call tbl_lo ;get ls chunk for addition
    movwf lsb1
    movf index,w ;get index
    call tbl_hi ;get ms chunk for addition
    movwf msb1
    bcf flags,ovflw
    call dblplus ;to double precision addition
    movf index,w ;get index
    sublw 0x03 ;index=3?
    btfsc status,z
    goto finish
    incf index,f ;increment digit index
    clrf dig_ctr
    goto subtr
;-----
incdig incf dig_ctr,f ;increment digit counter
    goto subtr
;-----
finish movf lsb2,w ;get 1's=remainder
    movwf one
    return ;done
;-----

```

```

dblsb bcf flags,ovflw ;clear overflow flag
      comf  lsb1,f ;2's complement stuff
      comf  msb1,f
      movf  lsb1,w
      addlw 0x01
      movwf lsb1
      btfsc status,c
      incf  msb1,f
dblplus movf  lsb1,w
      addwf lsb2,f ;add low bytes
      btfsc status,c
      bsf flags,ovflw ;indicate overflow occurred
      movf  msb1,w
      addwf msb2,f ;add high bytes
      btfss flags,ovflw
      goto dblx
      btfsc status,c
      goto dbl1
      movlw 0x01
      addwf msb2,f
      goto dblx
dbl1  incf  msb2,f
dblx  return
;-----
mult  movf  temp_d,w
      movwf temp_2
      bcf status,c ;limp crry end
      rlf temp_2,f ;por 2
      movf  temp_d,w
      addwf temp_2,w ;x3
      movwf temp_2 ;guarda resultado alto

      movf  temp_c,w
      movwf temp_1
      bcf status,c ;limp crry end
      rlf temp_1,f ;por 2
      movf  temp_c,w
      addwf temp_1,w ;x3
      movwf temp_1 ;guarda resultado bajo

      return
;-----
      end
;-----
ser_in bcf intcon,5 ;deshabilita interrupciones del TMR0
      bcf intcon,7 ;deshabilita interrupciones globales
      clrwdt ;limpia watchdog y prepara asig. del preescalador
      bsf status,rp0 ;al banco1
      movlw 0xd8 ;configura el C-T
      movwf optreg
      bcf status,rp0 ;regresa al banco 0
      movlw 0x08 ;inicia el contador de corrimiento
      movwf count
; movlw 0x10 ;0001 0000 palabra de activacion de medicion

```

```

; movwf portb ;pulso de activacion del par oscilador vibrador
sbit1 clrf rcvreg
clrf tmr0 ;limpia y arranca el C-T
sbit btfsc intcon,2
incf temp_d
btfss porta,0 ;espera bit de inicio
goto sbit1 ;esta en "marca" (1)
movf tmr0,w ;salva preventivamente tmr0--
movwf temp_c ;--en registro aux
movlw 0x80 ;bit de inicio recibido, espera medio tiempo
movwf tmr0 ;carga e inicia el TMR0
bcf intcon,2 ;limpia la bandera de desbordamiento del TMR0
time1 btfss intcon,2 ;desbordamiento de la bandera del TMR0?
goto time1
btfss porta,0 ;el bit de inicio aún en alto?
goto sbit1 ;arranque en falso reiniciar
clrf tmr0 ;si, bit de medio tiempo, inicia el TMR0
bcf intcon,2 ;limpia bandera desbordamiento TMR0
time2 btfss intcon,2 ;desbordamiento del TMR0?
goto time2
bcf intcon,2 ;si limpia la bandera de desbordamiento del tmr0
movf porta,w ;lee puertoa
movwf temp ;almacena el dato
rrf temp,f ;trota el bit cero en el bit de acarreo
rlf rcvreg,f ;rota el bit de acarreo en el registro de recup.
decfsz count,f ;rotó 3 posc?
goto time2 ;no
time3 btfss intcon,2 ;desbordamiento del TMR0?
