

# **ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

### **PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“MODERNIZACIÓN DEL EQUIPO DE AUDIOMETRÍA MA-32 DEL  
CENTRO DE AUDICIÓN Y LENGUAJE ENRIQUETA SANTILLÁN Y  
DISEÑO DE UN AMBIENTE INSONORO”**

#### **AUTORES**

**VÍCTOR GEOVANNY AGUILAR PALACIOS**

**EDGAR PATRICIO FLORES CRUZ**

#### **DIRECTOR**

**ING. VÍCTOR PROAÑO**

#### **CODIRECTOR**

**ING. DIEGO BALSECA**

**QUITO-ECUADOR**

## PROLOGO

La electrónica se ha venido desarrollando de manera vertiginosa en casi todos los campos de la ciencia, y la medicina es no escapa a este desarrollo, de hecho es uno de los mas importantes campos de uso de la tecnología y la electrónica en sí.

El audiómetro es un equipo electrónico muy sensible que requiere de una manipulación especializada para la práctica de audiometrías, al modernizar un equipo de tal antigüedad se debió ser muy minucioso para poder conservar las características de funcionamiento, esto requirió de un gran esfuerzo y tiempo hasta lograr el entendimiento global del equipo para que luego pueda ser modernizado.

El nuevo audiómetro presenta características nuevas, de fácil manejo y características especiales para el almacenamiento y comunicación de datos, convirtiéndose en un instrumento muy funcional. Anteriormente el audiometrista debía posicionar sobre un formato de papel los diferentes símbolos audiométricos de acuerdo a la respuesta del paciente, en la actualidad el audiómetro modernizado tiene la capacidad de ejecutar, almacenar e imprimir por si mismo el examen audiométrico.

Para que un examen audiométrico resulte exitoso, este debe ser ejecutado en una área aislada del ruido tanto interior como exterior, de aquí la importancia de contar con un centro especializado para la practica de audiometrías, se proyecto entonces la construcción de este centro, mismo que en la actualidad es una realidad gracias a la gestión

mancomunada de muchas personas que hacen una gran labor social en el campo de la educación especial.

Cuando se estudia ingeniería nunca se piensa en el alcance que esta puede tener a nivel social, nuestro proyecto nos ha ayudado a comprender que si se pone la ciencia de la ingeniería al servicio de la comunidad pueden conseguirse grandes objetivos pro-mejora de instituciones que lo necesitan.

## **CERTIFICACIÓN**

Por medio del presente certificamos que los Señores Víctor Geovanny Aguilar Palacios y Edgar Patricio Flores Cruz han realizado y concluido el presente proyecto de tesis titulado **“MODERNIZACIÓN DEL EQUIPO DE AUDIOMETRÍA MA-32 DEL CENTRO DE AUDICIÓN Y LENGUAJE ENRIQUETA SANTILLÁN Y DISEÑO DE UN AMBIENTE INSONORO”** previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico, bajo nuestra dirección.

Atentamente,

-----  
**ING. VÍCTOR PROAÑO**

**DIRECTOR**

-----  
**ING. DIEGO BALSECA**

**CODIRECTOR**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedicamos a nuestros Padres que supieron depositar en nosotros toda su confianza y amor para poder llegar a ser unas personas útiles a la sociedad.

A la niñez y juventud especial del país, ya que son ellos los beneficiarios directos de este proyecto, y a las personas de buen corazón que colaboraron desinteresadamente a lo largo de estos dos años para el desarrollo integral de este trabajo.

---

**VÍCTOR G. AGUILAR P.**

---

**EDGAR P. FLORES C.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios nuestro Padre quien nos acompaña en cada momento de nuestras vidas, responsable directo de nuestros éxitos presentes y futuros.

A nuestros amorosos Padres y Hermanos por todo el sacrificio y esfuerzo en cada momento de nuestra carrera y de nuestra vida.

A los Señores Ingenieros Diego Balseca y Víctor Proaño por su importante dirección y paciencia en el desarrollo de este proyecto.

A la Sra. Carolina de Merizalde Presidenta del Comité de Damas de los Ingenieros Civiles de Pichincha por su ejemplo de trabajo desinteresado por la niñez necesitada de la ciudad de Quito.

Al Dr. Roberth Barba y a la Lic. Carmen Báez Directores del Instituto Enriqueta Santillán, por su contribución y gestión para lograr la realización del proyecto y construcción del centro para audiometrías.

A nuestros Jefes y Compañeros por su comprensión y apoyo para con nosotros en los momentos críticos del desarrollo del proyecto.

**VÍCTOR AGUILAR - EDGAR FLORES**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 ANTECEDENTES</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2 ENTREGA RECEPCIÓN DEL AUDIÓMETRO MAICO MA32</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3 INSPECCIÓN VISUAL DEL AUDIÓMETRO</b> .....	<b>3</b>
<b>1.4 INSPECCIÓN INTERIOR DEL AUDIÓMETRO</b> .....	<b>3</b>
<b>1.5 APERTURA DEL AUDIÓMETRO</b> .....	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>5</b>
<b>GENERALIDADES</b> .....	<b>5</b>
<b>2. CONCEPTOS BÁSICOS</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 AUDIÓMETRO Y TÉCNICAS DE AUDIOMETRÍA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1.1 DECIBELES</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.2 FRECUENCIA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.3 TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS EN UNA AUDIOMETRÍA</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.3.1 FORMA EN QUE SE REALIZA EL EXAMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.3.2 PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1.3.3 IMPORTANCIA DEL EXAMEN</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.3.4 AUDIOMETRÍA TONAL UMBRAL</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1.3.5 AUDIOMETRÍA TONAL SUPRALIMINAR</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.3.6 AUDIOMETRÍA VOCAL</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 AUDIÓMETRO A REPARARSE</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2.1 BOTONES</b> .....	<b>10</b>
<b>2.2.1.1 CANAL DOS (CHANNEL TWO MODE)</b> .....	<b>12</b>
<b>2.2.1.2 CANAL UNO (CHANNEL ONE)</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.1.3 ENTRADA DEL CANAL UNO (CHANNEL ONE INPUT)</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.1.4 TAPE A</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.1.5 MIC</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.1.6 TONE</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.1.7 CHANNEL ONE MODE</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.1.8 PULSE</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.1.9 NORM</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.1.10 ENTRADA DEL CANAL DOS (CHANNEL TWO INPUT)</b> .....	<b>14</b>

2.2.2 SELECTORES .....	14
2.2.2.1 SELECTOR OUTPUT .....	15
2.2.2.2 SELECTOR DE FRECUENCIAS.....	15
2.2.2.3 SELECTOR CHANNEL ONE .....	17
2.2.2.4 SELECTOR CHANNEL TWO .....	17
2.2.2.5 SELECTOR CHANNEL ONE DE AJUSTE FINO.....	18
2.2.2.6 SELECTOR SISI Db .....	19
2.2.3 PULSADORES STIMULUS .....	19
2.2.3.1 PULSADOR PUSH TO TALKOVER.....	19
2.2.3.2 PULSADOR CHANNEL ONE .....	20
2.2.4 POTENCIÓMETROS .....	20
2.2.5 MODERNIZACIÓN .....	20
2.2.5.1 FILTROS .....	20
2.2.5.2 SELECTORES .....	20
2.2.5.3 BOTONES.....	21
2.2.5.4 POTENCIÓMETROS .....	21
CAPÍTULO III .....	22
DISEÑO DE MODERNIZACIÓN .....	22
3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HARDWARE.....	22
3.1.1 AMPLIACIÓN PUERTOS ENTRADA / SALIDA .....	22
3.1.1.1 PUERTOS DE SALIDA .....	24
3.1.1.2 PUERTOS DE ENTRADA.....	25
3.1.2 REMPLAZO BOTONERAS POR PLACA DE RELES.....	29
3.1.3 CODIFICADORES SELECTORES .....	33
3.1.3.1 CODIFICADOR CHANNEL ONE, TWO .....	33
3.1.3.2 CODIFICADOR FREQUENCY, OUTPUT.....	34
3.1.4 INGRESO DE DATOS .....	34
3.1.4.1 INGRESO DE DATOS DESDE EL TECLADO.....	34
3.1.5 PANTALLA HG25504NG - 01 .....	37
3.1.5.1 CONFIGURACIÓN DE LA PANTALLA.....	41
3.1.5.2 SYSTEM SET .....	42
3.1.5.3 PALABRA DE CONTROL C .....	42
3.1.5.4 PALABRA DE CONTROL M0.....	43
3.1.5.5 PALABRA DE CONTROL M1 .....	44
3.1.5.6 PALABRA DE CONTROL M2 .....	44
3.1.5.7 PALABRA DE CONTROL W / S .....	45
3.1.5.8 PALABRA DE CONTROL IV .....	46
3.1.5.9 PALABRA DE CONTROL T / L .....	46
3.1.5.10 PALABRA DE CONTROL DR.....	47
3.1.5.11 PALABRA DE CONTROL FX .....	47
3.1.5.12 PALABRA DE CONTROL WF .....	48
3.1.5.13 PALABRA DE CONTROL FY .....	49
3.1.5.14 PALABRA DE CONTROL C / R.....	49
3.1.5.15 PALABRA DE CONTROL TC / R .....	51
3.1.5.16 PALABRA DE CONTROL L / F.....	51

3.1.5.17	PALABRA DE CONTROL AP .....	51
3.1.5.18	MODO SLEEP IN.....	53
3.1.5.19	PALABRA DE CONTROL DISP ON / OFF.....	54
3.1.5.20	MODO D.....	54
3.1.5.21	MODO FC.....	54
3.1.5.22	MODO FP.....	55
3.1.5.23	PALABRA DE CONTROL SCROLL .....	56
3.1.5.24	MODO SAD.....	56
3.1.5.25	MODO SL1, SL2 .....	57
3.1.5.26	PALABRA DE CONTROL CSRFORM.....	58
3.1.5.27	MODO CRX .....	58
3.1.5.28	MODO CRY .....	59
3.1.5.29	MODO CM .....	59
3.1.5.30	MODO CSRDIR.....	60
3.1.5.31	PALABRA DE CONTROL OVLAY .....	61
3.1.5.32	MODO MX0, MX1.....	61
3.1.5.33	MODO DM1, DM2.....	62
3.1.5.34	MODO OV .....	62
3.1.5.35	PALABRA DE CONTROL CGRAM ADR.....	63
3.1.5.36	PALABRA DE CONTROL HDOT SCR.....	64
3.1.5.37	PALABRA DE CONTROL CSRW.....	64
3.1.5.38	PALABRA DE CONTROL CSRR.....	65
3.1.5.39	PALABRA DE CONTROL MWRITE .....	65
3.1.5.40	PALABRA DE CONTROL MREAD.....	66
3.1.6	MEMORIA GRÁFICOS .....	67
3.2	SOFTWARE DE EMULACIÓN DE DISEÑO DE PANTALLAS .....	69
3.2.1	BOTON DE CARGA DE IMAGEN "PASTE" .....	70
3.2.2	BOTONES DE LA BARRA DE MENÚ .....	71
3.2.3	TIPOS DE DATOS.....	71
3.2.3.1	DATOS DE MODO DE FUNCIONAMIENTO.....	72
3.2.3.2	DATOS DE ANÁLISIS DE UMBRAL .....	72
3.2.4	COMUNICACIÓN CON EL PC.....	72
CAPÍTULO IV .....		73
MANUAL DE OPERACIÓN.....		73
4.1 FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE .....		73
4.1.1	LOGIN DE USUARIO.....	73
4.1.2	FORMULARIO PRINCIPAL .....	74
4.1.3	BARRA DE MENÚS.....	75
4.1.4	MENÚ DEL SISTEMA .....	76
4.1.5	MENÚ TAREAS .....	76
4.1.6	MENÚ REPORTES .....	78
4.1.7	MENÚ AYUDA .....	78
4.1.8	BOTONES.....	78
4.1.9	INGRESO DE DATOS DEL PACIENTE .....	79
4.1.10	INGRESO DE DATOS DE LA AUDIOMETRÍA .....	80

<b>4.2 PANTALLAS DE SOFTWARE DE INTERFASE .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.1 PANTALLA INICIAL .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.2 PANTALLA DE CARGA E INICIALIZACIÓN DE PARÁMETROS. ....</b>	<b>83</b>
<b>4.2.3 PANTALLA DE OPERACIÓN DEL AUDIÓMETRO .....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.4 BARRA DEL MENÚ DE OPERACIÓN .....</b>	<b>84</b>
<b>4.2.4.1 MENÚ DE CANAL-1.....</b>	<b>85</b>
<b>4.2.4.2 SUB MENÚ OPCIÓN INPUT .....</b>	<b>85</b>
<b>4.2.4.3 SUB MENÚ OPCIÓN MODE .....</b>	<b>87</b>
<b>4.2.4.4 MENÚ DE CANAL-2.....</b>	<b>88</b>
<b>4.2.4.5 SUB MENÚ OPCIÓN MODE .....</b>	<b>89</b>
<b>4.2.4.6 SUB MENÚ OPCIÓN INPUT .....</b>	<b>91</b>
<b>4.2.4.7 SUB MENÚ OPCIÓN MONITOR.....</b>	<b>92</b>
<b>4.2.4.8 MENÚ DE OPCIONES .....</b>	<b>93</b>
<b>4.2.4.9 MENÚ DE AYUDA.....</b>	<b>94</b>
<b>4.3 OPCIONES ANÁLOGAS .....</b>	<b>95</b>
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>96</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>96</b>

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El proyecto consiste en modernizar un equipo analógico de audiometría para el Centro de Audición y Lenguaje Enriqueta Santillán. Este equipo médico se utiliza para practicar exámenes de audición y funciona mediante la generación de tonos puros que sirven para determinar la capacidad auditiva de las personas.

La modernización del Audiómetro Analógico Maico MA-32 tiene como objetivo optimizar su operatividad, manejo y facilidad de acceso a la información de una audiometría.

Para realizar una adecuada modernización, nuestro estudio se amplió a conocer de manera global el campo de la audiometría, que tiene que ver desde la fisiología del oído, el estudio del sonido, hasta la asesoría de médicos especializados en esta rama de la medicina.

Las autoridades del Instituto se mostraron muy interesadas en que el antiguo equipo funcione nuevamente, nos hicieron conocer las instalaciones y los planes que se habían trazado con el fin de conseguir que este equipo preste el servicio para el cual había sido adquirido.

No cuenta con un catálogo o manual de funcionamiento y peor aún con planos de la electrónica o de los circuitos que se encuentran en él.

### **1.3 INSPECCION VISUAL DEL AUDIMETRO**

De acuerdo al levantamiento e inspección del Audiómetro se procede a describir el hardware del que dispone.

Panel frontal compuesto de múltiples botones y perillas para la activación y desactivación de las diferentes funciones, estos botones son mecánicos. Cuenta también con selectores circulares para setear el rango de frecuencias así como el tono de umbral, las cuales basaban su funcionamiento en un sistema de escobillas para cerrar o abrir contactos lo que permite seleccionar una resistencia diferente en el circuito de generación y atenuación de frecuencias.

Estaba provisto además de un galvanómetro para la medición del umbral de los diferentes tonos el cual no estaba en funcionamiento.

### **1.4 INSPECCION INTERIOR DEL AUDIOMETRO**

Previa a la inspección interna del audiómetro se realizó una prueba del funcionamiento tomando nota de su comportamiento, y se pudo observar que después de un periodo de funcionamiento largo el audiómetro se calentaba y los tonos cambiaban. Se corrigió este error al cambiar un diodo zener que estaba fuera de funcionamiento, el cual tenía como función regular los niveles de voltaje de la fuente de alimentación del audiómetro.

Se hicieron varias pruebas del funcionamiento con cada botón, selector, o perilla documentando a cada paso el desempeño y aplicación. De este procedimiento se elaboró un manual de funcionamiento preliminar, el cual nos sirvió para reproducir todas las funciones en el audiómetro modernizado.

## 1.5 APERTURA DEL AUDIOMETRO

La electrónica interna del equipo estaba soportada sobre una carcasa de madera y sujeta por tornillos y tuercas, se desprendió la parte posterior y se procedió a observar los circuitos de los cuales estaba provisto el equipo. Se pudo verificar que a pesar de que se lo mantenía cubierto el equipo había sido expuesto a niveles de humedad y polvo, estos factores contribuyeron al deterioro interno del equipo.

Para proceder a desensamblar el equipo se adopto el método de zonificación y etiquetado de cada uno de los componentes que conforman el audiómetro, debido al gran número de partes que posee.

Se pudo observar el mal estado de las sueldas y de algunos cables, los mismos que al mínimo movimiento se desprendían de sus puntos de suelda o se dividían en dos partes razón por la cual no se podía determinar a ciencia cierta cual era el otro extremo donde debía ir conectado el cable.

Se procedió a manipular con el mayor de los cuidados para lograr documentar todas las conexiones y colores de cables defectuosos puesto que no se contaba con los planos electrónicos del equipo y muchos cables ya se habían desprendido.

Una vez que se logró tener las partes por separado se procedió a reemplazar los cables que no servían y a encender el audiómetro con las distintas partes en el exterior y a realizar la elaboración de los planos y la ingeniería para automatizar y optimizar el funcionamiento del equipo.

Luego de haber definido el procedimiento a seguir con la electrónica del equipo audiométrico se investigó en los diferentes centros especializados para determinar las características de la cabina audiométrica a diseñarse, es así que se visitó a los médicos más destacados en el campo de la audición, quienes nos recibieron con el mayor agrado y nos brindaron su total colaboración.

## **CAPITULO II**

### **GENERALIDADES**

#### **2. CONCEPTOS BÁSICOS**

##### **2.1 AUDIÓMETRO Y TÉCNICAS DE AUDIOMETRIA**

El audiómetro es un equipo utilizado con fines médicos para determinar los niveles de sordera en los seres humanos, consta de un circuito generador de frecuencias puras de sonido y de dispositivos especiales para el control, emisión y recepción de dichos tonos. Este instrumento emite tonos puros, que el ser humano no está acostumbrado a escuchar, ya que no existen como tales en la vida diaria. Las frecuencias generadas o estudiadas por el audiómetro son: 125 - 250 - 500 - 1000 - 2000 - 3000 - 4000 - 6000 y 8000 ciclos / segundo o hertz. Internamente está conformado por:

- Un atenuador de intensidad en decibeles entre los 0 y 110.
- Un generador de ruidos enmascarantes.
- Un vibrador óseo para el estudio de la audición ósea.
- Un micrófono para comunicarse con el paciente y realizar la discriminación de la palabra.

### **2.1.1 DECIBELES**

El decibel es una relación matemática del tipo logarítmica donde si aumenta 3 dB en un ruido, significa que se aumenta al doble la energía sonora percibida. El umbral de audición está en 0 dB, y el umbral de dolor en los 120 dB. Debido a que nuestro oído no responde igual a todas las frecuencias de un ruido, vale decir, que escuchamos mejor ciertos sonidos que otros dependiendo de su frecuencia. Se tiene el decibel A (dBA), la cual es otra unidad, basada en el dB, que es una aproximación de la percepción auditiva del oído humano y se obtiene mediante la utilización de un filtro incluido en el sonómetro de medición.

### **2.1.2 FRECUENCIA**

El número de veces que una oscilación se produce por segundo es lo que se conoce como frecuencia. La frecuencia del sonido se mide en Hertzios (Hz). Una persona con los oídos saludables puede oír frecuencias comprendidas entre los 16 a 20000 Hz.

### **2.1.3 TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS EN UNA AUDIOMETRÍA**

Un audiograma o audiometría es una prueba que se realiza para evaluar la capacidad de escuchar sonidos. Estos sonidos varían de acuerdo con la intensidad (volumen o fuerza) y con el tono (la velocidad de vibración de las ondas sonoras). La audición se produce cuando las ondas sonoras son conducidas a los nervios del oído interno y desde allí hasta el cerebro. Las ondas sonoras pueden viajar hasta el oído interno por medio de conducción de aire (a través del canal auditivo, el tímpano y los huesos del oído interno) o por conducción ósea (a través de los huesos que se encuentran alrededor y detrás del oído).

La intensidad del sonido se mide en decibeles (dB). Un susurro tiene aproximadamente 20dB, la música fuerte (algunos conciertos) tienen alrededor de 80 a 120 dB y el motor de un jet tiene más o menos de 140 a 180 dB. Los sonidos con más de 85 dB pueden usualmente ocasionar pérdida auditiva en unas pocas horas y los sonidos más

fuertes pueden ocasionar dolor inmediato y el desarrollo de pérdida auditiva en muy poco tiempo.

### **2.1.3.1 FORMA EN QUE SE REALIZA EL EXAMEN**

Se debe realizar una evaluación general para determinar la necesidad de un audiograma. Los procedimientos específicos pueden variar, pero generalmente implican la oclusión de un oído a la vez con el fin de evaluar la capacidad de escuchar susurros, luego palabras habladas o el sonido de tictac de un reloj. Para evaluar la capacidad general que se tiene de oír por conducción aérea y por conducción ósea, se puede utilizar un diapasón. El diapasón se golpea levemente y se mantiene en el aire a cada lado de la cabeza para evaluar la capacidad de audición por conducción aérea. Luego, se vuelve a golpear y se coloca sobre el hueso mastoideo, ubicado detrás de cada oído, para evaluar la capacidad de audición por conducción ósea.

El audiograma proporciona una medición más precisa de la audición. Para evaluar la conducción aérea se deben usar unos audífonos que están conectados al audiómetro. Los tonos puros, de intensidad controlada, son transmitidos generalmente a un oído a la vez. La persona debe indicar (levantando la mano, presionando un botón o por otro medio) el momento en que escuche un sonido para luego graficar la intensidad (volumen) mínima requerida para escuchar cada tono. Finalmente se coloca un complemento del audiómetro sobre el hueso ubicado detrás de cada oído para evaluar la conducción ósea.

### **2.1.3.2 PREPARACIÓN PARA EL EXAMEN**

Las personas adultas no necesitan preparación especial para este examen, lo que no sucede con los bebés y niños. La preparación física y psicológica que se puede brindar para éste o cualquier examen o procedimiento depende de la edad del niño, sus intereses, experiencias previas y grado de confianza.

### **2.1.3.3 IMPORTANCIA DEL EXAMEN**

Esta evaluación puede utilizarse para detectar la pérdida auditiva a una edad temprana y también cuando se presenta dificultad auditiva por cualquier causa. Entre las causas comunes de la pérdida de la audición se encuentran: infecciones crónicas del oído, tímpano roto o perforado, trauma acústico, pérdida de la audición por causas ocupacionales, lesión cerebral, condiciones hereditarias, enfermedades del oído interno y complicaciones causadas por consumo de medicamentos ototóxicos (medicamentos que pueden ser tóxicos para el nervio del oído interno, incluyendo ciertos antibióticos como la neomicina, diuréticos como el Lasix y grandes dosis de salicilato como la aspirina).

La prevención de la pérdida de la audición es más efectiva que su tratamiento cuando "el daño ya está hecho".

La disminución leve de la audición es normal después de los 20 años. Algún grado de sordera (o pérdida de la audición) afecta a 1 de cada 5 personas antes de la edad de 55 años. Esta condición por lo general se desarrolla gradualmente y muy rara vez termina en sordera completa.

De aquí la importancia de practicarse este examen, que podría prevenir daños mayores e incluso una pérdida total de la audición.

### **2.1.3.4 AUDIOMETRIA TONAL UMBRAL**

La investigación del umbral óseo es mucho más delicado de realizar y de interpretar, debido a que casi siempre debe eliminarse la audición del oído opuesto a través del enmascaramiento (esto es absolutamente indispensable). Sin enmascaramiento se toma, de hecho, el umbral de audición del oído opuesto (mejor que la del interrogado) atravesando el sonido la base del cráneo por conducción ósea transcraneana.

La mayoría de los audiómetros traen ciertos ruidos enmascaradores tales como el ruido blanco, banda estrecha, sierra, etc.

### **2.1.3.5 AUDIOMETRIAL TONAL SUPRALIMINAR**

Esta técnica se utiliza siempre que se encuentre una hipoacusia sensorineural uni o bilateral y permite así efectuar el diagnóstico diferencial entre una lesión sensorial (cortipatía) y una lesión neural (1° y 2° neuronas).

Ciertamente, la noción de distorsiones de la sensación sonora existe desde hace mucho tiempo, pero es, no obstante, el gran mérito de la audiología moderna haber permitido elaborar pruebas especiales para testear lo que pasa en el campo auditivo.

### **2.1.3.6 AUDIOMETRIA VOCAL**

También se considera una prueba supraliminar. Esta técnica pretende estudiar, a través de la discriminación de la palabra, graves alteraciones que se producen en el oído y vía auditiva. A medida que se incrementa la intensidad de un vocablo, aparecen tres variaciones diferentes:

- Umbral de detectabilidad: el sujeto percibe alguna cosa, pero no logra identificarla.
- Umbral de audibilidad: el sujeto comienza a reconocer el mensaje (acto neurosensorial puro), pero no comprende la significación en el lenguaje.
- Umbral de inteligibilidad: el sujeto escucha y comprende el mensaje sonoro.

La técnica del estudio de la discriminación de la palabra consiste en dictar 25 monosílabos a una intensidad confortable (aproximadamente 30 dB sobre el P.T.P. de 500, 1000 y 2000 HZ) y anotar el porcentaje de palabras correctamente repetidas. La falla en la discriminación dependerá del umbral auditivo y del tipo de hipoacusia.

## 2.2 AUDIOMETRO A REPARARSE

El audiómetro que posee el Instituto de Audición y Lenguaje “Enriqueta Santillán”, es un audiómetro de marca Maico, modelo MA – 32, que utiliza para la generación de frecuencias un conjunto de filtros activos basados en amplificadores operacionales de propósito general y una red de resistencias de precisión para controlar la atenuación de la señal.

En la Figura. 2.1 se puede observar la disposición de botones del panel frontal del audiómetro analógico antes de la modernización. Para el análisis del audiómetro se lo ha dividido de acuerdo al tipo de componentes que tiene el panel frontal, teniéndose los siguientes grupos:

1. Botones.
2. Selectores.
3. Pulsadores.
4. Potenciómetros.

### 2.2.1 BOTONES

Dispositivos que realizan la función de contactos o switches. En el audiómetro están conformados por botones los siguientes elementos:

1. Channel two mode.
2. Channel one.
3. Channel two input.

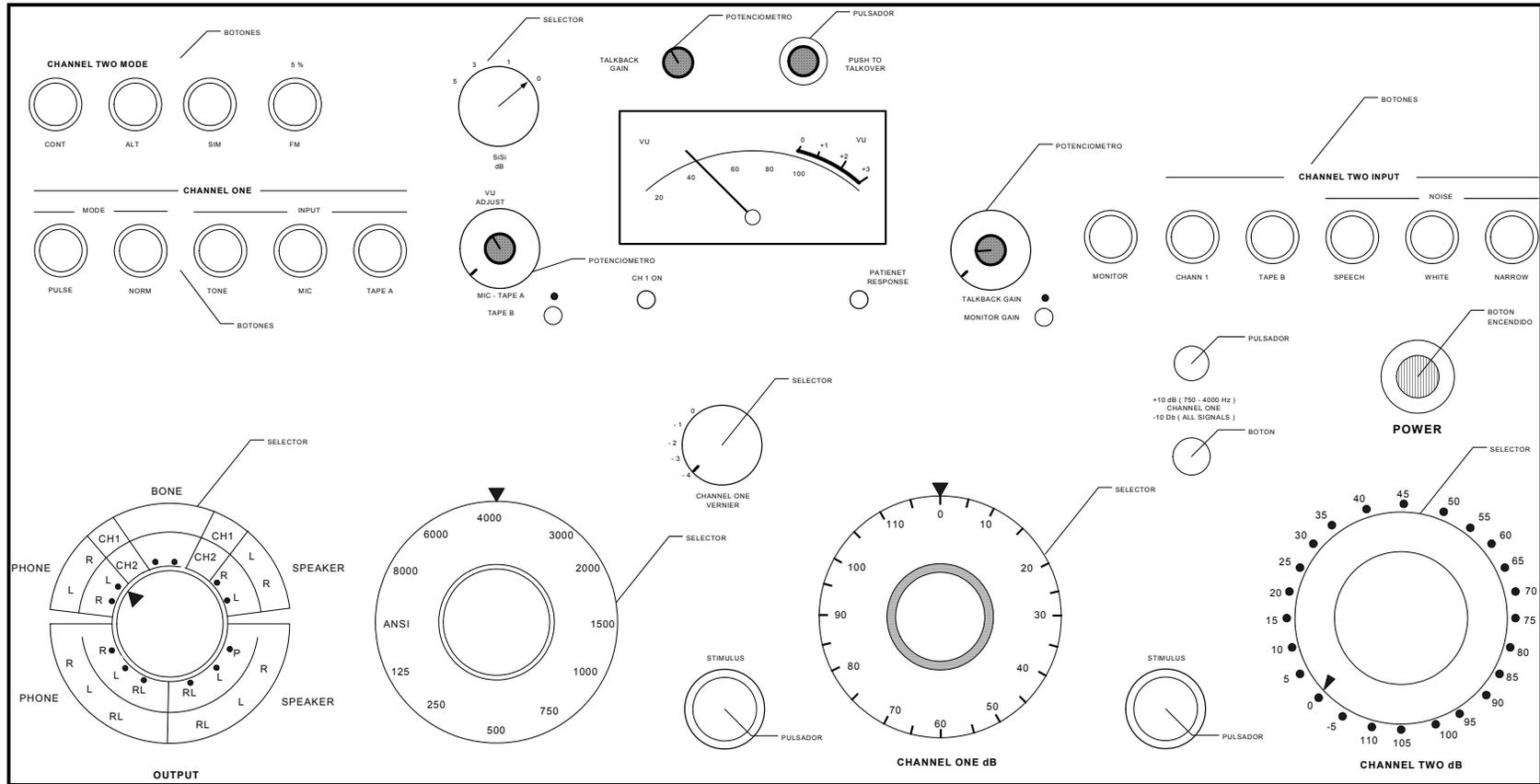


Figura. 2.1 Vista del Panel Frontal del audiómetro Maico MA-32

Los botones que conforman el audiómetro son mecánicos, es decir, que no son activados por ningún tipo de sistema digital o contacto digital, pueden ser simples, dobles o triples. Poseen un sistema de enclavamiento por resorte, lo que les permite activarse o desactivarse cuando se presiona o se vuelve a presionar respectivamente, cuando el botón no se presiona posee un par de contactos independientes que se encuentran normalmente cerrados y un par que se encuentra abierto, cuando se presiona el botón invierte su configuración.

### 2.2.1.1 CANAL DOS (CHANNEL TWO MODE)

Este grupo de botones sirve para seleccionar el modo de operación del segundo canal de generación de tonos, tiene tres distintos modos de operación y adicionalmente, se puede introducir una señal de FM a la frecuencia seleccionada, en channel two mode existen tres botones dependientes, es decir, solo uno de ellos puede estar seleccionado y un botón independiente como se observa en la Tabla. 2.1, el estado 1 indica la habilitación de la función mientras que el estado de 0 su deshabilitación y X indica la independencia de la función FM.

CONT	ALT	SIM	FM
1	0	0	X
0	1	0	X
0	0	1	X

**Tabla. 2.1 Dependencia de Botones**

X: Puede tomar independientemente el valor de 1 o 0 en cualquiera de los modos CONT, ALT o SIM.

### **2.2.1.2 CANAL UNO (CHANNEL ONE)**

Conformado por un grupo de botones es el canal principal para la generación de tonos. El grupo de botones que conforman channel one, de acuerdo al tipo y número de contactos se utilizará relees para reemplazar la función de activación estos botones.

### **2.2.1.3 ENTRADA DEL CANAL UNO (CHANNEL ONE INPUT)**

En channel one se encuentra un grupo de botones que están agrupados dentro de INPUT, los cuales se los utiliza para seleccionar la entrada para el canal uno, estos botones son dependientes, es decir, solo uno de ellos puede estar seleccionado, dentro de estos tenemos los siguientes:

### **2.2.1.4 TAPE A**

Se utiliza para ingresar una señal externa hacia el canal uno, esta señal puede ser de cualquier tipo, ya sea de un reproductor de cinta como se lo utilizaba hace algunos años o una señal de audio desde el PC o reproductor de CD.

### **2.2.1.5 MIC**

Se utiliza esta opción para ingresar por el canal uno la señal que proviene de un micrófono, el cual se conecta al audiómetro.

### **2.2.1.6 TONE**

Esta opción se la utiliza para generar los distintos tonos audibles en el canal uno, estos tonos audibles son controlados de acuerdo a la selección de frecuencia y atenuación en los distintos selectores.

### **2.2.1.7 CHANNEL ONE MODE**

En este grupo se encuentran dos botones independientes los cuales sirven para configurar el modo de funcionamiento del canal uno.

### **2.2.1.8 PULSE**

Cuando se presiona pulse se puede ingresar en el canal, un estímulo de pulsos a la frecuencia a la cual se encuentra el generador de tonos.

### **2.2.1.9 NORM**

Cuando es seleccionada esta opción se tiene a la entrada del canal uno un tren consecutivo de pulsos de estímulo a la frecuencia del generador.

### **2.2.1.10 ENTRADA DEL CANAL DOS (CHANNEL TWO INPUT)**

Con este grupo de botones se puede configurar cuál es la entrada para el canal dos. Dentro de este grupo solo monitor es independiente los demás son botones dependientes de los demás, es decir, solo uno de ellos puede estar seleccionado.

## **2.2.2 SELECTORES**

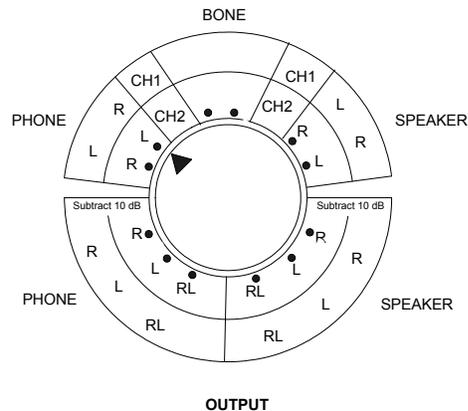
Este grupo está conformado por todos los elementos que contengan dispositivos de selección en forma circular, como se puede observar en la Figura 2.1 los siguientes elementos que poseen selectores son los siguientes:

1. Selector OUTPUT o de salida.

2. Selector de FREQUENCY
3. Selector CHANNEL ONE.
4. Selector CHANNEL TWO.
5. Selector CHANEL ONE VERNIER
6. Selector SiSi dB.

### 2.2.2.1 SELECTOR OUTPUT

Este selector denominado OUTPUT o en español salida sirve para configurar que canal se utiliza para la salida de audio, en la Figura. 2.2 se puede observar como se ve el selector de salida.

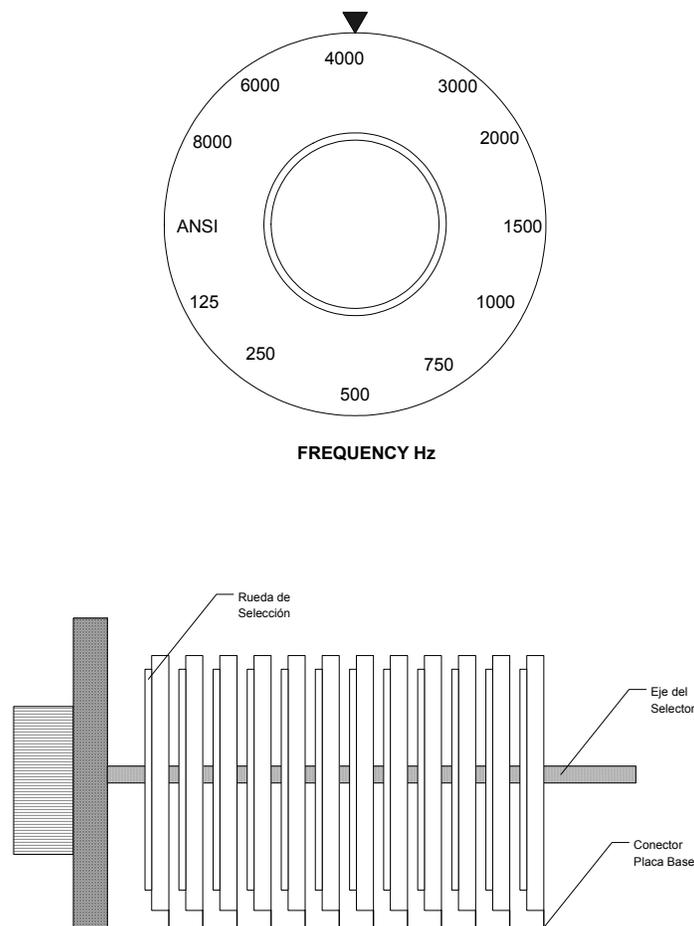


**Figura. 2.2 Selector OUTPUT**

El selector de la Figura. 2.2 es un selector de 12 posiciones, en el que se puede elegir que tipo de salida o canal se desea utilizar.

### 2.2.2.2 SELECTOR DE FRECUENCIAS

Este selector permite seleccionar la frecuencia a la que se genera un tono, en la Figura. 2.3 se observa la vista frontal del selector así como su vista lateral, la cual nos permite darnos cuenta del posicionamiento de las placas que actúan como contactos de forma simultánea.



**Figura. 2.3 Selector frequency**

El selector de frecuencia tiene doce placas las cuales se colocan en una determinada posición para generar un tono, cuando se mueve el eje central rueda una escobilla circular por cada uno de los selectores, ubicando de esta manera en una posición determinada.

La escobilla tiene un contacto común y a medida que se mueve el eje de selección, este punto central conmuta con cada uno de los contactos seleccionando de esta manera una configuración diferente. La escobilla esta conformada de un material conductor que no se deforma y que se lo utiliza para unir la parte central con cada uno de los contactos obteniéndose una configuración diferente para la selección de las distintas frecuencias.

### 2.2.2.3 SELECTOR CHANNEL ONE

Este selector configura la atenuación en decibels de la frecuencia generada, en este caso para el canal uno. En la Figura. 2.4 se observa el selector channel one. En este selector se tiene 24 distintas combinaciones de resistencias, las cuales ingresan a un filtro que atenúa la señal que se esta generando. Esta red de resistencias es de gran precisión y para la selección se dispone de una escobilla que barre el contacto común y los 24 contactos dispuestos.

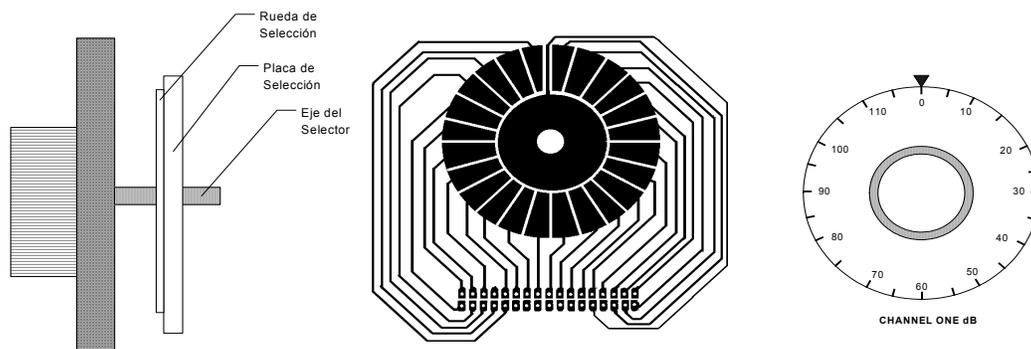
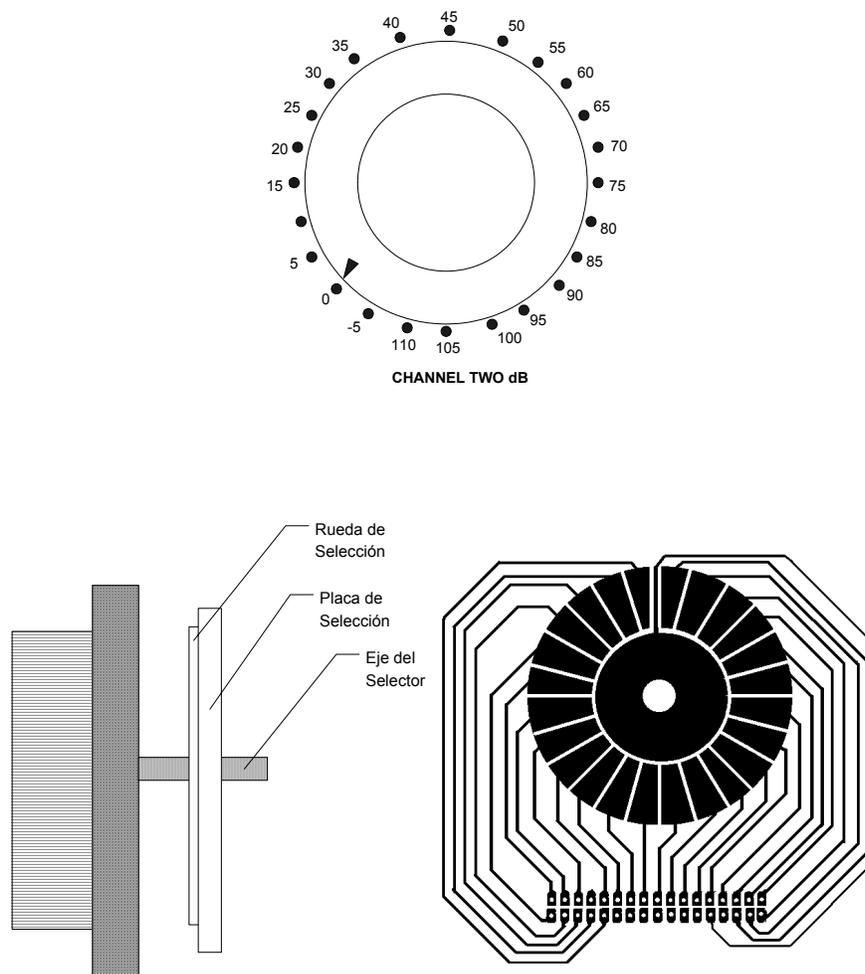


Figura. 2.4 Selector De Db Para el Chanel One

### 2.2.2.4 SELECTOR CHANNEL TWO

Este selector configura la atenuación en decibels de la frecuencia generada, en este caso para el canal dos. En la Figura. 2.5 se observa el selector channel two.

Este selector tiene 24 distintas combinaciones de resistencias, las cuales ingresan a un filtro que atenúa la señal que se esta generando. Esta red de resistencias es de gran precisión y para la selección se dispone de una escobilla que barre el contacto común y los 24 contactos dispuestos.

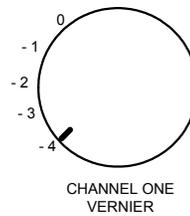


**Figura. 2.5 Selector de dB para el Channel Two.**

El selector del canal dos y uno son exactamente iguales ya que los dos canales tienen la capacidad de atenuar la señal generada en iguales rangos.

#### **2.2.2.5 SELECTOR CHANNEL ONE DE AJUSTE FINO**

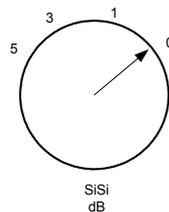
El selector channel one vernier es un selector de 5 posiciones como se observa en la Figura. 2.6 En este selector se tiene una calibración especial adicional para el generador de frecuencias en su atenuación.



**Figura. 2.6 Selector Channel One Vernier**

### 2.2.2.6 SELECTOR SISI Db

Este es un selector de 4 posiciones que sirve para atenuar la señal. Este selector se observa en la Figura. 2.7



**Figura. 2.7 Selector SiSi dB**

### 2.2.3 PULSADORES STIMULUS

Son parte importante para la realización del examen, son pulsadores normalmente abiertos que cierran el contacto cuando se los mantiene presionados y permiten que los tonos se conmuten con el audifono.

#### 2.2.3.1 PULSADOR PUSH TO TALKOVER

Cuando se presiona este pulsador, se puede hablar a través del micrófono sin necesidad de configurar en CHANNEL ONE, se puede hablar mientras se presiona este pulsador. A diferencia de los botones que se quedan enclavados, este tipo de pulsador tiene la misma configuración con la diferencia que los contactos se cierran mientras este presionado.

### **2.2.3.2 PULSADOR CHANNEL ONE**

Este pulsador incrementa en +10 dB en un rango de frecuencias que van desde 750 Hz hasta 4000Hz.

### **2.2.4 POTENCIOMETROS**

Los potenciómetros que se utiliza en el audiómetro son logarítmicos y se los utiliza para incrementar las ganancias tanto del micrófono como de los parlantes en las salidas de los dos canales.