goto time3 ;no
; movlw 0x00 ;0000 0000 palabra de desactivacion de medicion
; movwf portb ;pulso de desactivacion del par oscilador vibrador
clrf sendreg
movf temp_d,w ;envia contador parte alta
addlw 0x30
movwf sendreg
call ser_out
movf temp_c,w ;forma
addlw 0x30
movwf sendreg ;envialo
call ser_out
comf rcvreg,w
; movf rcvreg,w ;caracter recibido
movwf sendreg
call ser_out
movlw 0x0d ;formatea
movwf sendreg
call ser_out
movlw 0x0a ;salida
movwf sendreg
call ser_out
return ;si, medida enviada
;-----

```

11.2. HOJAS TÉCNICAS

18/20/28-Pin Enhanced Flash MCUs with nanoWatt Technology

Low-Power Features:

- Power-Managed modes:
 - Primary Run: RC oscillator, 76 μ A, 1 MHz, 2V
 - RC_RUN: 7 μ A, 31.25 kHz, 2V
 - SEC_RUN: 9 μ A, 32 kHz, 2V
 - Sleep: 0.1 μ A, 2V
- Timer1 Oscillator: 1.8 μ A, 32 kHz, 2V
- Watchdog Timer: 2.2 μ A, 2V
- Two-Speed Oscillator Start-up

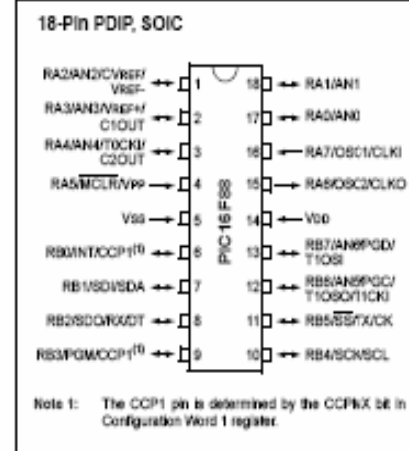
Oscillators:

- Three Crystal modes:
 - LP, XT, HS: up to 20 MHz
- Two External RC modes
- One External Clock mode:
 - ECIO: up to 20 MHz
- Internal oscillator block:
 - 8 user selectable frequencies: 31 kHz, 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz

Peripheral Features:

- Capture, Compare, PWM (CCP) module:
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- 10-bit, 7-channel Analog-to-Digital Converter
- Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master/Slave) and I²C™ (Slave)
- Addressable Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (AUSART/SCI) with 9-bit address detection:
 - RS-232 operation using Internal oscillator (no external crystal required)
- Dual Analog Comparator module:
 - Programmable on-chip voltage reference
 - Programmable Input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible

Pin Diagram



Special Microcontroller Features:

- 100,000 erase/write cycles Enhanced Flash program memory typical
- 1,000,000 typical erase/write cycles EEPROM data memory typical
- EEPROM Data Retention: > 40 years
- In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Low-Voltage Programming
- In-Circuit Debugging via two pins
- Extended Watchdog Timer (WDT):
 - Programmable period from 1 ms to 268s
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V

Device	Program Memory		Data Memory		I/O Pins	10-bit A/D (ch)	CCP (PWM)	AUSART	Comparators	SSP	Timers 8/16-bit
	Flash (bytes)	# Single-Word instructions	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)							
PIC16F87	7168	4096	368	256	16	N/A	1	Y	2	Y	2/1
PIC16F88	7168	4096	368	256	16	1	1	Y	2	Y	2/1

LM392

Low Power Operational Amplifier/Voltage Comparator

General Description

The LM392 series consists of 2 independent building block circuits. One is a high gain, internally frequency compensated operational amplifier, and the other is a precision voltage comparator. Both the operational amplifier and the voltage comparator have been specifically designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Both circuits have input stages which will common-mode input down to ground when operating from a single power supply. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current is independent of the magnitude of the supply voltage.

Application areas include transducer amplifier with pulse shaper, DC gain block with level detector, VCO, as well as all conventional operational amplifier or voltage comparator circuits. Both circuits can be operated directly from the standard 5 V_{DD} power supply voltage used in digital systems, and the output of the comparator will interface directly with either TTL or CMOS logic. In addition, the low power drain makes the LM392 extremely useful in the design of portable equipment.