### **2.2.5 MODERNIZACION**

Luego de revisar la estructura del audiómetro y analizar la circuiteria interna se llevo a las siguientes conclusiones para proceder a la modernización:

#### **2.2.5.1 FILTROS**

Se conservará la configuración original de los filtros tanto de generación de frecuencias como de atenuación, ya que los mismos son de gran precisión y exactitud.

#### **2.2.5.2 SELECTORES**

En los selectores se mantendrá el dispositivo de selección analógico, ya que está dispuesto de resistencias de precisión y al tratar de manipular con contactos analógicos se afectaría la resistencia que sirve para la generación de tonos.

En los selectores de frecuencia y salida se procederá a colocar un dispositivo de posicionamiento para realizar la adquisición de datos.

En los demás selectores donde la complejidad de su arquitectura no sobrepasa los 24 contactos de selección se procederá a colocar un sistema de contactos mediante relés que serán controlados desde el procesador central.

### **2.2.5.3 BOTONES**

Los botones del panel frontal se sustituirán por una placa de relés que actuarán como contactos en una determinada combinación, estos botones se activarán por software desde el nuevo panel frontal.

### **2.2.5.4 POTENCIOMETROS**

Los potenciómetros se conservarán pues no se puede alterar la arquitectura de las ganancias de los filtros, así como de los amplificadores de audio, donde intervienen los potenciómetros.

En la digitalización del audiómetro se manejará la información en una pantalla de cristal líquido, donde se podrá visualizar de mejor manera toda la información de los parámetros que se estén utilizando en el proceso de la audiometría.

Se dispondrá de un menú en la pantalla para la operación del audiómetro y los comandos se ejecutarán desde un teclado, haciendo el audiómetro más fácil de usar y la información más sencilla de interpretar, gracias a la interfaz gráfica con la que se contará, teniéndose toda la información desplegada en una misma pantalla.

Se implantará un sistema de adquisición de datos, lo cual permitirá manipular la información y transmitirla a un computador.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DE LA MODERNIZACION**

#### **3.1 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL HARDWARE**

En la Figura. 3.1 se puede observar el diagrama de bloques del nuevo hardware implantado en el audiómetro.

##### **3.1.1 AMPLIACION PUERTOS ENTRADA / SALIDA**

Para la leer la información de los selectores y para activar las bobinas de las placas de relés se necesita un gran número de salidas y entradas, razón por la cual se realizó una ampliación de puertos, tanto de entrada como de salida.

La ampliación de puertos se implemento con integrados 74LS373, tanto para lectura como para escritura. El bus de datos bidireccional es manejado por el puerto C del microcontrolador y el decodificador de dirección de puertos es manejado por el puerto A utilizando los bits A0 – A3. Para el decodificador de puertos se utilizó el 74LS154 que es un decodificador de 4 entradas y 16 salidas.

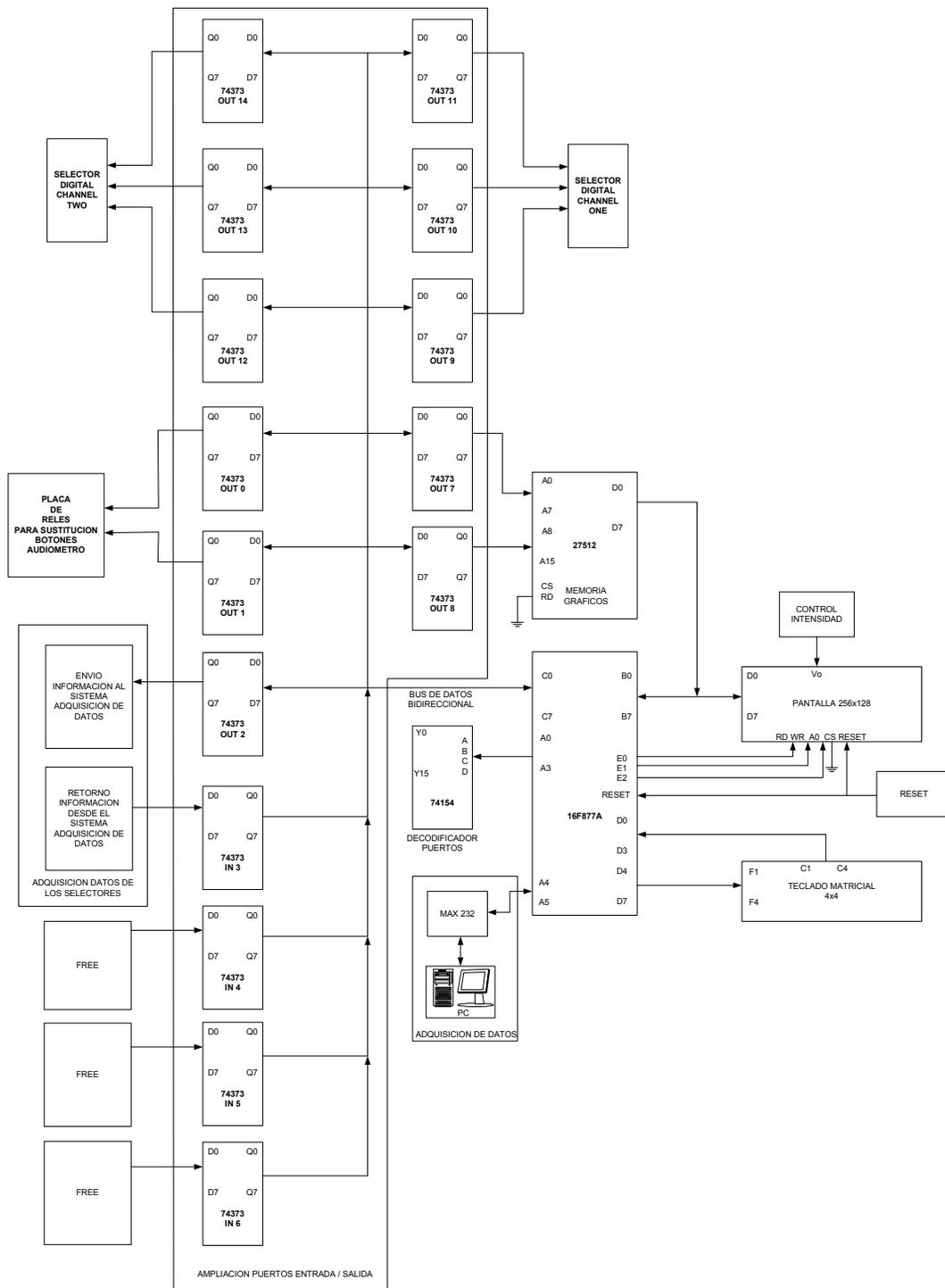


Figura. 3.1. Diagrama de bloques de la modernización

### 3.1.1.1 PUERTOS DE SALIDA

En la Tabla. 3.1. se observa la disposición de los puertos de salida que se necesitan para manejar las placas de relés. Mediante estos puertos se activa las bases de un conjunto de transistores de propósito general (2N2222), que controlan la activación de las bobinas de los relés. Se implementaron dos puertos de salida para manejar el bus de direcciones de la memoria 27512, la cual tiene 16 líneas de dirección desde A0 – A15. El primer puerto de salida maneja el byte menos significativo de direcciones y el segundo puerto de salida maneja el byte más significativo de direcciones. En la Tabla. 3.2. se observa la disposición de los puertos de salida para manejar las direcciones de la memoria.

DIRECCION	PUERTO	SALIDA
00H	OUT 0.0	NARROW
	OUT 0.1	WHITE
	OUT 0.2	SPEECH
	OUT 0.3	TAPE B
	OUT 0.4	CHAN 1
	OUT 0.5	MONITOR
	OUT 0.6	LIBRE
	OUT 0.7	LIBRE
01H	OUT 1.0	TAPE A
	OUT 1.1	MIC
	OUT 1.2	TONE
	OUT 1.3	NORM
	OUT 1.4	PULSE
	OUT 1.5	ALT
	OUT 1.6	SIM
	OUT 1.7	FM
02H	OUT 2.0	D0 PIC-2
	OUT 2.1	D1 PIC-2
	OUT 2.2	D2 PIC-2
	OUT 2.3	D3 PIC-2
	OUT 2.4	D4 PIC-2
	OUT 2.5	D5 PIC-2
	OUT 2.6	D6 PIC-2
	OUT 2.7	D7 PIC-2

**Tabla. 3.1. Direcciones puertos de salida para placas de relés**

DIRECCION	PUERTO	SALIDA
08H	OUT 8.0	A0
	OUT 8.1	A1
	OUT 8.2	A2
	OUT 8.3	A3
	OUT 8.4	A4
	OUT 8.5	A5
	OUT 8.6	A6
	OUT 8.7	A7
09H	OUT 9.0	A8
	OUT 9.1	A9
	OUT 9.2	A10
	OUT 9.3	A11
	OUT 9.4	A12
	OUT 9.5	A13
	OUT 9.6	A14
	OUT 9.7	A15

**Tabla. 3.2. Direcciones puertos de salida manejo de direcciones de memoria**

### 3.1.1.2 PUERTOS DE ENTRADA

Los puertos de entrada leen la información de los codificadores. En la Tabla. 3.3. se muestra las direcciones de los puertos de entrada para los codificadores FREQUENCY y OUTPUT.

En la Tabla. 3.4. se muestra las direcciones de los puertos de entrada para los codificadores de los selectores FREQUENCY y OUTPUT.

En la Figura. 3.2. se observa el diagrama del circuito para la ampliación de los puertos de entrada y salida utilizando el latch 74LS373.

DIRECCION	PUERTO	ENTRADA
03H OUTPUT LSB	IN 3.0	IN0 MODE
	IN 3.1	IN1 MODE
	IN 3.2	IN2 MODE
	IN 3.3	IN3 MODE
	IN 3.4	IN4 MODE
	IN 3.5	IN5 MODE
	IN 3.6	IN6 MODE
04H FREQUENCY LSB	IN 3.7	IN7 MODE
	IN 4.0	IN0 FREC
	IN 4.1	IN1 FREC
	IN 4.2	IN2 FREC
	IN 4.3	IN3 FREC
	IN 4.4	IN4 FREC
	IN 4.5	IN5 FREC
	IN 4.6	IN6 FREC
IN 4.7	IN7 FREC	

**Tabla. 3.3. Direcciones LSB puertos de entrada codificadores FREQUENCY y OUTPUT**

Se cuenta con 5 puertos de salida y 4 puertos de entrada, los cuales utilizan el puerto C del microcontrolador funcionando bidireccionalmente.

Para los puertos de salidas se utilizó 74373, los cuales están siempre habilitados, aún cuando se encuentren en su estado de alta impedancia, estos integrados pueden capturar un dato externo y almacenarlo. Cuando la línea OC es habilitada por el decodificador dependiendo de la dirección que es controlada por el puerto A se deshabilita el estado de alta impedancia y el microcontrolador puede leer el dato por el puerto C del microcontrolador.

El bus de datos, puede recibir o entregar datos utilizando la propiedad de alta impedancia, teniendo en cuenta que cuando el bus de datos funciona como salida, se debe configurar el registro TRISC para que funcione el puerto C como salida y cuando se realiza una lectura se debe configurar el TRISC para que funcione el puerto C como entrada.

DIRECCION	PUERTO	ENTRADA
05H OUTPUT FREQUENCY MSB	IN 5.0	IN8 MODE
	IN 5.1	IN9 MODE
	IN 5.2	IN10 MODE
	IN 5.3	IN11 MODE
	IN 5.4	IN8 FREC
	IN 5.5	IN9 FREC
	IN 5.6	IN10 FREC
06H LIBRE	IN 5.7	IN11 FREC
	IN 6.0	LIBRE
	IN 6.1	LIBRE
	IN 6.2	LIBRE
	IN 6.3	LIBRE
	IN 6.4	LIBRE
	IN 6.5	LIBRE
	IN 6.6	LIBRE
IN 6.7	LIBRE	

**Tabla. 3.4. Direcciones MSB puertos de entrada codificadores FREQUENCY y OUTPUT.**

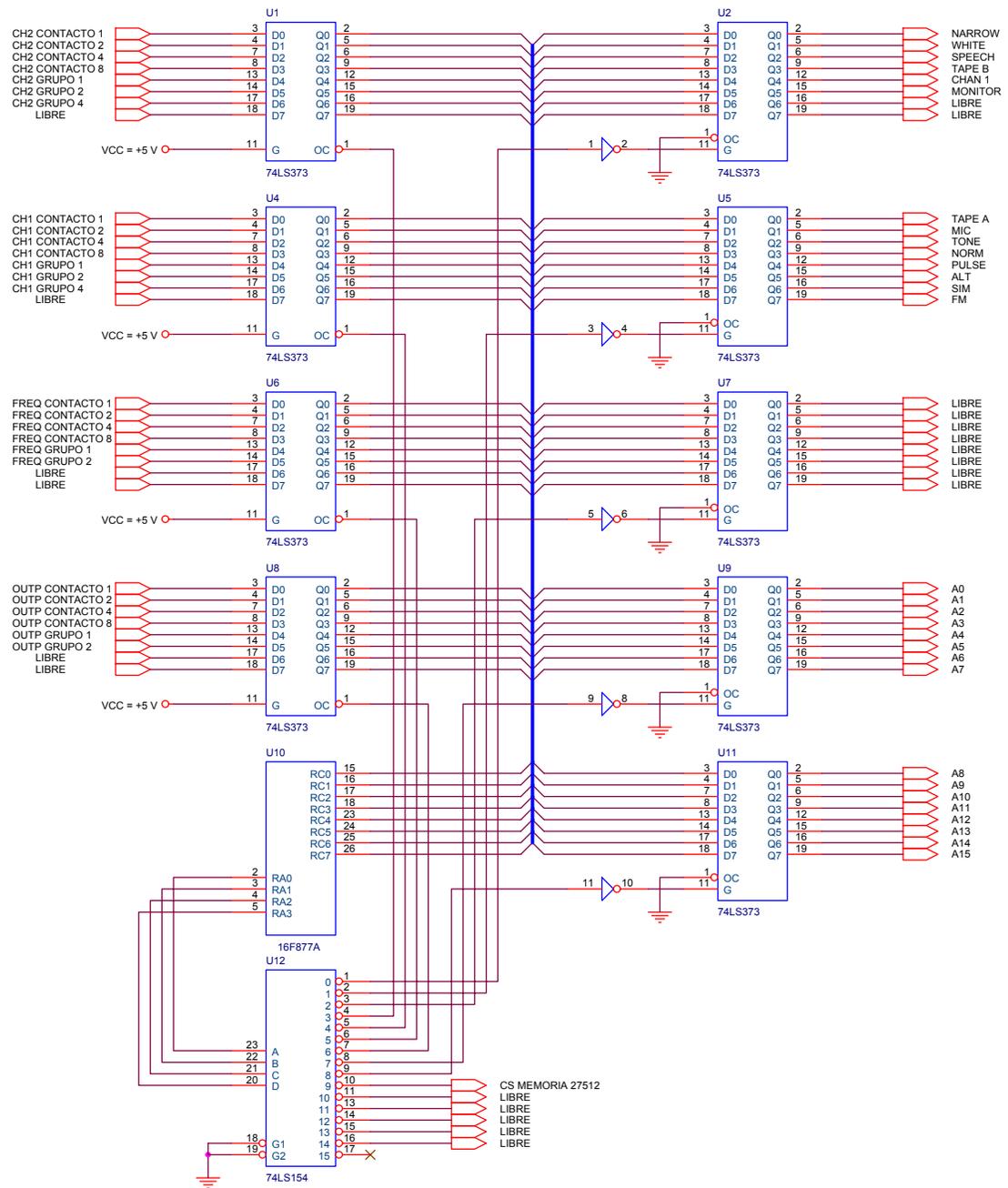


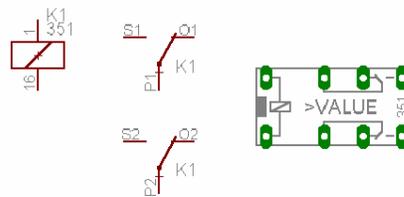
Figura. 3.2. Circuito de la ampliación de puertos de entrada / salida

Para que ninguna dirección esté habilitada, el puerto A del microcontrolador siempre está en la dirección 15, y cuando se desea utilizar una salida se envía el dato por el puerto C y se habilita la dirección del puerto que se desea utilizar mediante el puerto A y a continuación se vuelve a deshabilitar todos los puertos. Y cuando se desea realizar una lectura se habilita la dirección del puerto de entrada.

### 3.1.2 REMPLAZO DE BOTONERAS POR LA PLACA DE RELES

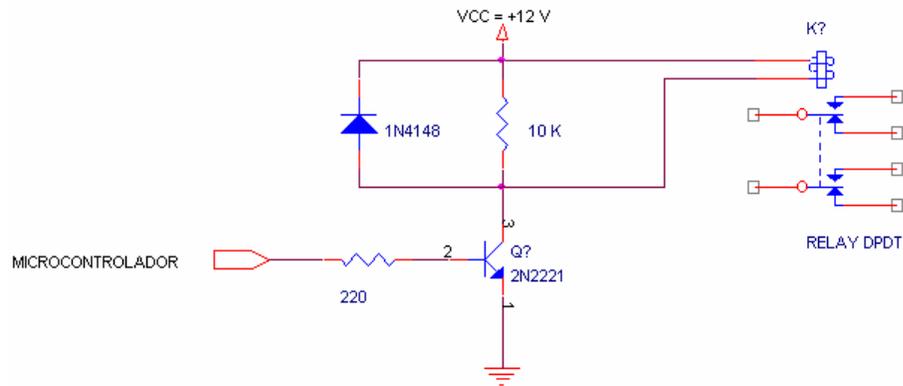
La estructura de los botones son contactos normalmente abiertos. Estos contactos se cierran cuando se presiona cualquiera de los botones, los mismos que son sustituidos por relés y su activación será controlada por el microcontrolador 16F877-A.

En la Figura. 3.3. se muestra las características del dispositivo que se utilizó para la conmutación (Relé), que cuenta con dos contactos uno normalmente cerrado y otro normalmente abierto.



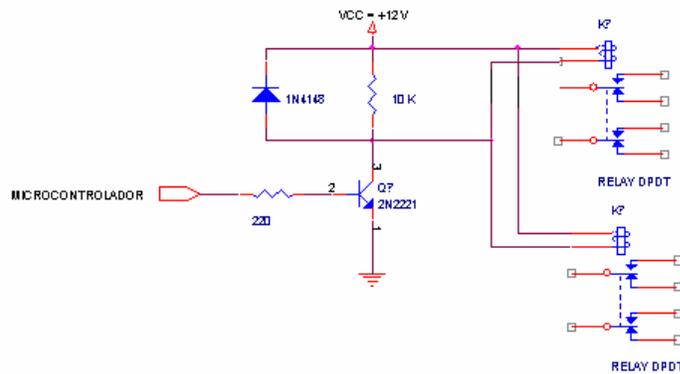
**Figura. 3.3. Relé reemplazo de botones**

Para la activación de los relés se utiliza el circuito de la Figura. 3.4. el cual cuenta con un transistor en corte y saturación para activar y desactivar la bobina del relé.



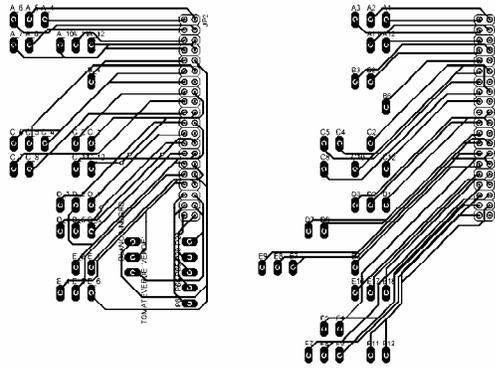
**Figura. 3.4. Circuito activación Bobina Relé**

Para sustituir un botón doble se conectan dos relés como se observa en la Figura. 3.5.



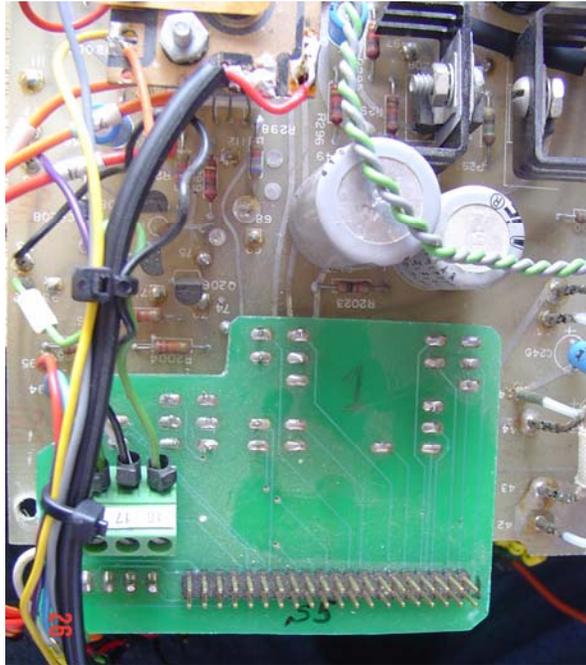
**Figura. 3.5. Botón doble sustituido por dos relés**

Para el botón triple al igual que el botón doble se colocan tres relés. Los botones mecánicos que poseía el audiómetro son sustituidos por una placa de relés que es controlada por el microcontrolador. Para esto se procedió a quitar de la placa de circuito del audiómetro cada uno de los botones mecánicos quedando en la placa del audiómetro solo los zócalos de los botones que se retiraron. En esta placa que contiene los zócalos libres, se montó una placa auxiliar que contiene un conector de un bus de datos que conecta la placa del audiómetro con cada placa de relés. En la Figura. 3.6. se muestra la placa que se montó sobre la placa del audiómetro.

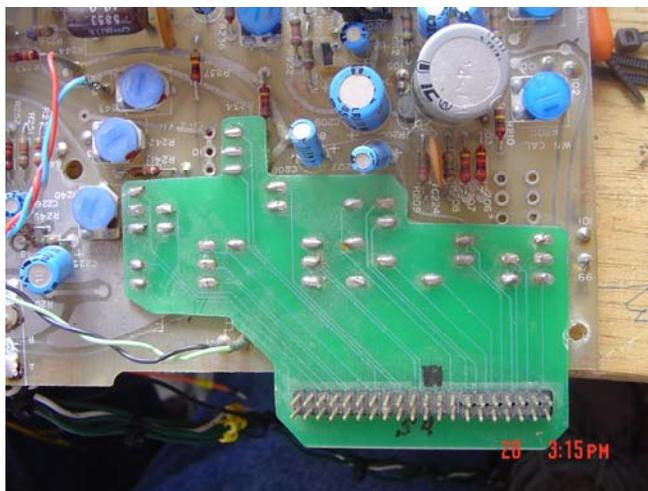


**Figura. 3.6. Montaje sobre placa del audiómetro**

En la Figura. 3.7A. y Figura. 3.7B. se muestra la implementación sobre la placa principal del audiómetro.



**Figura. 3.7A. Montaje sobre placa del audiómetro CHANNEL ONE**



**Figura. 3.7B. Montaje sobre placa del audiómetro CHANNEL TWO**

Se diseñaron dos placas de relés para cada uno de los canales. En la Figura. 3.8. se muestra la primera placa de relés que contiene el circuito que sustituye a los botones.



**Figura. 3.8. Circuito de la primera placa de relés**

Las placas de relés son controladas por el software del microcontrolador cuando se activan las distintas opciones que se disponen en pantalla.

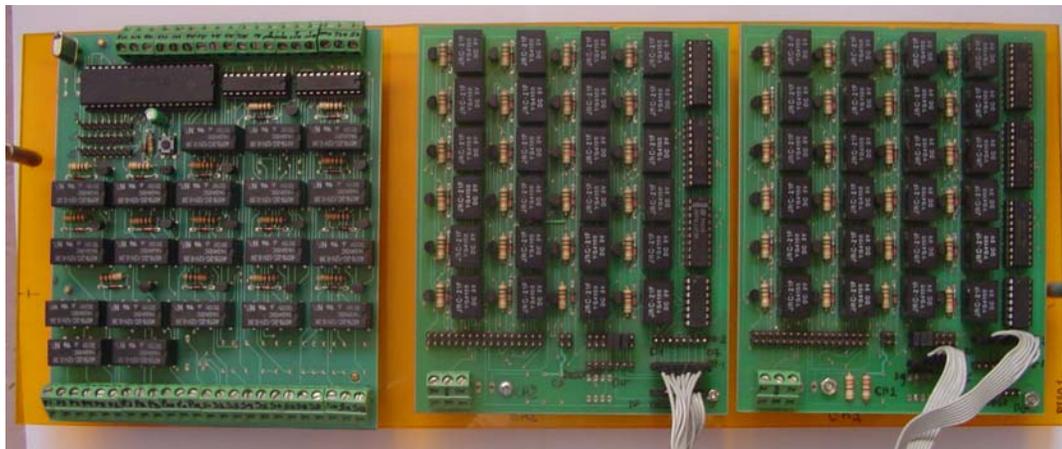
### 3.1.3 CODIFICADORES SELECTORES

Los selectores no cambiaron en su arquitectura, ya que el número de contactos es demasiado grande, como por ejemplo el selector de frecuencia tiene 121 contactos, lo que ameritaría utilizar 121 relés.

Para los selectores se diseñó un sistema de codificación de posición, y en la pantalla que se utiliza, se despliega la información de cada uno de ellos, dependiendo en que posición se encuentren.

#### 3.1.3.1 CODIFICADOR CHANNEL ONE, TWO

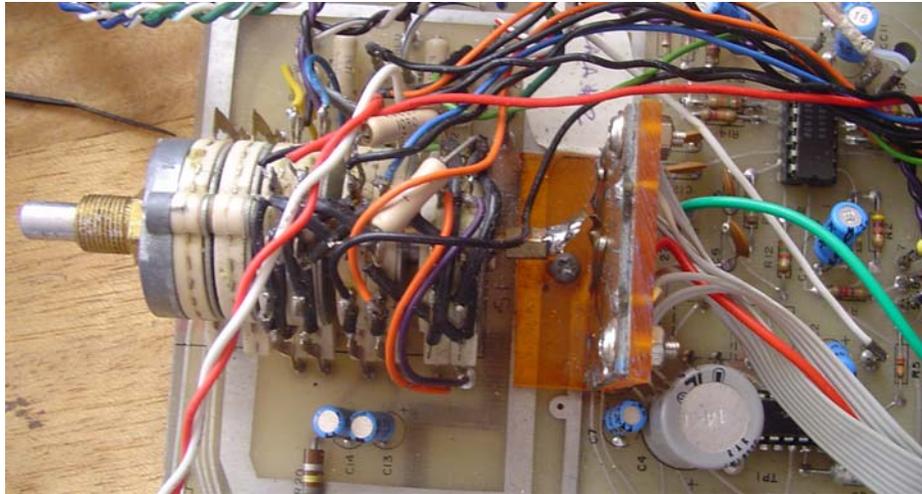
El codificador que se utiliza para el selector y que corresponde al canal uno es el mismo que se utilizó para el selector correspondiente al canal dos, debido a que la red de resistencias que forman estos selectores son las mismas para ambos selectores. En la Figura. 3.9. se muestra el diseño de la placa de circuito impreso para los selectores CHANNEL ONE y CHANNEL TWO.



**Figura. 3.9. Sistema codificador selectores canal uno y dos**

### 3.1.3.2 CODIFICADOR FREQUENCY, OUTPUT

El principio de codificación para estos dos selectores es el mismo que se utiliza en CHANEL ONE Y CHANEL TWO, pero con la diferencia que estos selectores poseen 12 contactos. En la Figura. 3.10. se puede observar el codificador de los selectores FREQUENCY y OUTPUT.



**Figura. 3.10. Sistema codificador selectores FREQUENCY y OUTPUT**

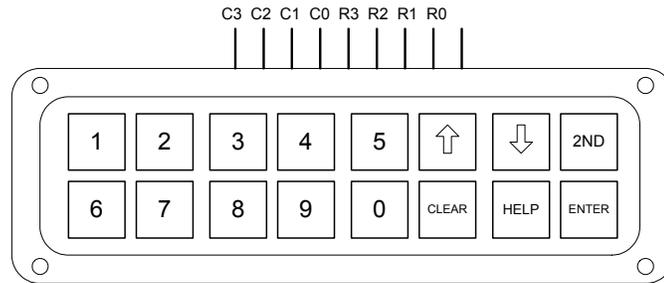
### 3.1.4 INGRESO DE DATOS

Los datos se ingresan a través del teclado y son procesados por el controlador y enviados hacia la pantalla para su visualización, así también estos datos son enviados a través del puerto serial al computador para que la información ingrese a la base de datos.

#### 3.1.4.1 INGRESO DE DATOS DESDE EL TECLADO

La forma principal de ingresar los datos es a través del teclado que se dispone en el panel frontal. Esto se lo realiza con una subrutina de barrido de teclado para no utilizar ningún dispositivo adicional que realice esta tarea.

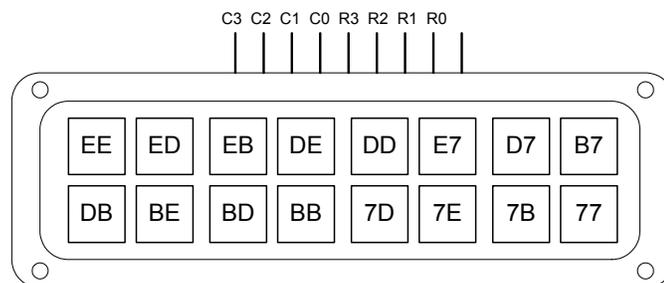
El teclado que se ha utilizado es un teclado matricial de membrana y se muestra en la Figura. 3.11.



**Figura. 3.11. Teclado matricial 2x8**

Este teclado está dividido en 4 filas y 4 columnas para formar la matriz de datos. Para detectar que tecla está siendo presionada se implementó una subrutina de barrido de teclado, donde por las filas se enviará una secuencia de datos para detectar si alguna columna ha sido activada.

En la Figura. 3.12. se observa a que tecla corresponde cada código del barrido de teclado. En la Tabla. 3.5. se muestra el código para la subrutina de barrido de teclado que se utilizó en el algoritmo.



**Figura. 3.12. Códigos de barrido de teclado**

En la Figura. 3.13. se observa el circuito de conexión del teclado con el microcontrolador.

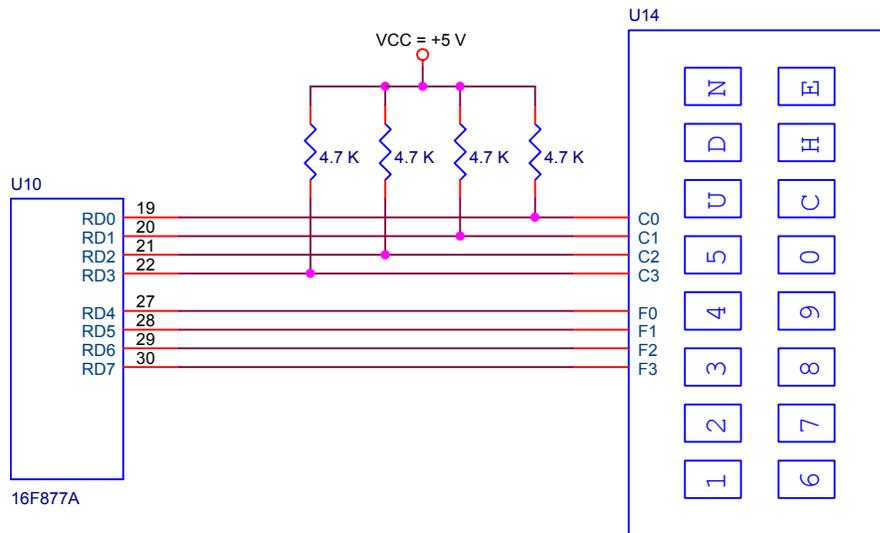


Figura. 3.13. Circuito conexión teclado y microcontrolador

R3	R2	R1	R0	C3	C2	C1	C0	HEX
1	1	1	0	1	1	1	0	EE
1	1	1	0	1	1	0	1	ED
1	1	1	0	1	0	1	1	EB
1	1	1	0	0	1	1	1	E7
1	1	0	1	1	1	1	0	DE
1	1	0	1	1	1	0	1	DD
1	1	0	1	1	0	1	1	DB
1	1	0	1	0	1	1	1	D7
1	0	1	1	1	1	1	0	BE
1	0	1	1	1	1	0	1	BD
1	0	1	1	1	0	1	1	BB
1	0	1	1	0	1	1	1	B7
0	1	1	1	1	1	1	0	7E
0	1	1	1	1	1	0	1	7D
0	1	1	1	1	0	1	1	7B
0	1	1	1	0	1	1	1	77

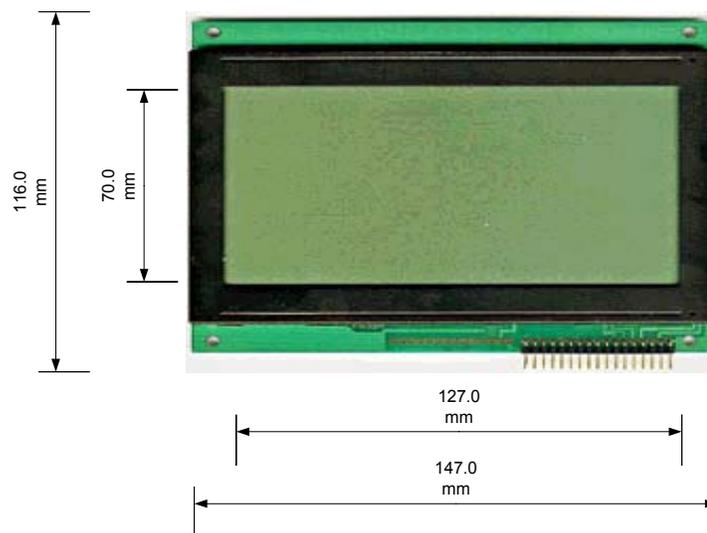
Tabla. 3.5. Tabla de barrido de teclado

### 3.1.5 PANTALLA HG25504NG - 01

Para la visualización de datos del audiómetro se dispone de una pantalla de cristal líquido de marca HYUNDAI HG25504NG – 01 de 256 x 128 píxeles, que se observa en la Figura. 3.14.

La pantalla que se observa en la Figura. 3.14. tiene el controlador SED1330F de EPSON, que pertenece a una familia de controladores para LCD que puede manejar texto y gráficos al mismo tiempo. Se maneja texto en la primera capa (layer) como un LCD convencional y en la siguiente capa maneja gráficos siendo cada una independiente en el posicionamiento de memoria interna de la pantalla.

El controlador SED1330F posee un generador interno de 160 caracteres de 5 x 7 píxeles contenidos en una ROM interna. Además el generador de caracteres soporta 64 caracteres de 8 x 16 píxeles y 256 caracteres utilizando el generador de caracteres externo.

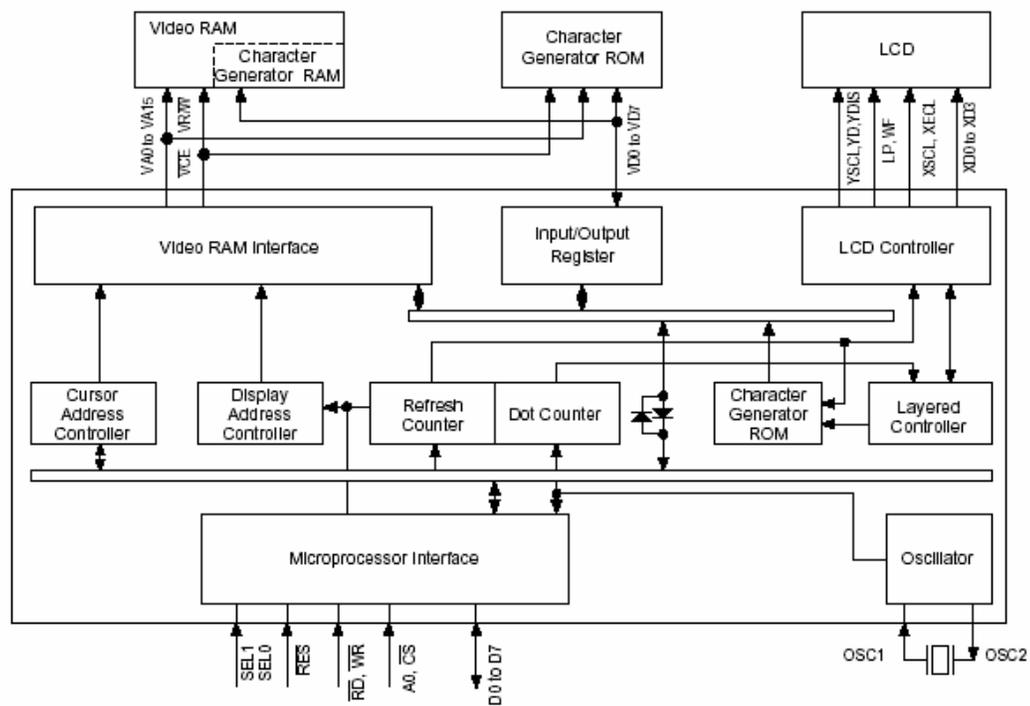


**Figura. 3.14. Pantalla HYUNDAI HG25504NG – 01**

El controlador SED1330F tiene un consumo de corriente de 3.5 mA, como corriente de operación y 0.05  $\mu$ A en modo standby. Funciona con una fuente de voltaje de 4.5 - 5.5 V.

Es compatible con la familia de microprocesadores 8080 y 6800.

En la Figura. 3.15. se observa el diagrama de bloques interno del SED1330F.



**Figura. 3.15. Diagrama de bloques SED1330F**

En la Tabla. 3.6. se pueden observar las características eléctricas de la pantalla.

De acuerdo a las características eléctricas de la Tabla. 3.6. se necesitan dos fuentes de voltaje una de 5V para manejar la parte lógica del LCD y otra fuente  $V_0$  que sirve para los manejadores internos del LCD.

Item	Símbolo	Especificación de valores			Unidad	Condición	
		Min.	Típico	Max			
Fuente De Voltaje	Lógico	VDD - VSS	4.5	5.0	5.5	V	Ninguna
	LCD	VDD - Vo	-	16.5	-	V	T = 0 °C
			14.3	15.1	15.9	V	T = 25 °C
			-	13.7	-	V	T = 50 °C
Fuente de Corriente	Lógico	IDD	-	10.0	15.0	Ma	
	LCD	Io	-	5	7.5	mA	
Voltaje de entrada	Nivel Alto	VIN	0.8 VDD	-	VDD	V	Ninguna
	Nivel Bajo	VIL	0	-	0.2 VDD	V	Ninguna

**Tabla. 3.6. Características eléctricas de la pantalla**

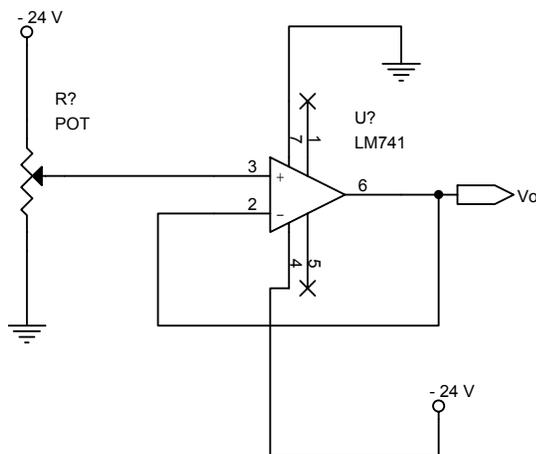
En la Tabla. 3.7. se observa la distribución de pines que conforman la pantalla.

El pin N° 4 que se observa en la Tabla. 3.7. es el que controla los manejadores internos de la pantalla, es decir, es el que controla la intensidad con la que pueden ser vistos los caracteres o gráficos desplegados en pantalla, para cumplir las características eléctricas como se observa en la Tabla. 3.6. se implemento el circuito que se observa en la Figura. 3.15-B. para Vo.

El voltaje que indica las características eléctricas es:  $VDD - V_o = 15.1$ , si  $VDD = 5V$ , entonces  $V_o = - 10.1 V$ . Esta es la razón por la que la entrada al amplificador operacional es una fuente de  $-24V$  ya que el máximo permitido es  $VDD - V_o = 30V$ .

Pin N°	Símbolo	Nivel	Función
1	FG	0V	Tierra del marco
2	VSS (GND)	0V	Tierra
3	VDD (VCC)	+5V	Fuente de voltaje para LCD y parte lógica
4	V <sub>o</sub>	-	Voltaje de operación LCD (variable).
5	/RES	H / L	Señal de Reset
6	/RD	H / L	Señal de lectura
7	/WR	H / L	Señal de escritura
8	/CS	H / L	Señal de selección chip
9	A0	H / L	Señal indicación tipo de dato
10	DB0	H / L	Bit 0 del dato
11	DB1	H / L	Bit 1 del dato
12	DB2	H / L	Bit 2 del dato
13	DB3	H / L	Bit 3 del dato
14	DB4	H / L	Bit 4 del dato
15	DB5	H / L	Bit 5 del dato
16	DB6	H / L	Bit 6 del dato
17	DB7	H / L	Bit 7 del dato

**Tabla. 3.7. Asignación de pines de la pantalla**



**Figura. 3.15-B. Fuente de voltaje para V<sub>o</sub>**

Una de las ventajas de utilizar el amplificador operacional es que maneja una pequeña entrada de corriente que consume de la fuente de voltaje y suministra a la salida una corriente de 10mA, suministrando fácilmente los 5 mA requeridos para el funcionamiento del panel.

Además se utilizó el amplificador operacional con ganancia unitaria ya que si solo se hubiese utilizado el potenciómetro al conectar la carga del panel, el suministro de corriente no es estable provocando una variación en la intensidad con que se visualizan los caracteres y gráficos en la pantalla.

### 3.1.5.1 CONFIGURACION DE LA PANTALLA

La configuración de la pantalla se realiza enviando una serie de caracteres de comando antes de utilizarla. En la Tabla. 3.8. se observa el conjunto de instrucciones del LCD.

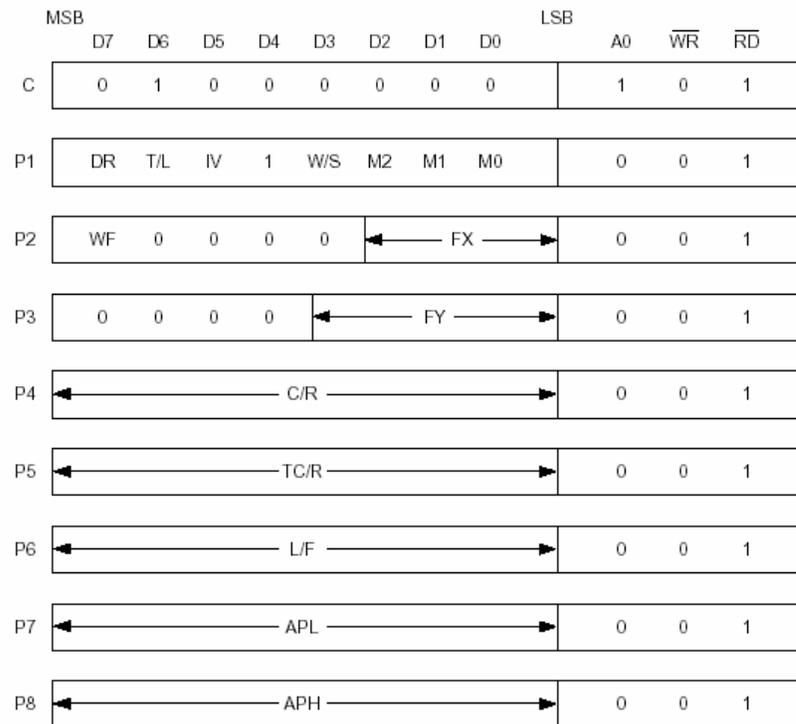
Class	Command	Code											Hex	Command Description	Command Read Parameters	
		$\overline{RD}$	$\overline{WR}$	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0			No. of Bytes	Section
System control	SYSTEM SET	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	40	Initialize device and display	8	3.2.1
	SLEEP IN	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	53	Enter standby mode	0	3.2.2
Display control	DISP ON/OFF	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	D	58, 59	Enable and disable display and display flashing	1	3.3.1
	SCROLL	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	44	Set display start address and display regions	10	3.3.2
	CSRFORM	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	5D	Set cursor type	2	3.3.3
	CGRAM ADR	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	5C	Set start address of character generator RAM	2	3.3.6
	CSRDIR	1	0	1	0	1	0	0	1	1	CD 1	CD 0	4C to 4F	Set direction of cursor movement	0	3.3.4
	HDOT SCR	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5A	Set horizontal scroll position	1	3.3.7
	OVLAY	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	5B	Set display overlay format	1	3.3.5
Drawing control	CSRW	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	46	Set cursor address	2	3.4.1
	CSRR	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	47	Read cursor address	2	3.4.2
Memory control	MWRITE	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	42	Write to display memory	—	3.5.1
	MREAD	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	43	Read from display memory	—	3.5.2

**Tabla. 3.8. Conjunto de instrucciones LCD**

Como se puede observar en la Tabla. 3.8. siempre que se envía un comando A0 = 5V y para enviar datos que preceden a una instrucción A0 = 0V. Además se puede observar que valores deben tomar las señales de control de lectura y escritura.