Advantages

- Eliminates need for dual power supplies
- An internally compensated op amp and a precision comparator in the same package
- Allows sensing at or near ground

- Power drain suitable for battery operation
- Pin-out is the same as both the LM358 dual op amp and the LM393 dual comparator

Features

- Wide power supply voltage range
Single supply: 3V to 32V
Dual supply: $\pm 1.5V$ to $\pm 16V$
- Low supply current drain—essentially independent of supply voltage: 600 μA
- Low input biasing current: 50 nA
- Low input offset voltage: 2 mV
- Low input offset current: 5 nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage

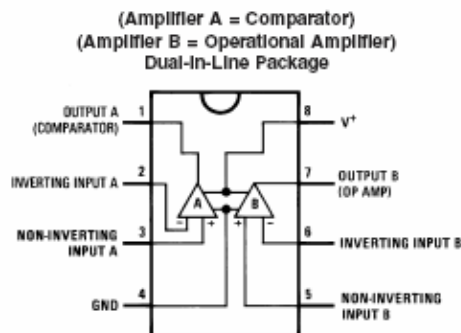
ADDITIONAL OP AMP FEATURES

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large DC voltage gain: 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1 MHz
- Large output voltage swing: 0V to $V^+ - 1.5V$

ADDITIONAL COMPARATOR FEATURES

- Low output saturation voltage: 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with all types of logic systems

Connection Diagram

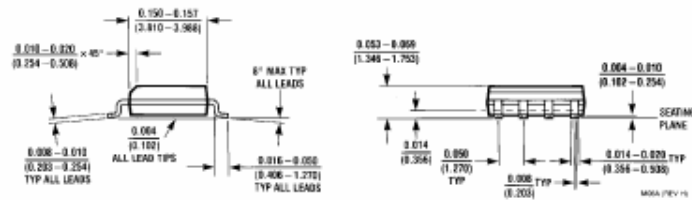
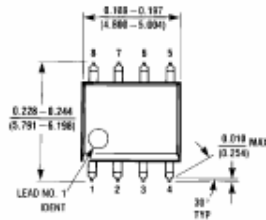


00779201

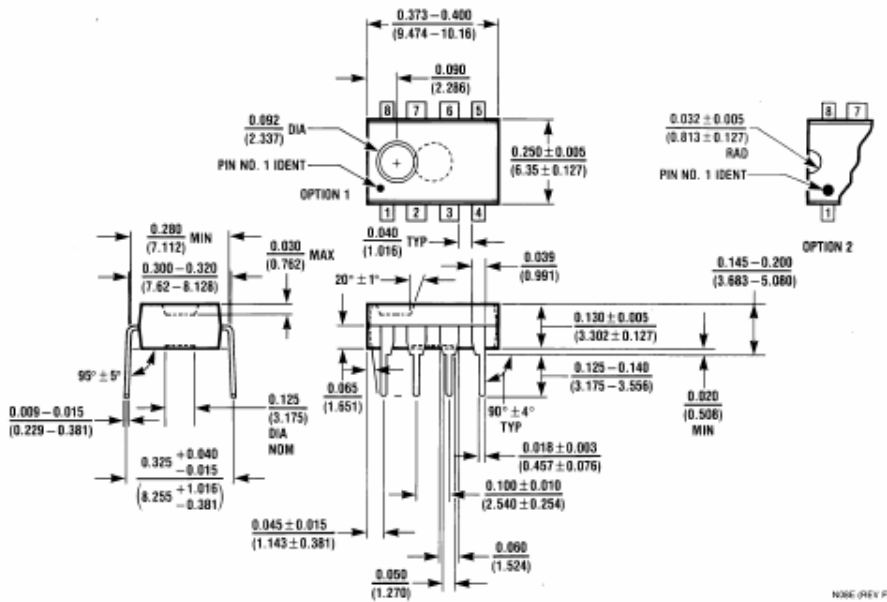
(Top View)
Order Number LM392M or LM392MX
See NS Package Number M08A
Order Number LM392N
See NS Package Number N08E

Physical Dimensions inches (millimeters)
unless otherwise noted

LM392



S.O. Package (M)
Order Number LM392M or LM392MX
NS Package Number M08A



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number LM392N
NS Package Number N08E

LM556 Dual Timer

General Description

The LM556 Dual timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays or oscillation. The 556 is a dual 555. Timing is provided by an external resistor and capacitor for each timing function. The two timers operate independently of each other sharing only V_{CC} and ground. The circuits may be triggered and reset on falling waveforms. The output structures may sink or source 200mA.