### 3.1.5.2 SYSTEM SET

Con este comando se inicializa el LCD, se setea el tamaño de operación de la ventana, y se selecciona el formato de interfase. Enviando el comando de control de la instrucción System Set se configura con los parámetros de operación básica lo que puede causar un funcionamiento incorrecto del LCD. En la Figura. 3.16. se observa los datos adicionales que se envían luego de enviar el comando de inicialización del dispositivo.



**Figura. 3.16. Instrucción SYSTEM SET.**

### 3.1.5.3 PALABRA DE CONTROL C

Al enviar este byte de control, el LCD realiza las siguientes operaciones:

1. Resetea el generador interno de temporización.
2. Deshabilita el display.

### 3. Cancela el modo “sleep”.

El comando que se envía, es  $C = 40H$ . Los demás parámetros que se envía después del comando son datos y se diferencian por línea A0, que indica al LCD que tipo de dato se esta enviando.

#### 3.1.5.4 PALABRA DE CONTROL M0

Este bit permite seleccionar el generador interno o externo de caracteres. La ROM del generador interno de caracteres contiene 160 caracteres de 5 x 7 píxeles. Estos caracteres son fijados por el fabricante. El generador externo de caracteres puede manejar 256 caracteres los cuales pueden ser definidos por el usuario.

**M0 = 0:** Generador interno de caracteres CG ROM

**M0 = 1:** Generador externo de caracteres CG ROM

En este caso, para el modo texto de la primera capa (layer), se utiliza el generador de caracteres interno, de esta manera se evita utilizar una ROM externa y generar los caracteres que deben ser definidos por el usuario. Razón por la cual  $M0 = 0$ .

### 3.1.5.5 PALABRA DE CONTROL M1

Selecciona el área de la CG RAM para uso de caracteres definidos. Las direcciones de espacio entre CG RAM1 y CGRAM2 no son continuas.

**M1 = 0:** CG RAM = 32 caracteres

**M1 = 1:** CG RAM1 + CG RAM2 = 64 caracteres

Cuando se utiliza el generador de caracteres interno se dispone de 32 caracteres los cuales ocupan una dirección de memoria en CGRAM la cual debe reservar un espacio, en este caso M1 = 0.

### 3.1.5.6 PALABRA DE CONTROL M2

Selecciona la altura de los caracteres definidos en una CGROM externa y en la CGRAM. Los caracteres de más de 16 píxeles de altura pueden ser mostrados creando un mapa de bits para cada una de las partes de dicho carácter a ser mostrado.

**M2 = 0:** 8 – píxeles de altura.

**M2 = 1:** 16 – píxeles de altura.

Para el generador de caracteres interno se selecciona M2 = 0, debido a que los caracteres definidos por el fabricante ocupan un espacio 8 píxeles de altura. El tamaño que es definido por M2 no es el tamaño del área visible del carácter, sino el espacio reservado para la altura del carácter, pudiendo ser el carácter de menos tamaño que el área reservada.

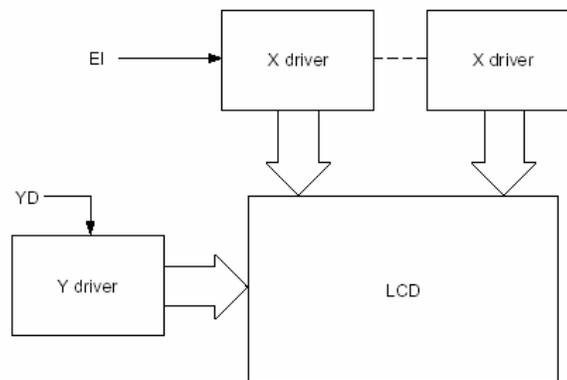
### 3.1.5.7 PALABRA DE CONTROL W / S

Selecciona el modo de manejar el LDC.

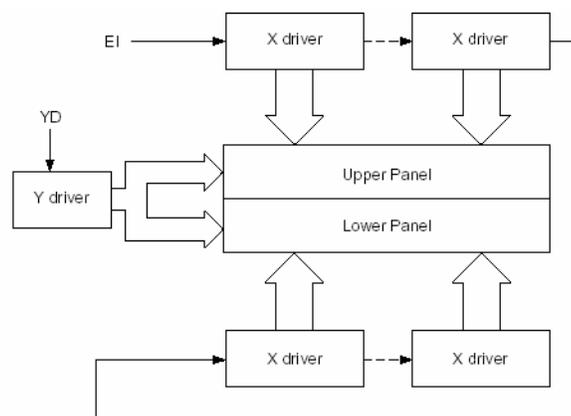
**W / S = 0:** Maneja un solo panel.

**W / S = 1:** Maneja dos paneles, la pantalla se convierte en dos pantallas independientes.

En la Figura. 3.17. se muestra la forma de manejar el panel simple y en la Figura. 3.18 se muestra un panel doble.



**Figura. 3.17. Manejador de panel simple**



**Figura. 3.18. Manejador de panel doble.**

Para el caso de un solo panel  $W / S = 0$ , debido a que no se divide la pantalla. Cuando se divide la pantalla, cada parte de la pantalla superior e inferior tiene asignadas direcciones independientes de memoria.

### 3.1.5.8 PALABRA DE CONTROL IV

Este bit de configuración maneja la compensación inversa para desplegar caracteres. IV usualmente es 1.

<b>IV = 0:</b>	Corrección
<b>IV = 1:</b>	Sin corrección

Debido a que se esta utilizando una pantalla simple no se necesita realizar ninguna corrección por lo que  $IV = 0$ .

### 3.1.5.9 PALABRA DE CONTROL T / L

Selecciona modo TV o LCD. Cuando TV es seleccionado el generador de sincronización es activado.

<b>T / L = 0</b>	Modo LCD
<b>T / L = 1</b>	Modo TV

Siempre se debe seleccionar modo LCD, ya que solo el SED 1336F puede funcionar en este modo. En este caso debido que se dispone del controlado SED1330F, que no soporta modo TV  $T / L = 0$ .

### 3.1.5.10 PALABRA DE CONTROL DR

Selecciona pulsos de reloj para manejar salidas adicionales por cada 64 píxeles. Los ciclos extras de reloj que son requeridos para esta operación de corrección se pueden utilizar cuando se usa un panel doble.

**DR = 0:** Operación normal

**DR = 1:** Operación con ciclos adicionales de reloj.

En este caso no se necesita ciclos adicionales de reloj, ya que se utiliza un panel simple, entonces DR = 0.

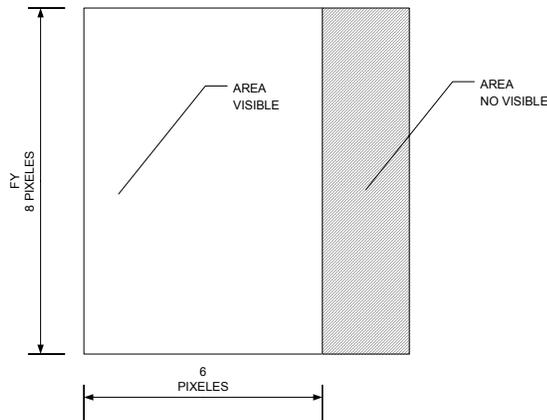
### 3.1.5.11 PALABRA DE CONTROL FX

Configura el ancho del píxel en un campo del carácter. El ancho de los caracteres es igual a FX + 1, donde FX puede variar desde 00H a 07H inclusive. Si el bit de dato D3 es uno, esto quiere decir, que el número es mayor a 07H, FX puede variar de 08H a 0FH, en este caso los caracteres son de un ancho de 8 píxeles y se inserta un espacio entre los caracteres. En la Tabla. 3.9. se muestra la forma en que se selecciona el tamaño horizontal de los caracteres.

FX					[FX] character width (pixels)
HEX	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	1
01	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
07	0	1	1	1	8

**Tabla. 3.9. Selección del tamaño horizontal de caracteres**

Si el ancho de los caracteres es menor a 8 píxeles y si por ejemplo se tiene un ancho de 5 píxeles solo se necesitan 5 bits para desplegar la información, los demás bits no son desplegados y se pierden como se observa en la Figura. 3.19.



**Figura. 3.19. Área de visualización de caracteres**

Para este caso se manejan textos de 6 píxeles de ancho por lo que  $FX = 5H$ .

### 3.1.5.12 PALABRA DE CONTROL WF

Selecciona el manejo de la forma de onda del manejador en el periodo de oscilación. WF usualmente es seteado a 1.

**WF = 0:**      Manejador AC de 16 líneas.

**WF = 1:**      Manejador doble de AC.

Cuando se selecciona  $WF = 0$ , WF se invierte cada 16 líneas, en esta configuración es mas legible el área del LCD.

En este caso tomando en cuenta que se utiliza un panel simple  $WF = 0$ . Cuando se utiliza un panel doble se recomienda utilizar  $WF=1$ .

### 3.1.5.13 PALABRA DE CONTROL FY

Selecciona el alto en píxeles de los caracteres a ser desplegados. La altura en píxeles es igual a  $FY + 1$ . FY puede variar en un rango de 00H a 0FH inclusive. Para utilizar el modo gráfico en la primera capa (layer), se debe setear  $FY = 0$ . En la Tabla. 3.10. se puede observar la selección del tamaño vertical del carácter.

HEX	FY				[FY] character height (pixels)
	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	1
01	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
07	0	1	1	1	8
↓	↓	↓	↓	↓	↓
0E	1	1	1	0	15
0F	1	1	1	1	16

**Tabla. 3.10. Selección del tamaño vertical de caracteres**

En este caso se utilizará el máximo de espacio reservado por M2, es decir, los caracteres tienen una altura de 8 píxeles, por lo cual  $FY = 7H$ .

### 3.1.5.14 PALABRA DE CONTROL C / R

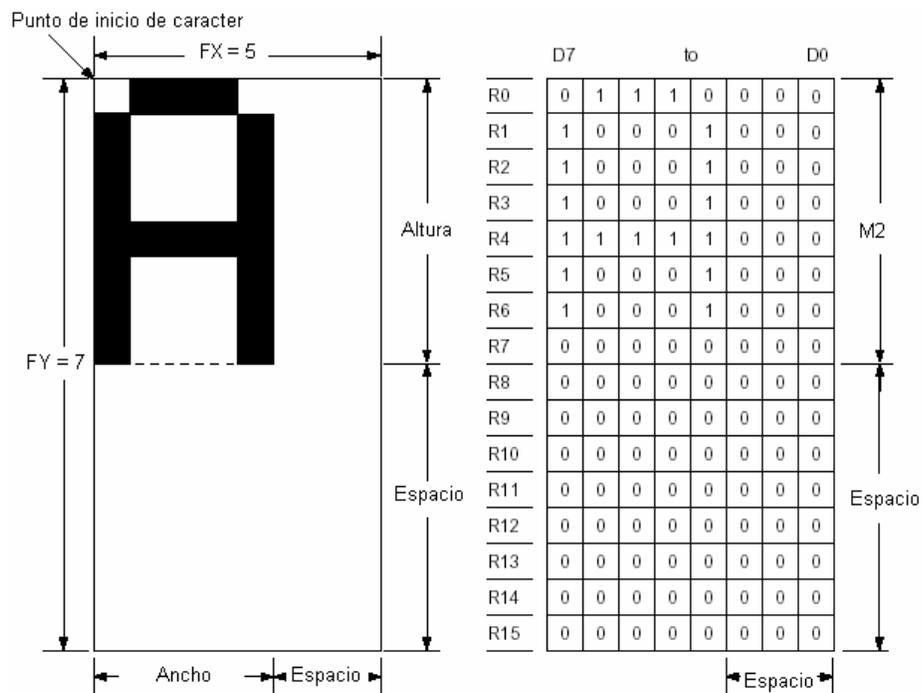
Selecciona el rango de direcciones que es ocupado por cada línea del LCD, este número es igual al número de caracteres menos uno, multiplicado por el número de bytes horizontales por carácter.

C / R puede variar de 0 a 239. En la Tabla. 3.10. se puede observar el rango de las líneas de display.

C/R									[C/R] bytes per display line
HEX	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
4F	0	1	0	0	1	1	1	1	80
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
EE	1	1	1	0	1	1	1	0	239
EF	1	1	1	0	1	1	1	1	240

**Tabla. 3.10. Rango de líneas de display**

Tomando en cuenta la configuración anterior los caracteres desplegados en pantalla son del tamaño que se observa en la Figura. 3.19-A.



**Figura. 3.19-A. Dimensiones de caracteres**

El número de caracteres se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

# caracteres x ancho de un caracter  $\leq 256$

# caracteres x (FX + 1)  $\leq 256$

# caracteres  $\leq \frac{256}{6}$

# caracteres  $\leq 42,66$

# caracteres = 42

$C / R = \# \text{caracteres} - 1$

$C / R = 42 - 1$

$C / R = 41$

$C / R = 29H$

El número de caracteres no puede expresarse en formato decimal, ya que los datos que se envía al LCD son enteros.

### 3.1.5.15 PALABRA DE CONTROL TC / R

Permite seleccionar el tamaño incluyendo los caracteres no visibles de una línea. El tamaño de una línea es igual a TC/R 1, donde TC/R puede variar de 0 a 255. TC / R debe ser mayor o igual a C / R +4.

$$TC / R \geq C / R + 4$$

$$TC / R \geq 29H + 4H$$

$$TC / R \geq 2DH$$

$$TC / R = 31H$$

### 3.1.5.16 PALABRA DE CONTROL L/F

En esta opción se selecciona la altura en líneas que se utilizarán en la pantalla y es igual a LF + 1. L/F puede variar en un rango de 0 a 255. Si W/S tiene un valor de 1, se selecciona una pantalla dual, siendo el número de líneas par para la primera parte e impar para la segunda parte.

En la Tabla. 3.11. se puede observar la selección de la altura de una pantalla.

L/F									[L/F] Líneas por pantalla
HEX	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
7F	0	1	1	1	1	1	1	1	128
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FE	1	1	1	1	1	1	1	0	255
FF	1	1	1	1	1	1	1	1	256

**Tabla. 3.11. Selección de la altura por pantalla**

Para la selección del número de líneas por pantalla se debe tomar en cuenta la altura los caracteres y se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$\#líneas \times \text{altura de caracteres} \leq 128$$

$$\#líneas \leq \frac{128}{8}$$

$$\#líneas = 16$$

Como el número de líneas por cada carácter, que se utiliza es 16 se ocupa las 128 líneas verticales del LCD, es decir 128 píxeles verticales. Razón por la cual  $L/F = 7FH$ .

### 3.1.5.17 PALABRA DE CONTROL AP

En esta opción se define el rango horizontal de direcciones de una pantalla virtual, donde APL es el byte menos significativo y APH el más significativo. En otras palabras AP es el rango de direcciones que se utiliza en una línea horizontal.

Como se pudo observar anteriormente el número de caracteres es 42. Entonces el rango de direcciones se calcula de la siguiente manera:

$$AP = \#caracteres$$

$$AP = 42$$

$$AP = 42 \text{ bytes}$$

$$AP = 002AH$$

$$APL = 2AH$$

$$APH = 00H$$

Luego de analizar la instrucción SYSTEM SET, para inicializar el LCD se puede observar en la Figura. 3.20. los valores se envían al LCD para su correcto funcionamiento.

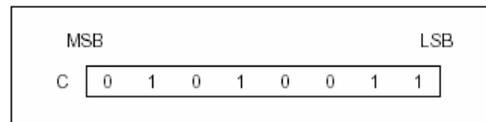
	MSB								LSB			HEX
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	A0	$\overline{WR}$	$\overline{RD}$	
C	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	40H
	DR		T/L	IV	W/S		M2	M1	M0			
P1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	30H
	WF											
P2	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	85H
P3	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	07H
P4	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	29H
P5	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	31H
P6	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7FH
P7	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	2AH
P8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	00H

**Figura. 3.20. Valores utilizados instrucción SYSTEM SET**

### 3.1.5.18 MODO SLEEP IN

Este comando habilita el modo de funcionamiento standby, el código de la instrucción se puede observar en la Figura. 3.21. Esta instrucción no tiene bytes de parámetros.

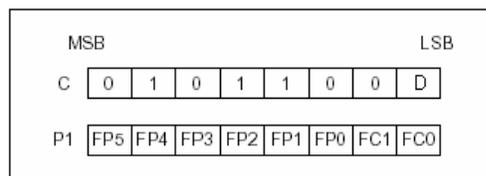
Cuando se entra en el modo standby se envía a los manejadores de X y Y datos en blanco, pero en los registros internos del SED1330F se mantienen los valores antes de entrar al modo standby. Para salir del modo standby se debe utilizar el comando standby.



**Figura. 3.21. Instrucción SLEEP IN**

### 3.1.5.19 PALABRA DE CONTROL DISP ON / OFF

Con esta instrucción se enciende y apaga el LCD. El primer byte de instrucción que se envía habilita el cursor y todas las capas de las pantallas y setea el cursor y la tasa de intermitencia del mismo. En la Figura. 3.22. se puede observar los parámetros de la instrucción.



**Figura. 3.22. Parámetros instrucción DISP ON/OFF**

### 3.1.5.20 MODO D

Con este bit se enciende el display del LCD o se apaga. El parámetro D precede a los bits de parámetro FP

**D = 0:** Display OFF

**D = 1:** Display ON

### 3.1.5.21 MODO FC

Con estos bits se puede habilitar o deshabilitar el cursor y configurar la tasa de intermitencia del cursor. El cursor tiene una intermitencia de un 70% de ciclo útil. En la Tabla. 3.12. se puede observar los valores para la selección de la tasa de intermitencia.

FC1	FC0	Cursor display	
0	0	OFF (blank)	
0	1	ON	No flashing
1	0		Flash at $f_{FR}/32$ Hz (approx. 2 Hz)
1	1		Flash at $f_{FR}/64$ Hz (approx. 1 Hz)

**Tabla. 3.12. Selección tasa intermitencia**

### 3.1.5.22 MODO FP

Cada par de bits que se configura en FP tiene el atributo de cada bloque de pantalla. En la Tabla. 3.13. se puede observar la selección de atributos para cada bloque de pantalla.

FP1	FP0	Primer bloque pantalla (SAD1)	
FP3	FP2	Segundo bloque pantalla (SAD2, SAD4).	
FP5	FP4	Tercer bloque pantalla (SAD3)	
0	0	OFF (blank)	
0	1	ON	No flashing
1	0		Flash at $f_{FR}/32$ Hz (approx. 2 Hz)
1	1		Flash at $f_{FR}/4$ Hz (approx. 16 Hz)

**Tabla. 3.13. Atributos de los bloques de pantalla**

Se debe tener en cuenta que SAD4 se habilita solo si  $W/S=1$ , FP3 Y FP2 controlan a SAD2 Y SAD4. Los atributos de SAD2 y SAD4 no pueden ser configurados independientemente.

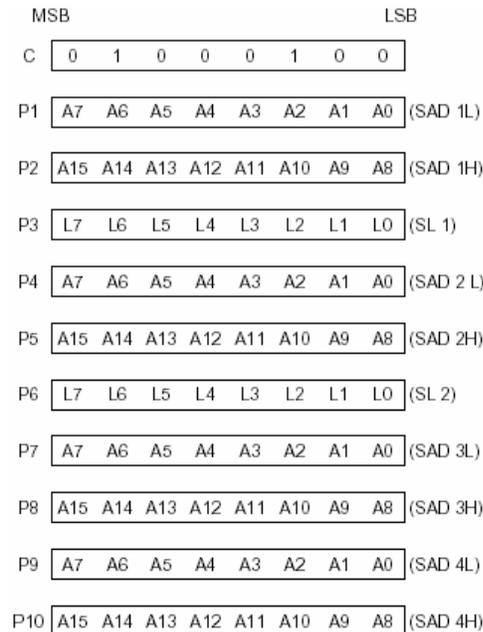
En la Figura. 3.23. se puede observar los valores que se utilizan para operar.

	MSB								LSB	HEX
C	0	1	0	1	1	0	0	0	58H	
	FP5	FP4	FP3	FP2	FP1	FP0	FC1	FC0		
P1	0	0	0	1	0	1	0	0	14H	

**Figura. 3.23. Parámetros utilizados instrucción DISP ON/OFF**

### 3.1.5.23 PALABRA DE CONTROL SCROLL

Con este comando se indica cual es la dirección de inicio y cuantas líneas puede rotar en un bloque. En la Figura. 3.24. se observa la lista de parámetros para la instrucción SCROLL. Los parámetros P9 y P10 se envían solo si W/S=1. Además en cualquier configuración de pantalla dual o simple los parámetros P1 y P10 pueden ser omitidos.



**Figura. 3.24. Parámetros instrucción SCROLL**

### 3.1.5.24 MODO SAD

Es la dirección de inicio generalmente este valor es omitido porque corresponde a la dirección 0000H.

**SAD 1L = 00H:** Bit menos significativo de la dirección de inicio.

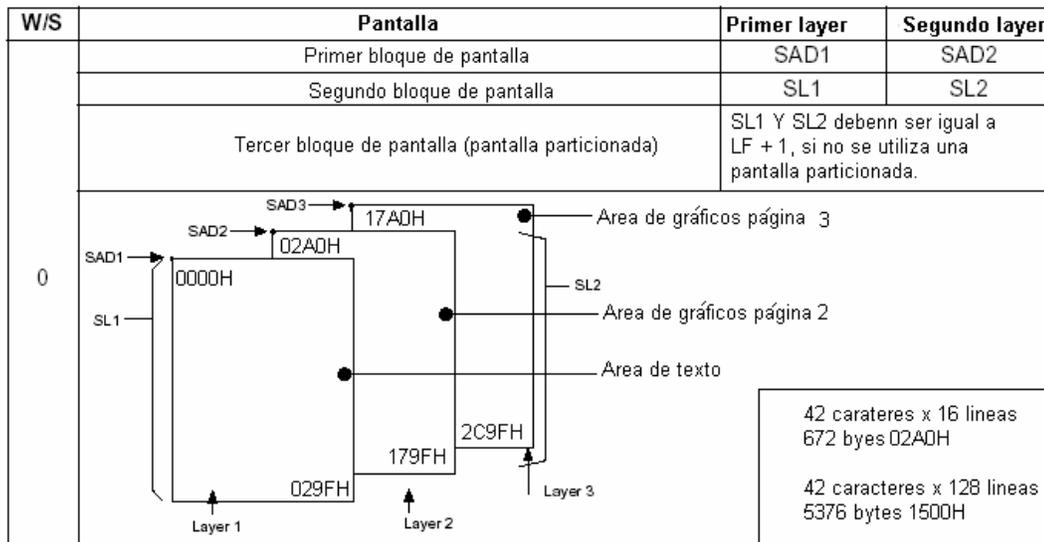
**SAD 1H = 00H:** Bit más significativo de la dirección de inicio.

### 3.1.5.25 MODO SL1, SL2

Con estos parámetros se indica el número máximo de líneas por pantalla. El número de líneas es SL1 o SL2 más uno. La relación entre SAD, SL y el modo de display que se utiliza se muestra en la Figura. 3.25.

Para utilizar la configuración como se muestra en la Figura. 3.25. se envía los parámetros de P1 a P6, de esta forma se mantiene un capa de texto y la siguiente capa de gráfico. No es necesario enviar el rango de direcciones de la tercera capa, ya que de esta forma no se realiza la partición y se asume que el rango de direcciones es igual a SL1 y SL2.

En la Figura. 3.26. se puede observar la configuración que se utiliza para los parámetros antes seleccionados.



**Figura. 3.25. Configuración del modo de display**

	MSB	LSB	HEX
C	0	1 0 0 0 1 0 0	44H
	A7	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	
P1	0	0 0 0 0 0 0 0 0 (SAD 1L)	00H
	A15	A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8	
P2	0	0 0 0 0 0 0 0 0 (SAD 1H)	00H
	L7	L6 L5 L4 L3 L2 L1 L0	
P3	1	0 0 0 0 0 0 0 0 (SL 1)	80H
	A7	A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	
P4	1	0 1 0 0 0 0 0 0 (SAD 2 L)	A0H
	A15	A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8	
P5	0	0 0 0 0 0 0 1 0 (SAD 2H)	02H
	L7	L6 L5 L4 L3 L2 L1 L0	
P6	1	0 0 0 0 0 0 0 0 (SL 2)	80H

**Figura. 3.26. Parámetros de la instrucción SCROLL**

### 3.1.5.26 PALABRA DE CONTROL CSRFORM

Configura el tamaño del cursor y modo de aparecer en pantalla. Si bien el cursor es utilizado en modo texto, también se lo puede utilizar en modo gráfico, especialmente cuando se despliegan caracteres especiales. En la Figura. 3.27. se muestra los parámetros de la instrucción CSRFORM.

	MSB	LSB
C	0	1 0 1 1 1 0 1
P1	0	0 0 0 0 X3 X2 <sup>CRX</sup> X1 X0
P2	CM	0 0 0 Y3 Y2 <sup>CRY</sup> Y1 Y0

**Figura. 3.27. Parámetros instrucción CSRFORM**

### 3.1.5.27 MODO CRX

Configura el tamaño horizontal del cursor de los caracteres de origen. CRX es igual al tamaño del cursor menos uno. CRX debe ser menor o igual a FX. Dado que FX = 5H, entonces CRX = 4H. En la Tabla. 3.14. se muestra la forma de seleccionar el tamaño del ancho del cursor.

CRX					[CRX] ancho del cursor (pixels)
HEX	X3	X2	X1	X0	
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8	1	0	0	0	9
↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	1	1	1	0	15
F	1	1	1	1	16

**Tabla. 3.14. Selección ancho del cursor**

### 3.1.5.28 MODO CRY

Se configura la posición del cursor para subrayar una línea, desde el origen de los caracteres. Cuando se utiliza un cursor en forma de bloque, CRY el tamaño vertical del cursor se configura desde el origen de los caracteres. CRY es igual al numero de líneas por caracter menos uno. En la Tabla. 3.15. se observa la forma de seleccionar la altura del cursor.

CRY					[CRY] Altura del cursor ( líneas)
HEX	Y3	Y2	Y1	Y0	
0	0	0	0	0	ilegal
1	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8	1	0	0	0	9
↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	1	1	1	0	15
F	1	1	1	1	16

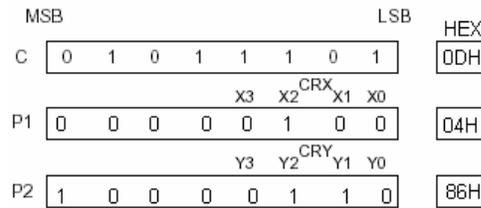
**Tabla. 3.15. Selección de la altura del cursor**

### 3.1.5.29 MODO CM

Configura el modo en que aparece el cursor en la pantalla. Siempre que se este utilizando modo gráfico CM debe ser 1.

- CM = 0:** Cursor subrayado
- CM = 1:** El cursor se bloquea.

La configuración de los parámetros utilizados se muestra en la Figura. 3.28.



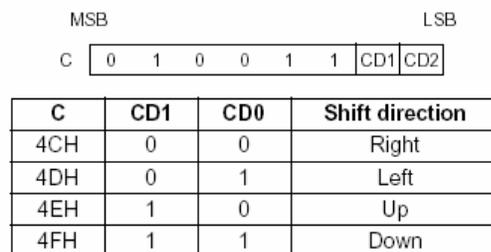
**Figura. 3.28. Parámetros utilizados en la instrucción CSRFORM**

### 3.1.5.30 MODO CSRDIR

Configura la dirección del incremento automático del cursor. El cursor se puede mover un carácter a la derecha, izquierda, arriba o abajo. El número de píxeles que avance el cursor depende de la configuración del número de puntos por carácter.

Cuando se realiza la lectura o escritura de memoria, el cursor se incrementa automáticamente, así como también la dirección de memoria de lectura o escritura.

En la Figura. 3.29. se muestra la lista de parámetros de la instrucción CSRDIR.

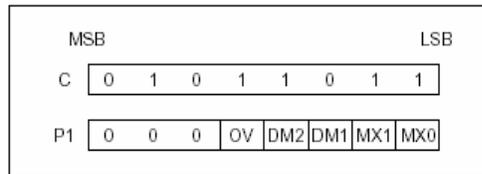


**Figura. 3.29. Parámetros instrucción CSRDIR**

Inicialmente el valor de esta instrucción es 4CH, ya que cuando se despliega el texto se escribe de derecha a izquierda.

### 3.1.5.31 PALABRA DE CONTROL OVLAY

En esta instrucción se configura la composición de las capas tanto de texto como de gráficos. La Figura. 3.30. muestra la lista de parámetros de la instrucción OVLAY.



**Figura. 3.30. Parámetros instrucción OVLAY**

### 3.1.5.32 MODO MX0, MX1

MX0 y MX1 configura el método de composición de las pantallas, las cuales pueden ser por medio de un operador OR, AND, Exclusive- OR o OR con prioridad. La composición que se elige esta dada para todas las pantallas y no se puede elegir una composición individual por cada pantalla. En la Tabla. 3.16. se muestra la forma de seleccionar los distintos métodos de composición.

MX1	MX0	Función	Método de Composición	Aplicaciones
0	0	$L1 \cup L2 \cup L3$	OR	Subrayado, reglas, union texto y gráficos
0	1	$(L1 \oplus L2) \cup L3$	Exclusive-OR	Invertir caracteres, regiones sombreadas, regiones subrayadas
1	0	$(L1 \cap L2) \cup L3$	AND	Animaciones simples, apariencias tridimensionales
1	1	$L1 > L2 > L3$	Priority-OR	

**Tabla. 3.16. Selección métodos de composición de pantalla**

Se debe tener en cuenta que para seleccionar las composiciones de las distintas pantallas cada una de estas pantallas deben estar configuradas de la siguiente manera:

L1: Primera capa puede ser texto o gráficos. Si es seleccionada como texto la capa 3 no puede ser utilizada.

L2: La segunda capa puede ser configurada solo como gráficos.

L3: La tercera capa puede ser configurada solo como gráficos.

En la Figura. 3.31. se puede observar ejemplos de los métodos de composición que se puede utilizar.

### 3.1.5.33 MODO DM1, DM2

DM1 y DM2 especifican la forma de mostrar las pantallas 1 y 3 respectivamente.

- DM1/2 = 0:** Modo texto.  
**DM1/2 = 1:** Modo gráfico.

### 3.1.5.34 MODO OV

Con esta opción se configura si el modo de composición gráfica consta de dos o tres capas.

- OV = 0:** Composición de dos capas.  
**OV = 1:** Composición de tres capas.

Como se observó anteriormente para que la primera capa funcione como texto, la capa tres no se utilizaba. Es por esta razón que se debe seleccionar composición de dos capas para utilizar la primera como texto.

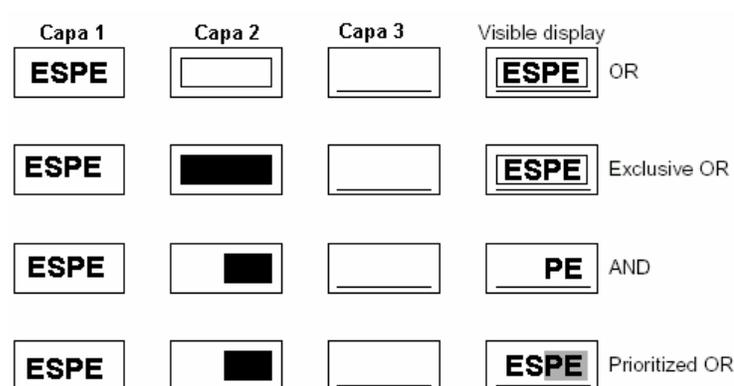
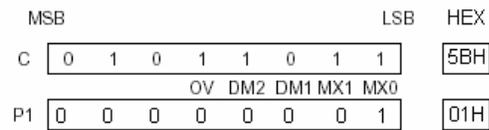


Figura. 3.31. Ejemplos de métodos de composición

La configuración que se utiliza en este caso, de acuerdo a la lista de parámetros configurados anteriormente se observa en la Figura. 3.32.



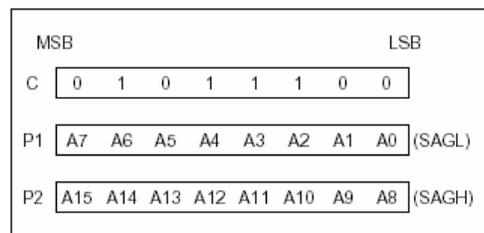
**Figura. 3.32. Parámetros utilizados instrucción OVLAY**

Con esta configuración la composición consta de dos capas de composición una capa de texto y otra de gráficos. Además se utiliza la configuración OR, ya que en la visualización de pantalla necesita gráficos y texto al mismo tiempo.

### 3.1.5.35 PALABRA DE CONTROL CGRAM ADR

Con este comando se especifica cual es la dirección de inicio de CG RAM. En este parámetro se debe enviar el byte menos significativo y luego el byte más significativo.

En la Figura. 3.33. se observa la lista de parámetros de la instrucción CGRAM ADR.

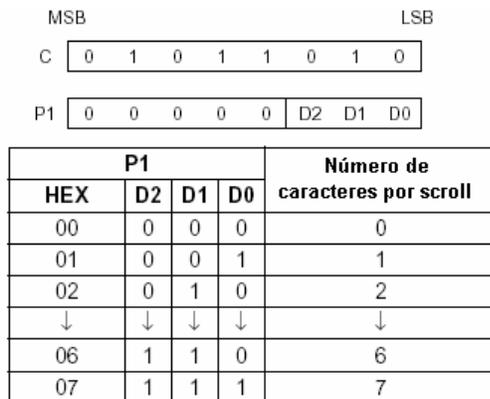


**Figura. 3.33. Parámetros instrucción CGRAM ADR**

Si no se envía esta instrucción al inicio de la configuración se entiende por defecto que la dirección de inicio de la CGRAM es 0000H.

### 3.1.5.36 PALABRA DE CONTROL HDOT SCR

Esta instrucción permite realizar una rotación de los caracteres por píxeles a diferencia de la instrucción SCROLL que permite rotar por caracteres. Se debe tener en cuenta que cuando se ejecuta esta instrucción no se ejecuta por capas, sino por todo lo que se visualiza en pantalla en ese momento, es decir, se realiza la rotación por píxeles de las capas que se esté utilizando. Los parámetros de la instrucción HDOT SCR, se observa en la Figura. 3.34.

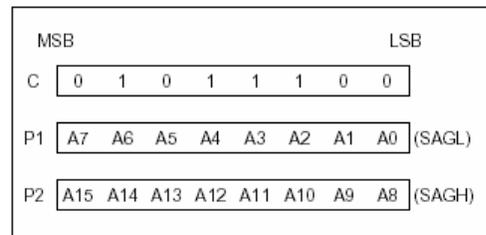


**Figura. 3.34. Parámetros de la instrucción HDOT SCR**

En esta instrucción no se señala parámetros utilizados, ya que no se utiliza esta instrucción al momento de inicializar el LCD. Todas las instrucciones se pueden volver a utilizar en cualquier momento, tomando siempre en cuenta que no se utilicen las instrucciones que modifiquen las instrucciones básicas, tales como tamaños de letras, asignación de memoria o composiciones gráficas.

### 3.1.5.37 PALABRA DE CONTROL CSRW

Con esta instrucción se modifica la dirección del registro de 16 bits que contiene del dato que se despliega en pantalla. En la Figura. 3.34-A. se observa la forma de enviar los parámetros de la instrucción CSRW.



**Figura. 3.34-A. Parámetros instrucción CSRW**

Se debe tener en cuenta que primero se debe enviar el byte menos significativo y luego el siguiente. Además no se puede acceder directamente a la memoria que controla lo que se despliega en pantalla. Se puede acceder solo mediante las instrucciones MWRITE y MREAD o cambiando la dirección mediante la instrucción CSRW.

Luego se configura una dirección, dado que cuando el cursor se incrementa automáticamente esta también incrementa automáticamente y cuando se utiliza los comandos de rotación los datos contenidos en estas direcciones no se modifican. El parámetro utilizado al inicio de la configuración es el 0000H.

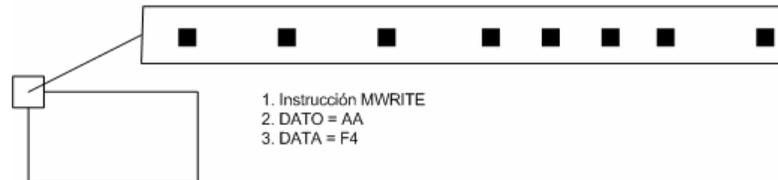
### 3.1.5.38 PALABRA DE CONTROL CSRR

Esta instrucción se utiliza para realizar una lectura desde los registros apuntados por la dirección. La lectura se la realiza primero con el byte menos significativo y luego el byte más significativo. La palabra de 14 bits que se obtiene es la dirección desde la cual se puede realizar operaciones de lectura o escritura.

### 3.1.5.39 PALABRA DE CONTROL MWRITE

Con esta instrucción se puede enviar una secuencia de datos los cuales podrán ser visualizados en pantalla. De acuerdo al mapa de memoria que se observa en la Figura. 3.24. si la instrucción CSRW apunta dentro del rango del bloque de texto se pueden enviar caracteres, ya que se utiliza el generador de caracteres interno y si se encuentra en la capa

de gráficos se envía píxeles. En la Figura. 3.34-B. se muestra la forma de enviar un dato a la capa de gráficos.



**Figura. 3.34-B. Datos enviados a capa de gráficos**

Como se puede observar en la Figura. 3.24-B. si CSRW inicia en 02A0 H, y se ejecuta la instrucción MWRITE y los datos que son los parámetros de esta instrucción que se envían a continuación son por ejemplo AAH y F4H se grafica en pantalla el conjunto de puntos que se muestra en la Figura. 3.34-B. Se debe notar que los datos se truncan a solo 6 bits que contiene el byte, esto se debe a que el ancho del dato del byte que se envía a la capa de gráficos depende del ancho que se configure en la capa de texto. Los bits que se grafican son de D2 – D7.

#### **3.1.5.40 PALABRA DE CONTROL MREAD**

Con la instrucción MREAD se puede leer el dato al cual apunta el registro de direcciones. Cada vez que se realice una lectura el cursor de lectura avanzará dos posiciones, para efectos de una siguiente lectura.

Luego de analizar el conjunto de instrucciones de la pantalla se adoptó la siguiente configuración de hardware entre la pantalla y el microcontrolador 16F877A.

1. El bus de datos D0 – D7 es controlado por el puerto B del microcontrolador.
2. Las señales de control que se utilizarán son
3. A0 que es controlada por E0 del microcontrolador.
4. WR que es controlada por E1 del microcontrolador.
5. RD que es controlada por E2 del microcontrolador.
6. RESET es el circuito de reset general del sistema.

La señal CS siempre esta conectada a tierra ya que la pantalla esta conectada al puerto B del microcontrolador, no necesita entrar al estado de alta impedancia, CS se utiliza cuando se conecta a un bus de datos de un sistema basado en microprocesador y se le asigna una dirección específica.

### **3.1.6 MEMORIA DE GRAFICOS**

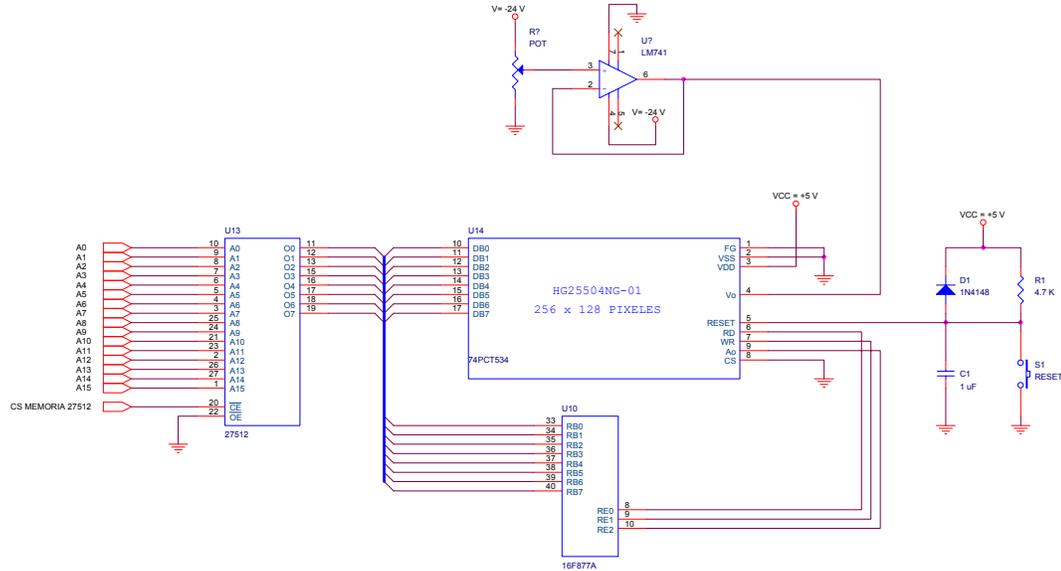
Para desplegar imágenes en pantalla se necesitan 5376 bytes, es decir, un rango de direcciones desde 0000H a 14FFH. En la Tabla. 3.17. se puede observar la distribución del rango de direcciones para cada una de las figuras que se despliegan en pantalla.

DIRECCION	DESCRIPCION
0000H 14FFH	En este grupo de bytes, se almacena la carátula inicial que se presenta al momento de encender el audiómetro.
1500H 29FFH	En esta imagen se despliega la barra de menú principal que sirve para operar el audiómetro.
2A00H 3EFFH	Muestra en pantalla la ventana de ayuda 1.
3F00H 53FFH	Muestra en pantalla la ventana de ayuda 2.
5400H 68FFH	Muestra en pantalla la ventana de ayuda 3.
6900H 7DFFH	Muestra en pantalla la ventana de ayuda 4.
7E00H 92FFH	Muestra la pantalla de los créditos de autoría del proyecto.
9300H A7FFH	Imagen de evento: transmitir información
A800H BCFFH	Imagen de los ejes de las audiometrías.
BD00H D1FFH	Libre
D200H E6FFH	Libre
E700H FBFFH	Libre
FC00H FFFFH	Libre

**Tabla. 3.17. Distribución de la memoria de gráficos**

Mediante del comando MWRITE , se envía los bytes contenidos en la memoria de gráficos, para cambiar las direcciones de la memoria se utiliza los puerto de salida que es controlado por un contador interno del microcontrolador y se envía las direcciones primero la menos significativa y luego la mas significativa para cambiar de dirección .

Luego de poner una nueva dirección, se habilita la memoria y el dato ingresa a la memoria interna de la pantalla. En la Figura. 3.35. se puede observar el circuito de conexión entre la pantalla, la memoria externa y el microcontrolador.