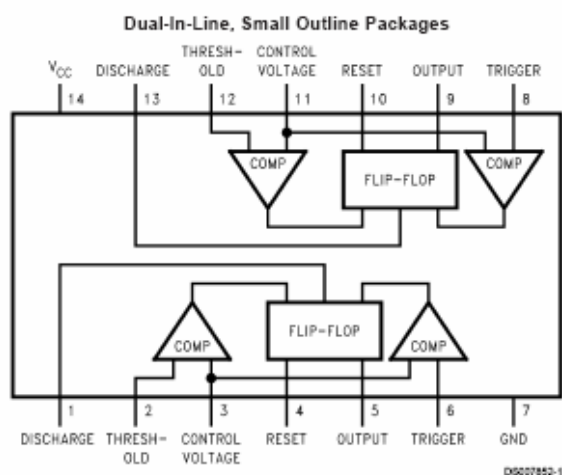
Features

- Direct replacement for SE556/NE556
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Replaces two 555 timers
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

Applications

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Connection Diagram



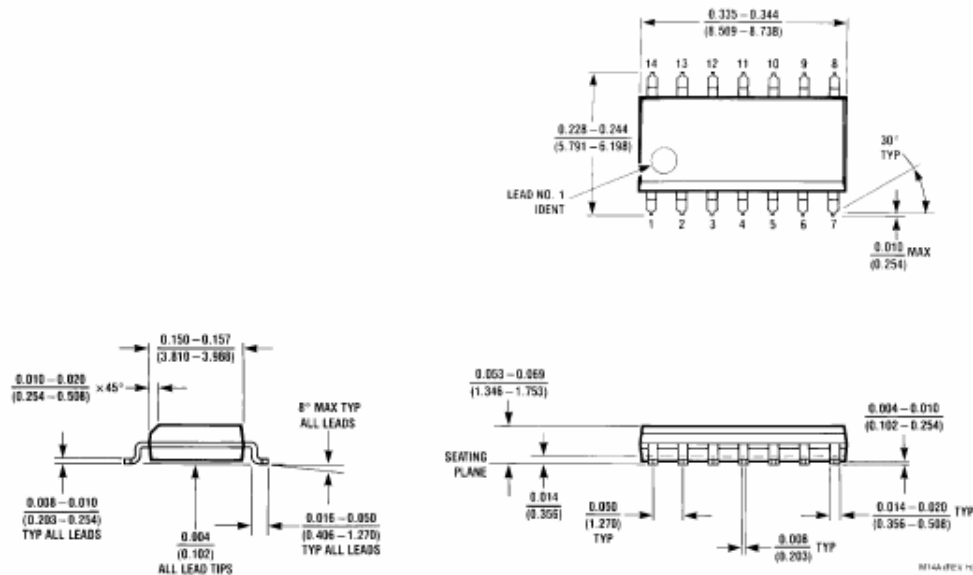
Top View

Ordering Information

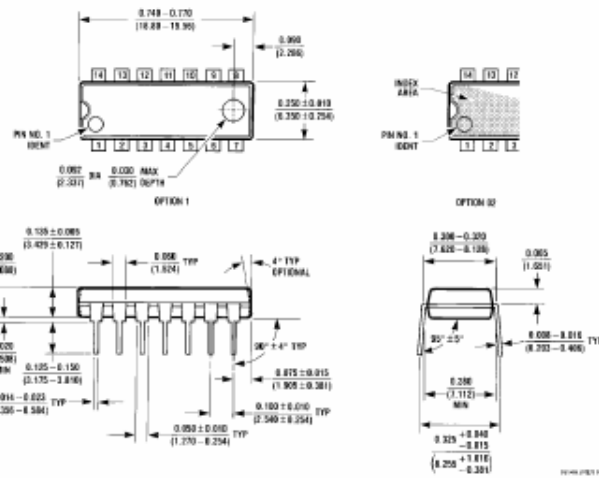
Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
14-Pin SOIC	LM556CM	LM556CM	Rails	M14A
	LM556CMX	LM556CM	2.5k Units Tape and Reel	
14-Pin MDIP	LM556CN	LM556CN	Rails	N14a

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

LM556



Small Outline Package (M)
NS Package Number M14A



14-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package
NS Package Number N14A

DM74LS165

8-Bit Parallel In/Serial Output Shift Registers

General Description

This device is an 8-bit serial shift register which shifts data in the direction of Q_A toward Q_H when clocked. Parallel-in access is made available by eight individual direct data inputs, which are enabled by a low level at the shift/load input. These registers also feature gated clock inputs and complementary outputs from the eighth bit.

Clocking is accomplished through a 2-input NOR gate, permitting one input to be used as a clock-inhibit function. Holding either of the clock inputs HIGH inhibits clocking, and holding either clock input LOW with the load input HIGH enables the other clock input. The clock-inhibit input should be changed to the high level only while the clock input is HIGH. Parallel loading is inhibited as long as the load input is HIGH. Data at the parallel inputs are loaded directly into the register on a HIGH-to-LOW transition of the shift/load input, regardless of the logic levels on the clock, clock inhibit, or serial inputs.