**Figura. 3.35. Circuito de conexión de la pantalla, memoria externa y microcontrolador**

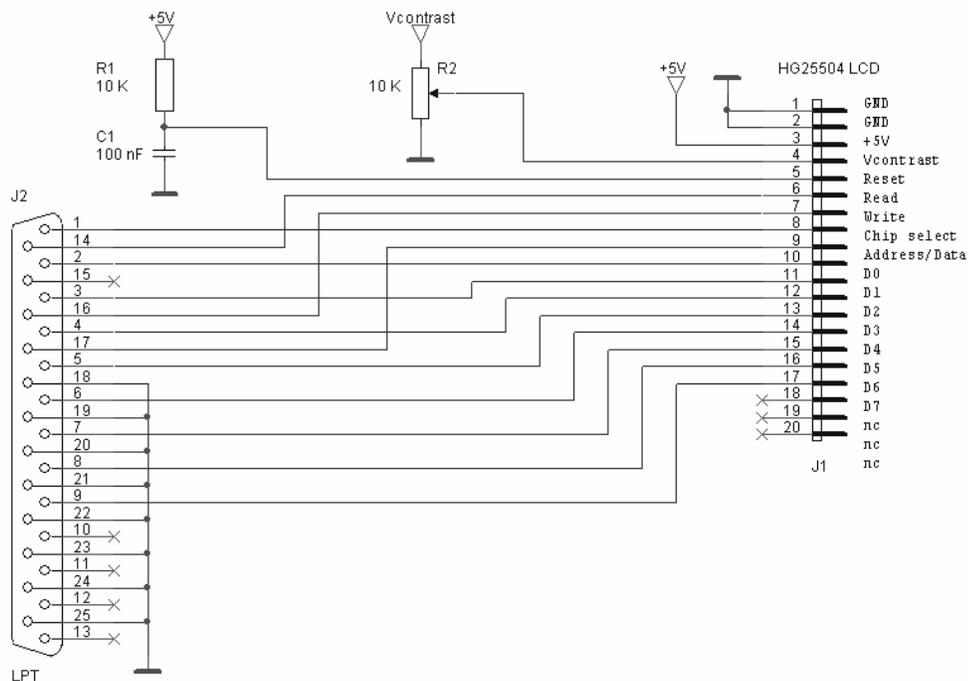
Cuando los datos ingresan a la pantalla desde la memoria externa el puerto B de microcontrolador debe estar configurado como entrada para que las señales no interfieran con las del controlador.

### 3.2 SOFTWARE DE EMULACION PARA DISEÑO DE PANTALLAS

Para la elaboración de las pantallas se realizó un software de emulación en Visual C++. Este software permite ensayar la carga de pantallas en formato bmp cualquiera que estas sean pero en blanco y negro, cada uno de estos píxeles son leídos y la información es enviada hacia la pantalla por medio del puerto paralelo siguiendo la misma subrutina que se tiene en el controlador y se muestra en la Figura. 3.36.

En el Anexo 1. Se puede observar el software de emulación que permite ensayar la carga de pantallas.

En la Figura. 3.37. se muestra la pantalla del Software de Emulación. En este programa se puede ingresar cualquier pantalla en formato bmp, en este caso el de la Figura. 3.37. es la imagen de la pantalla de navegación.



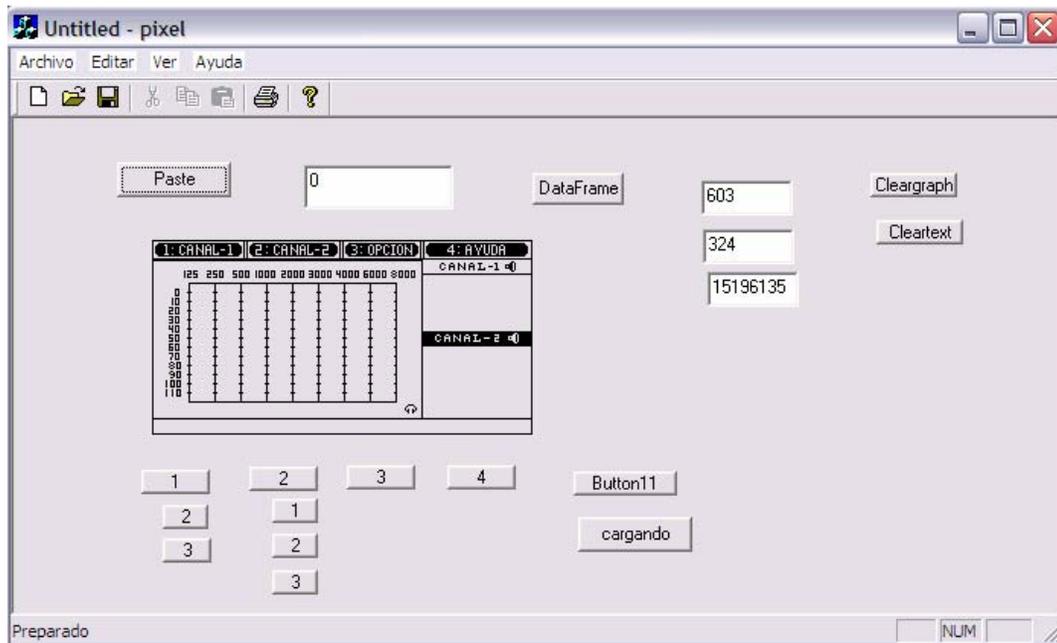
**Figura. 3.36. Circuito del Puerto Paralelo y LCD**

### 3.2.1 BOTON DE CARGA DE IMAGEN “Paste”

Para cargar cada una de las imágenes se debe presionar el botón “Paste” el software crea una matriz de datos dependiendo si es el color del píxel blanco o negra, se genera la matriz y se procede a enviar por el puerto paralelo los datos que conforman la imagen.

### 3.2.2 BOTONES DE LA BARRA DE MENU

En la parte inferior de la imagen que se procede a cargar, se tiene los botones que simulan el teclado del audiómetro.



**Figura. 3.37. Pantalla Principal Software de Emulación**

Este software es de mucha utilidad ya que permite realizar todos los cambios a diferencia de cuando se realiza los cambios en el microcontrolador.

### 3.2.3 TIPOS DE DATOS

Los datos que se toman del audiómetro a través de señales digitales son los siguientes:

1. Modo de funcionamiento.
2. Análisis de umbral.

### **3.2.3.1 DATOS DE MODO DE FUNCIONAMIENTO**

El modo de funcionamiento es la configuración de las distintas opciones que posee el audiómetro, con la modernización del audiómetro se puede seleccionar las distintas configuraciones desde el panel frontal. Los datos de modo de funcionamiento pueden ser tanto leídos desde el audiómetro así como también pueden ser seteados de acuerdo al modo en que el usuario desee operar.

### **3.2.3.2 DATOS DE ANALISIS DE UMBRAL**

Los datos de análisis de umbral son colocados por parte de la persona encargada de realizar la audiometría al paciente. Estos datos son los que se envía al computador donde se realiza el procesamiento de la información, para ser impresa.

### **3.2.4 COMUNICACIÓN CON EL PC**

Para la comunicación con el PC se utiliza uno de los pines del puerto del controlador para transmisión y otro para recepción. Dado que el controlador funciona con 5V las señales que tenemos son de 0V o 5V razón por la cual se utilizo el conversor MAX232 para realizar el acople de señales. La comunicación con la PC se la realiza mediante comunicación serial.

## **CAPITULO IV**

### **MANUAL DE OPERACIÓN**

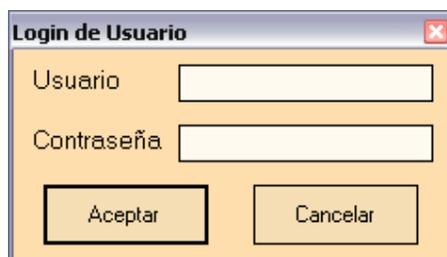
#### **4.1 FUNCIONALIDAD DEL SOFTWARE**

Se diseñaron e implementaron dos tipos de software, uno para manejar y almacenar las fichas médicas de los pacientes y el otro para controlar la presentación en pantalla del entorno gráfico del audiómetro.

La descripción de este software que ha sido implementado en VISUAL NET y que sirve para manejar las fichas médicas de los clientes y posteriormente imprimir la información, se describe a continuación.

##### **4.1.1 LOGIN DE USUARIO**

Dentro de este formulario el usuario debe ingresar su nombre y una contraseña antes de ingresar al sistema. Existen 2 tipos de contraseña, la primera es la del doctor o responsable de la audiometría, y la segunda es la secretaria o persona que se encargará de ingresar los datos de los pacientes. Cabe aclarar que la contraseña de doctor tiene una mayor jerarquía que la de los terapeutas dentro del sistema, ya que con esta contraseña se pueden realizar la adquisición de datos de la audiometría y cambiar las contraseñas de ingreso. En la figura 3.38 se observa la pantalla de login

The image shows a standard Windows-style dialog box titled "Login de Usuario". It has a yellow background and a grey border. At the top right, there is a red "X" button to close the dialog. The dialog contains two text input fields. The first is labeled "Usuario" and the second is labeled "Contraseña". Below these fields are two buttons: "Aceptar" (Accept) on the left and "Cancelar" (Cancel) on the right.

**Figura. 4.1 Pantalla de login de usuario**

Por defecto, cuando el sistema funciona por primera vez, se tiene las dos contraseñas siguientes: Para el doctor o responsable de la audiometría contraseña: 112233. Para la secretaria la contraseña es 123456. Es importante ingresar el nombre del responsable de la audiometría, ya que este nombre se guardará automáticamente dentro de la base de datos de cada audiometría realizada. Las contraseñas pueden ser números, letras mayúsculas o minúsculas

Se debe tener mucho cuidado con el manejo de las contraseñas, puesto que si no se ingresa correctamente no se puede ingresar al sistema, no hay forma alguna de recuperar las contraseñas, puesto que se encuentran codificadas dentro de un archivo del sistema.

#### **4.1.2 FORMULARIO PRINCIPAL**

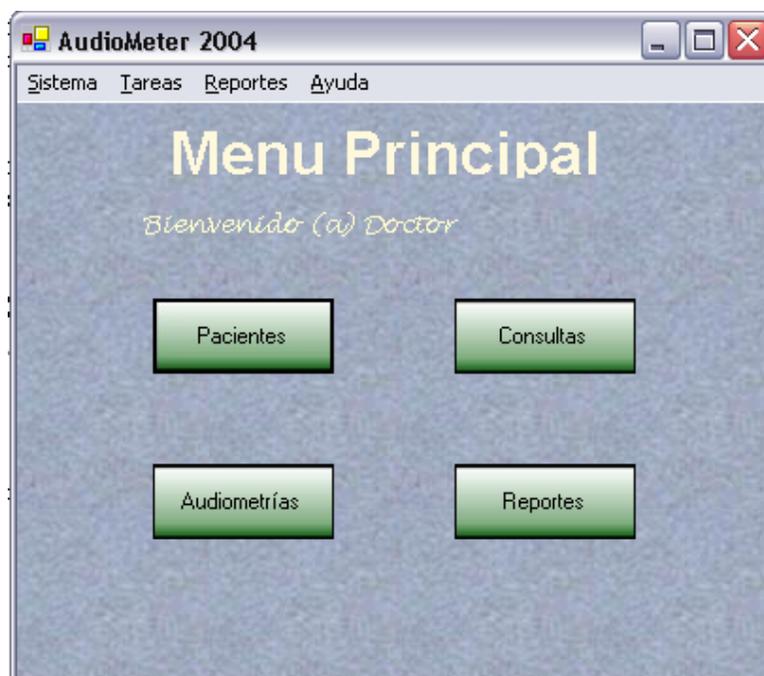
Este formulario contiene el menú principal de todo el sistema, permite tener acceso a otros formularios y realizar todas las tareas del sistema, dependiendo del tipo de acceso del usuario. Consta de una barra de menús y cuatro botones, los cuales permiten mostrar los otros formularios y/o realizar tareas relacionadas con el manejo del sistema. Para mayor facilidad del usuario, se realizará una descripción de cada elemento dentro de este formulario.

### 4.1.3 BARRA DE MENUS

Dentro de esta barra el usuario podrá tener acceso a tareas referentes al sistema, relacionadas a la audiometría, imprimir reportes y acceder a un formulario que describe al sistema. Consta de cuatro menus:

- Sistema
- Tareas
- Reportes
- Ayuda

En la Figura. 4.2 se puede observar la pantalla principal de operación con cada una de las opciones de la barra de menú.



**Figura. 4.2** Pantalla de menú principal

#### 4.1.4 MENU DEL SISTEMA

Dentro de este menú el usuario puede sacar respaldos de la base de datos haciendo clic sobre **“Sacar Respaldo”** o ver un respaldo existente, haciendo clic sobre **“Ver respaldo”** o restaurar un respaldo en la base de datos haciendo clic en **“Restaurar Respaldo”**.

Cuando se saca un respaldo, aparece un cuadro de dialogo que le permite seleccionar donde desea guardar el respaldo. Para ver un respaldo igual se abre un cuadro de dialogo que le permite buscar el archivo de respaldo dentro del computador o de la red. Cuando se trabaja en este modo, aparecerá un mensaje en rojo dentro del formulario principal que le indicará que se encuentra trabajando en un respaldo, los datos que se cambien solamente se cambiarán en el respaldo, mas no en la Base de Datos. En la Figura. 4.3 se muestra como se observa de acuerdo a la base de datos donde se esté trabajando.



Trabajando con el RESPALDO==> C:\respaldo.MIR

**Figura. 4.3 Ubicación de la base de datos**

Al restaurar un respaldo se abre un cuadro de dialogo que le permite seleccionar el respaldo que usted desea reemplazar en la Base de datos. Debe tener mucho cuidado al realizar esta acción ya que los datos de la Base de Datos serán reemplazados por los datos del respaldo.

#### 4.1.5 MENU TAREAS

Dentro de este menú el usuario tiene acceso a algunas tareas como son: Ingresar Datos Personales de Pacientes, Ver Historias Clínicas, obtener y guardar datos de las Audiometrías, Realizar consultas y Cambiar las contraseñas de ingreso (solamente con contraseña de Doctor). En la Figura. 4.4 se observa el menú de la opción tareas.



**Figura. 4.4** Menú de la opción tareas.

Al hacer clic dentro de **“Datos Personales”** se abre un nuevo formulario que sirve para ingresar los datos personales de los pacientes.

La opción **“Historia Clínica”** permite ver la historia clínica de un determinado paciente. Al seleccionar **“Audiometría”** se accede al formulario en donde se adquieren los datos de la audiometría de determinado paciente y se guarda en la base de datos. Este menú esta habilitado únicamente a los usuarios que ingresen con contraseña de doctor.

Al hacer clic en **“Consultas”** se abre el formulario de consultas, en donde el usuario puede realizar consultas a la base de datos, para obtener información de determinado paciente o audiometría. En la Figura. 4.5 se puede observar la opción cambio de claves.

**Cambiar Claves de Ingreso**

Doctor o Responsable Audiometría

Nueva Contraseña

Confirmación Contraseña

Secretaria

Nueva Contraseña

Confirmación Contraseña

Aceptar Cancelar

**Figura. 4.5** Pantalla de cambio de claves

El menú “**Cambiar claves**” muestra un cuadro de dialogo, el cual permite al usuario cambiar las contraseñas para ingresar al sistema. Este menú esta habilitado únicamente a los usuarios que ingresen con contraseña de doctor.

Dentro de este cuadro de dialogo el usuario puede cambiar la contraseña del doctor o la de la secretaria (no necesariamente ambas). Se debe ingresar la nueva contraseña y confirmarla, luego de esto solamente presionar Aceptar. Si no se desea cambiar ninguna de las dos contraseñas, únicamente se debe cerrar el cuadro de dialogo o presionar el botón Cancelar.

#### **4.1.6 MENU REPORTES**

Dentro de este menú el usuario selecciona la audiometría que desea imprimir.

#### **4.1.7 MENU AYUDA**

Dentro de este menú el usuario puede acceder a un formulario que presenta al sistema y sus creadores.

#### **4.1.8 BOTONES**

Con los botones el usuario tiene acceso a ciertas tareas ya descritas como son: Ingreso de datos personales del Paciente “**Pacientes**”, Obtener y guardar datos de las audiometrías “**Audiometría**” realizar consultas sobre algún paciente “**Consultas**” e Imprimir reportes “**Reportes**”. En la Figura. 4.6 se puede observar la pantalla de consultas.



**Figura. 4.6 Pantalla de consultas de datos.**

#### 4.1.9 INGRESO DE DATOS DEL PACIENTE

Este formulario permite ingresar los datos personales de los pacientes, consta de ciertas áreas de texto para ingresar los datos, se puede agregar una fotografía del paciente, esta fotografía debe estar guardada en algún lugar del disco duro donde funciona el programa. En la Figura. 4.7 se puede observar la pantalla de datos personales.

A screenshot of a Windows-style application window titled 'Ingreso de Datos de los Pacientes'. The window contains a form with the following fields: 'F. CREACION' (2004/05/24), 'ID PACIENTE' (1), 'CEDULA' (15489656), 'NOMBRES' (Katie Holmes), 'F. NACIMIENTO' (04/01/1970), 'LUGAR' (USA), 'DOMICILIO' (USA), 'TELF CASA' (0), 'TELF ALT' (0), 'EDAD' (25), and 'FOTO' (D:\Documentos de...). There is a photo of a woman in the top right corner. At the bottom, there is a 'Registros' section with navigation buttons: '<<', '<', '1 de 5', '>', '>>', 'Actualizar', 'Agregar', 'Eliminar', 'Cancelar', and 'Cancelar todo'.

**Figura. 4.7 Pantalla de datos personales**

Estos datos se guardarán dentro de la Base de Datos, por lo tanto los datos de cada paciente son guardados en registros, si se desea desplazar de un paciente a otro, se utiliza los botones “<<, <, >, >>”. Si se desea agregar los datos de un nuevo paciente, se presiona el botón “**Agregar**” y se comienza a llenar los datos, para agregar la fotografía se hace un clic ya sea el área de texto correspondiente a FOTO o en el área la fotografía, si el paciente no dispone de fotografía se puede dejar ese campo vacío. Una vez ingresados todos los datos del paciente se presiona el botón “**Actualizar**” y los datos quedarán guardados en la Base de Datos.

Para eliminar los datos de un paciente, se debe desplazar en los registros, hasta encontrar los datos del paciente que se desea eliminar, una vez en el paciente seleccionado, se presiona el botón “**Eliminar**” y los datos del paciente son eliminados de la Base de Datos. Se debe tener en cuenta que para esta operación se debe primero borrar todas las audiometrías que se tenga de este paciente.

Se pueden realizar cambios de los datos de varios pacientes, como son el nombre, dirección, teléfonos, etc. Una vez hechos los cambios se presiona el botón **Actualizar** y los cambios quedan registrados en la base de datos, o bien si ya no se desea realizar estos cambios, se puede presionar los botones “**Cancelar**” y “**Cancelar todo**” y los cambios realizados serán desechados.

Una vez realizados los cambios en los datos del paciente y presionado el botón **Actualizar** no hay forma de recuperar los datos cambiados.

#### 4.1.10 INGRESO DE DATOS DE LA AUDIOMETRIA

Para ingresar los datos de una audiometría, primero se debe seleccionar al paciente que se le va a realizar la audiometría, para esto se presenta un formulario en donde se busca al paciente ya sea digitando su nombre o su ID de paciente.

En la Figura. 4.8 se muestra la pantalla de búsqueda de pacientes.



**Figura. 4.8** Pantalla búsqueda de pacientes

Una vez que se ha seleccionado el nombre del paciente se presiona **Aceptar** y aparece el formulario para obtener los datos de la audiometría. En la Figura. 4.9 se puede observar la pantalla desde donde se lee los datos del audiómetro.



**Figura. 4.9** Pantalla de lectura de datos del audiómetro

Existen algunos campos dentro de este formulario que se llenan por defecto, como es la fecha y hora en la que se esta haciendo el examen, el nombre del responsable (que es el mismo con el que se inicio el programa), y el ID del paciente.

Luego de que los datos han sido ingresados o leídos se reproduce el gráfico en el computador para ser impreso.

El software del cual dispone el nuevo audiómetro está desarrollado en un entorno gráfico en el cual el usuario selecciona dentro de las distintas opciones que se tiene disponible en la pantalla principal.

## **4.2 PANTALLAS DE SOFTWARE DE INTERFACE**

Las pantallas que se probaron con el software de emulación se cargaron en formato de bytes en una memoria EEPROM, esta memoria contiene toda la información para cargar el gráfico en la pantalla, además de las pantallas en la memoria EEPROM contiene un conjunto de caracteres los cuales también se despliegan desde la memoria con el fin de no saturar la memoria interna del controlador.

La memoria puede cargar hasta un total de 12 gráficos distintos, gracias a la configuración de la pantalla, se la utiliza en tres diferentes capas. La primera capa de texto utiliza la memoria igual que la segunda y tercera capa, en esta última es donde se utiliza los bits para cargar las imágenes.

### **4.2.1 PANTALLA INICIAL**

Cuando el audiómetro es encendido se despliega la pantalla que se observa en la Figura. 4.10 Pantalla inicial del audiómetro.



**Figura. 4.10** Pantalla inicial del Audiómetro

Esta pantalla tiene un temporizador el cual permite que se visualice esta pantalla por dos segundos antes de continuar con la siguiente. Esta pantalla contiene la carátula con los datos del proyecto y el nombre de la Escuela Politécnica del Ejército y el modelo del cual se inicio la modernización.

#### **4.2.2 PANTALLA DE CARGA E INICIALIZACION DE PARAMETROS.**

Luego de la pantalla inicial se pasa a inicializar las variables de seteo inicial, mientras estas variables son configuradas se observa una pantalla que simula la carga del sistema operativo. En la Figura. 4.11 se muestra la pantalla de seteo de variables.



**Figura. 4.11** Pantalla de seteo de variables

Mientras las variables son inicializadas, la barra que muestra como avanza la carga, se llena hasta que se complete esta tarea.

### 4.2.3 PANTALLA DE OPERACION DEL AUDIOMETRO

Luego de que todas las variables han sido inicializadas se puede observar la pantalla de fondo donde se despliega el resto de toda la información que se realiza a través del sistema de adquisición de datos. En la Figura 4.12 se puede observar la pantalla de operación. En esta pantalla se tiene el gráfico conocido como plantilla de audiometría, aquí se tiene el eje de las frecuencias.

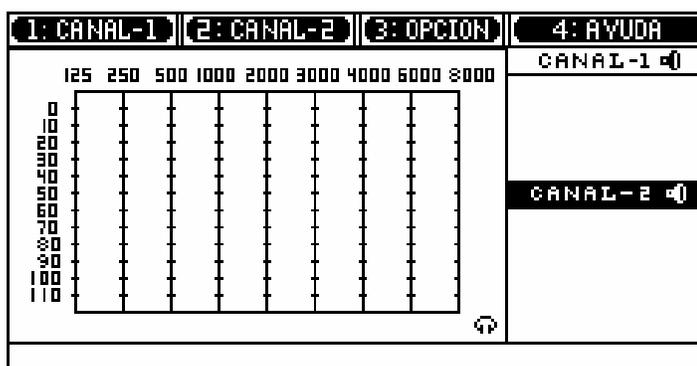


Figura. 4.12 Pantalla de Operación

### 4.2.4 BARRA DEL MENU DE OPERACIÓN

La barra de menú consta de cuatro opciones principales las cuales están ubicadas en la parte superior de la pantalla, estas opciones se manejan desde el teclado que esta en la parte frontal del audiómetro. Presionando cada uno de los números con los que cuenta el teclado se ingresa a las opciones que posee el equipo. Por ejemplo para ingresar a la opción “CANAL-1” se debe presionar la tecla “1”.