Features

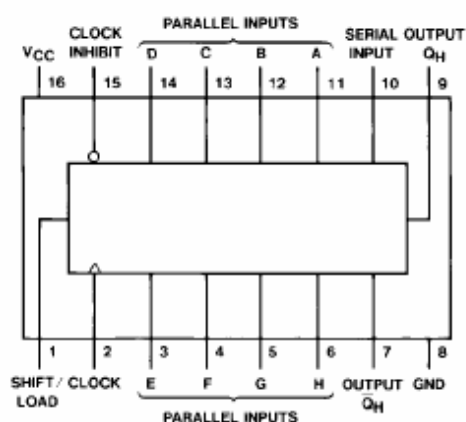
- Complementary outputs
- Direct overriding (data) inputs
- Gated clock inputs
- Parallel-to-serial data conversion
- Typical frequency 35 MHz
- Typical power dissipation 105 mW

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS165M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS165WM	M16B	16-Lead Small Outline Intergrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
DM74LS165N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

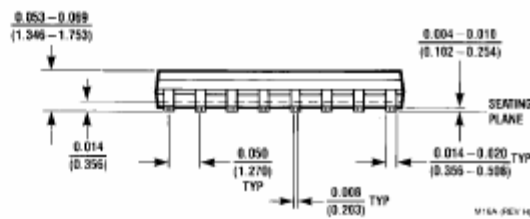
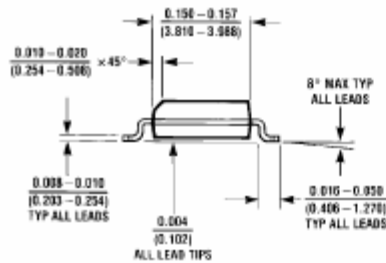
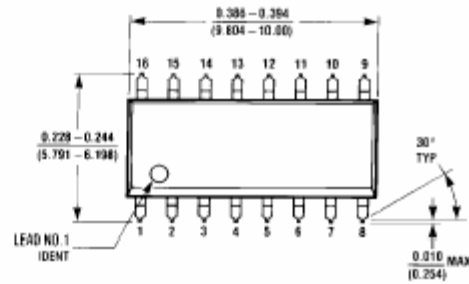
Connection Diagram



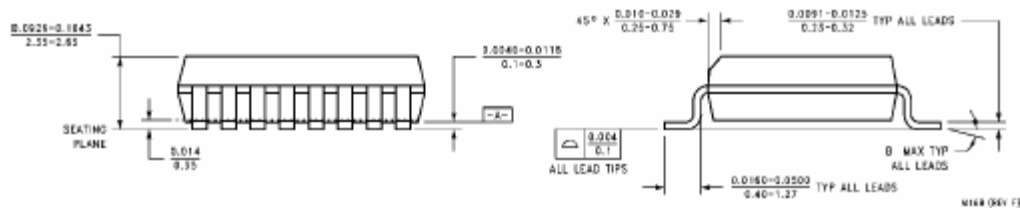
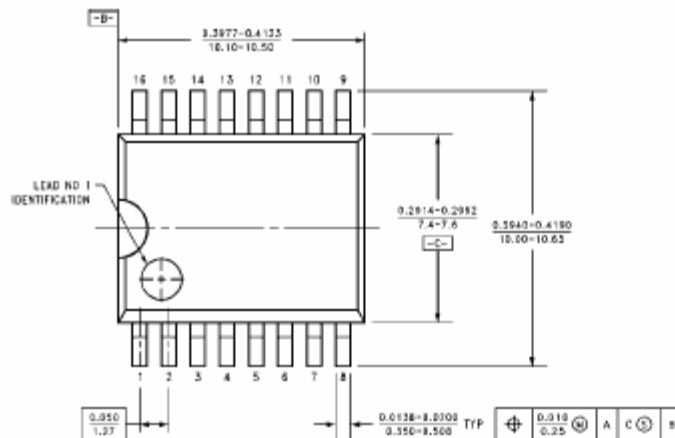
Function Table

Shift/Load	Clock Inhibit	Clock	Serial	Inputs	Internal Outputs		Output
				Parallel A...H	QA	QB	
L	X	X	X	a...h	a	b	h
H	L	L	X	X	QA0	QB0	QH0
H	L	↑	H	X	H	QA0	QH0
H	L	↑	L	X	L	QA0	QH0
H	H	X	X	X	QA0	QB0	QH0

H = HIGH Level (steady state)
L = LOW Level (steady state)
X = Don't Care (any input, including transitions)
↑ = Transition from LOW-to-HIGH level
a...h = The level of steady-state input at inputs A through H, respectively.
QA0, QB0, QH0 = The level of QA, QB, or QH, respectively, before the indicated steady-state input conditions were established.
QA0, QH0 = The level of QA or QH, respectively, before the most recent ↑ transition of the clock.

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
Package Number M16A



16-Lead Small Outline Intergrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-013, 0.300 Wide
Package Number M16B