#### 4.2.4.1 MENU DE CANAL-1

Al presionar la tecla 1 se despliega de manera gráfica el menú que se observa en la Figura. 4.13 En este caso las letras de menú que son desplegadas no son gráficos sino el texto que es desplegado desde la memoria.

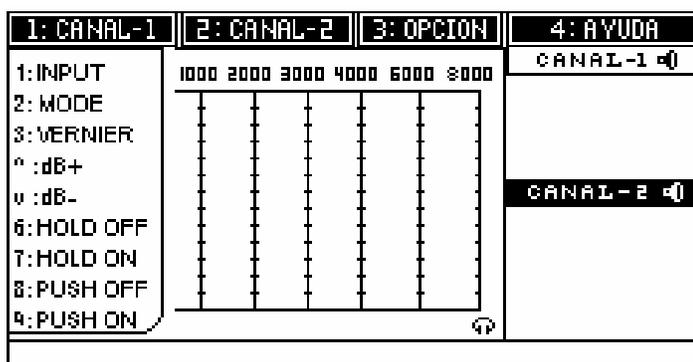


Figura. 4.13 Menú de Canal-1

#### 4.2.4.2 SUB MENU OPCION INPUT

Para ingresar al sub menú de la opción INPUT, se debe presionar la tecla 1 del teclado del audiómetro y se observará de manera gráfica las distintas opciones como se muestra en la Figura. 4.14 del sub menú de la opción INPUT.

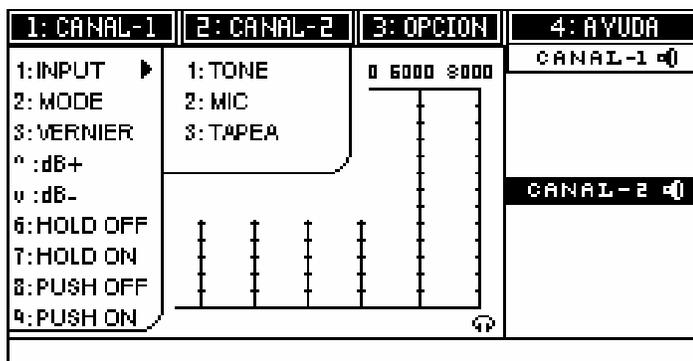


Figura. 4.14 Sub menú opción INPUT

En la opción INPUT se selecciona la fuente de entrada del CANAL-1.

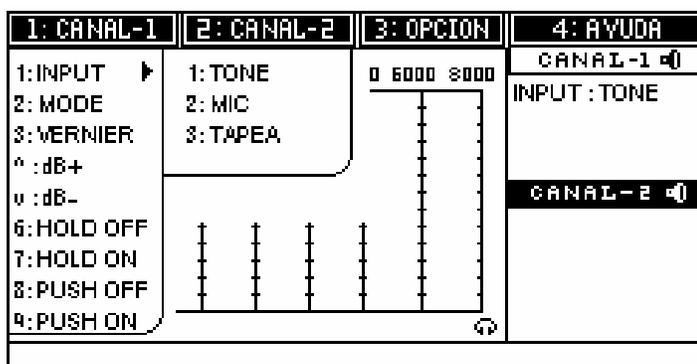
**TONE:** En esta opción las señales son reproducidas desde el generador de señales del audiómetro.

**MIC:** En esta opción la señal que se reproduce en el CANAL-1 es la que proviene desde el micrófono.

**TAPEA:** En esta opción se puede ingresar la señal desde un dispositivo externo. En la época que se construyó el audiómetro se ingresaba las señales desde reproductores de cinta, razón por la cual la opción tiene este nombre.

Al seleccionar cualquiera de estas opciones se configura las palabras de configuración del audiómetro y se envía la nueva configuración a través de los puertos del controlador hacia los latch para mantener el dato. Se debe tener en cuenta que al encender el audiómetro todas las configuraciones volverán a las que se setean por defecto cuando se muestra la pantalla de presentación.

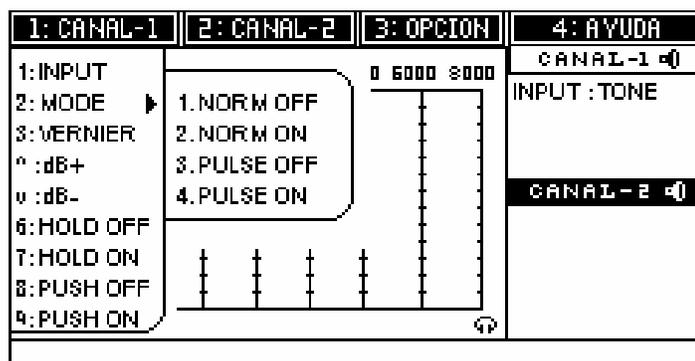
Después de seleccionar una opción en la parte izquierda de la pantalla principal se muestra en la configuración en la que se está operando como se muestra en la Figura. 4.15



**Figura. 4.15** Despliegue información opción INPUT

### 4.2.4.3 SUB MENU OPCION MODE

Para ingresar al sub menú de la opción MODE, se debe presionar la tecla 2 del teclado del audiómetro y se observará de manera gráfica las distintas opciones como se muestra en la Figura. 4.16 del sub menú de la opción MODE.



**Figura. 4.16 Sub menú opción MODE**

En la opción MODE se selecciona el modo de operación del canal que se está utilizando.

**Norm off.** En esta opción las señales son reproducidas sin ningún tipo de alteración.

**Norm on.** En esta opción la señal que se reproduce en el canal-1 es con las señales de entrada puras, es decir, sin ningún tipo de compensación.

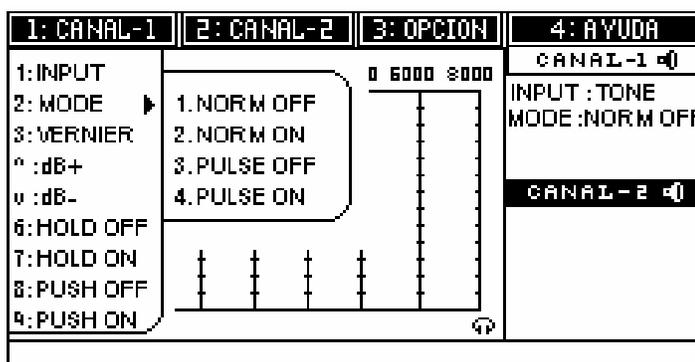
**Pulse off.** En esta opción se puede ingresar la señal sin ninguna entrada de pulsos en la señal del canal que se esté utilizando.

**Pulse on.** En esta opción la señal que se tiene presente en el canal es multiplicada por un tren de pulsos, teniendo el efecto de una señal audible intermitente.

Al seleccionar cualquiera de estas opciones se configura las palabras de configuración del audiómetro y se envía la nueva configuración a través de los puertos del controlador hacia los latch para mantener el dato. Se debe tener en cuenta que al encender el

audiómetro todas las configuraciones volverán a las que se setean por defecto cuando se muestra la pantalla de presentación.

Después de seleccionar una opción en la parte izquierda de la pantalla principal se muestra en la configuración en la que se está operando como se muestra en la Figura. 4.17



**Figura. 4.17 Despliegue información opción MODE**

En cualquier instante si no se desea seleccionar ninguna opción se debe presionar la tecla “clear” para regresar a la pantalla principal o para salir a la pantalla principal.

#### 4.2.4.4 MENU DE CANAL-2

Al presionar la tecla 2 se despliega de manera gráfica el menú que se observa en la Figura. 4.18 En este caso las letras de menú que son desplegadas no son gráficos sino el texto que es desplegado desde la memoria.

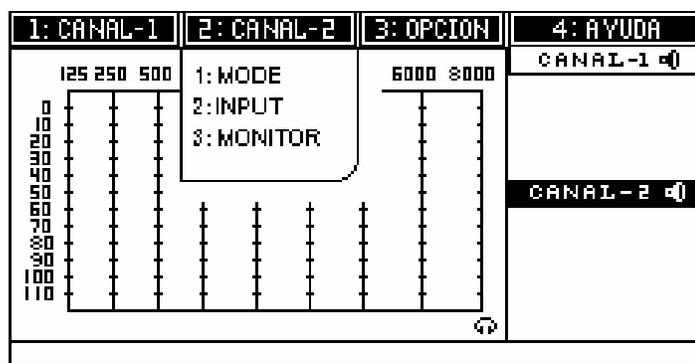


Figura. 4.18 Menú de Canal-2

#### 4.2.4.5 SUB MENU OPCION MODE

Para ingresar al sub menú de la opción MODE del Canal-2, se debe presionar la tecla 1 del teclado del audiómetro y se observará de manera gráfica las distintas opciones como se muestra en la Figura. 4.19 del sub menú de la opción MODE.

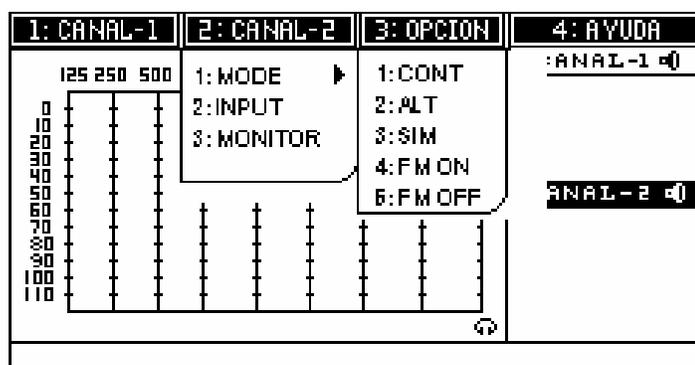


Figura. 4.19 Sub menú opción MODE

En la opción MODE se selecciona la fuente de entrada del CANAL-2.

**CONT:** En esta opción las señales son reproducidas desde el generador de señales del audiómetro y de forma continua y del canal principal.

**ALT.** En esta opción la señal que se reproduce en el CANAL-2 es la que proviene del canal 1 y se reproduce en el canal 2, en los dos canales a la vez y con las distintas entradas de frecuencia.

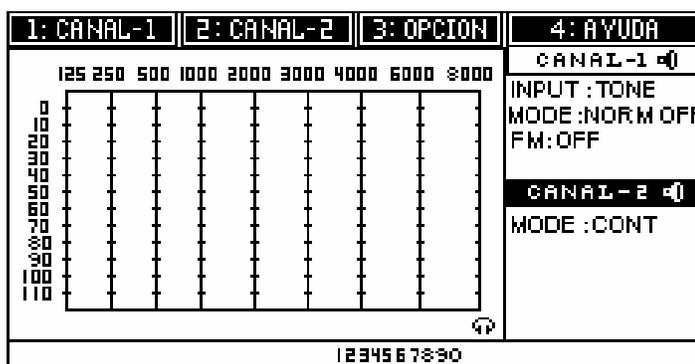
**SIM.** En esta opción se puede ingresar la señal a cada uno de los canales de forma independiente.

**FM ON.** En esta opción se puede ingresar la señal a cada uno de los canales e introduciendo una señal de FM a la frecuencia que se está reproduciendo en este instante en el canal.

**FM OFF.** En esta opción se puede ingresar la señal al canal sin ningún tipo de alteración.

Al seleccionar cualquiera de estas opciones se configura las palabras de configuración del audiómetro y se envía la nueva configuración a través de los puertos del controlador hacia los latch para mantener el dato. Se debe tener en cuenta que al encender el audiómetro todas las configuraciones volverán a las que se setean por defecto cuando se muestra la pantalla de presentación.

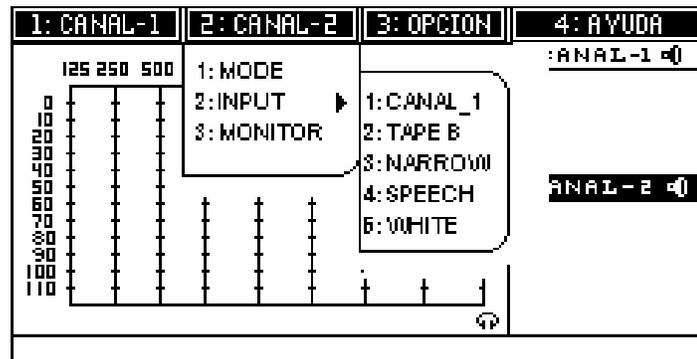
Después de seleccionar una opción en la parte izquierda de la pantalla principal se muestra en la configuración en la que se está operando como se muestra en la Figura. 4.20.



**Figura. 4.20** Despliegue información opción CONT

#### 4.2.4.6 SUB MENU OPCION INPUT

Para ingresar al sub menú de la opción INPUT de la opción del canal 2, se debe presionar la tecla 2 del teclado del audiómetro y se observará de manera gráfica las distintas opciones como se muestra en la Figura. 4.21 del sub menú de la opción MODE.



**Figura. 4.21** Sub menú opción INPUT

En la opción INPUT se selecciona el modo de operación del canal que se está utilizando, es decir, la entrada de la fuente de generación que se reproducirá en el canal 2.

**CANAL 1:** En esta opción la señal que se reproduce en el canal 2 es la misma que se reproduce en el canal 1.

**TAPE B:** En esta opción la señal que ingresa al canal 2 puede venir de una fuente externa que antes venia de un reproductor de cinta magnética o cualquier dispositivo de audio.

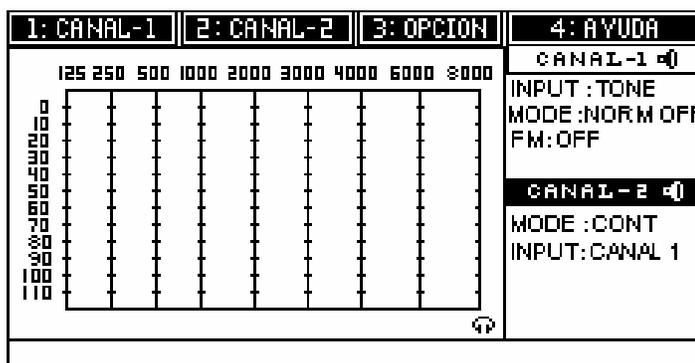
**NARROW:** En esta opción se puede ingresar ruido a la señal que se está reproduciendo en el canal.

**SPEECH:** En esta opción la señal que se tiene presente es la que viene desde el micrófono y se reproduce en los dos canales de audio.

**WHITE:** En esta opción se introduce ruido blanco al canal que se está utilizando.

Al seleccionar cualquiera de estas opciones se configura las palabras de configuración del audiómetro y se envía la nueva configuración a través de los puertos del controlador hacia los latch para mantener el dato. Se debe tener en cuenta que al encender el audiómetro todas las configuraciones volverán a las que se setean por defecto cuando se muestra la pantalla de presentación.

Después de seleccionar una opción en la parte izquierda de la pantalla principal se muestra en la configuración en la que se esta operando como se muestra en la Figura. 4.22

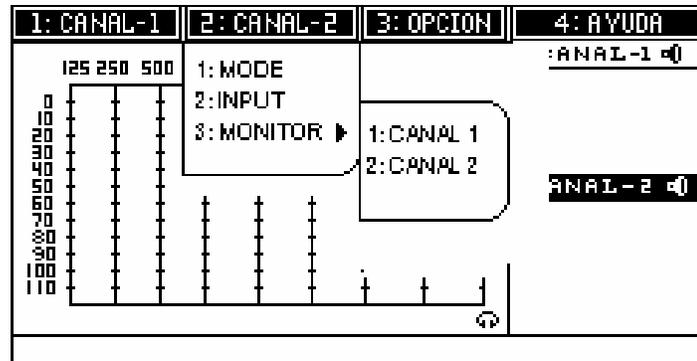


**Figura. 4.22** Despliegue información opción INPUT.

En cualquier instante si no se desea seleccionar ninguna opción se debe presionar la tecla “clear” para regresar a la pantalla principal o para salir a la pantalla principal.

#### 4.2.4.7 SUB MENU OPCION MONITOR

En esta opción se puede seleccionar que canal se desea monitorear el canal 1 o canal 2. Al presionar la opción 3 desde el teclado del audiómetro se visualiza en pantalla del audiómetro como se muestra en la Figura. 4.23



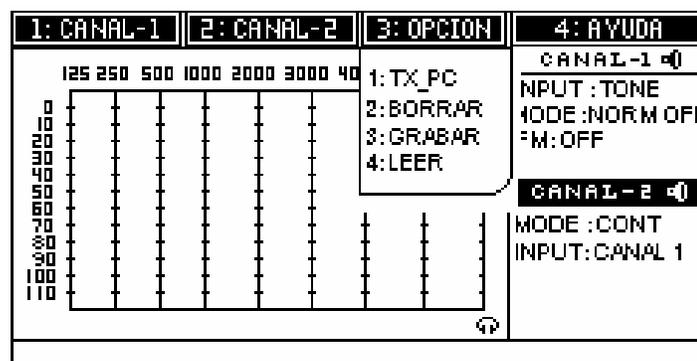
**Figura. 4.23** Menú de monitoreo de canal.

**CANAL 1:** Se puede monitorear el canal 1.

**CANAL 2:** Se puede monitorear el canal 2.

#### 4.2.4.8 MENU DE OPCIONES

Al presionar la tecla 3 se despliega de manera gráfica el menú que se observa en la Figura. 4.24 En este caso las letras de menú que son desplegadas no son gráficos sino el texto igual que en los casos anteriores.



**Figura. 4.24** Menú OPCION de la barra de menú.

**TX TO PC:** Con esta opción se puede enviar los datos desde el computador hacia el programa que registra en la base de datos los resultados de la audiometría para

posteriormente ser impreso con los datos del paciente y guardar en la ficha medica del mismo.

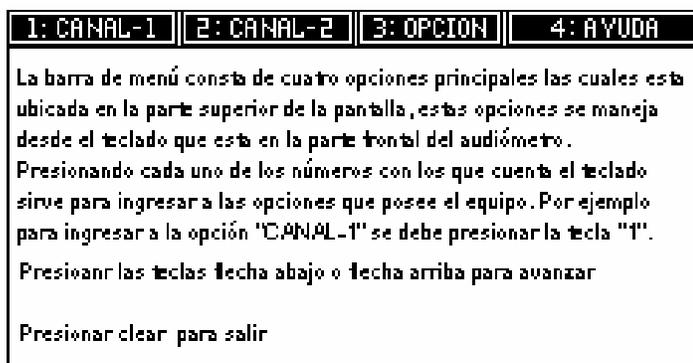
**BORRAR:** En esta opción se puede borrar todos los datos que se tienen almacenados en la memoria temporal del controlador y la pantalla principal pierde los datos que hasta el momento el operador ha ingresado.

**GRABAR:** En esta opción se puede grabar los datos que hasta el momento se dispone y grabarlos en la memoria E-EPROM del controlador, para editar y guardar nuevos puntos.

**LEER:** En esta opción se puede leer los datos que hasta el momento se dispone y grabarlos en la memoria E-EPROM del controlador, para editar y guardar nuevos puntos.

#### 4.2.4.9 MENU DE AYUDA

Al presionar la opción 4 del teclado del audiómetro que se encuentra en la parte frontal del audiómetro se despliega una guía rápida de usuario del audiómetro donde indica la forma de las principales opciones del audiómetro. Estas pantallas de presentación no son textos sino pantallas tipo gráficos. En la Figura 4.16 se observa la forma que se despliega la primera pantalla de ayuda.



**Figura. 4.25 Pantalla de ayuda**

Para regresar a la pantalla principal se debe presionar la tecla "exit" y para ingresar a la siguiente pantalla se debe presionar la tecla "flecha abajo" y para regresar a la anterior la

tecla “flecha arriba”. Estas son las opciones con las que cuenta la modernización del audiómetro.

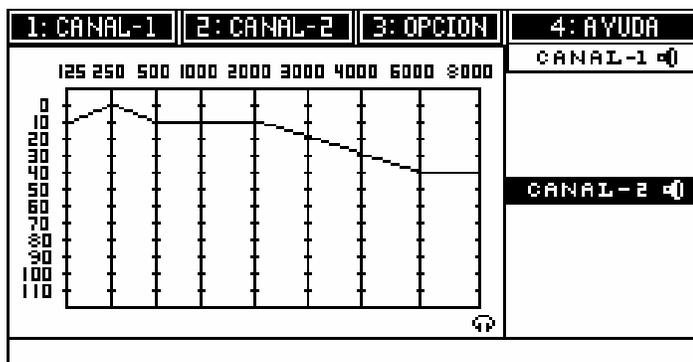
### 4.3 OPCIONES ANALOGAS

Son consideradas opciones análogas a los seteos que se realizan desde los controles que no se cambiaron en el audiómetro, como por ejemplo seteo de frecuencias y modo de funcionamiento.

Estos modos a pesar de que no son comandados desde el panel de navegación del audiómetro son leídos a través del hardware de interfase para saber como se esta operando el equipo y saber la tarea que se esta realizando.

Dependiendo de la tarea que se seleccione en estos dispositivos el software del audiómetro adquiere los datos desde el panel del audiómetro.

En el caso de que se esta generando las distintas frecuencias el operador puede ir ingresando los datos para la frecuencia que este operando en ese instante. En la Figura. 4.26 se puede observar los datos que se despliegan en la pantalla y según los cuales se ingresan en el gráfico.



**Figura. 4.26 Pantalla de grafico de audiometría.**

Este es el gráfico que será transmitido hacia el computador.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El desarrollo del proyecto para la modernización del equipo audiométrico ha requerido de un exhaustivo estudio para su implementación y desarrollo de mejoras para la adecuada práctica de audiometrías. Llegándose a las siguientes conclusiones:

- Se logró acoplar de manera exitosa el sistema análogo del antiguo audiómetro con el nuevo sistema digital implementado con el desarrollo de nuevos circuitos y tarjetas electrónicas.
- Se modernizó el audiómetro en un 80% gracias a la implementación de un sistema basado en microcontrolador que gestiona el manejo de la información a través de un entorno gráfico. El 20 % restante está conformado por las ruedas de selección a las cuales se les implementó un sistema de codificación para reconocer en opción se está utilizando el audiómetro.
- Se utilizó una pantalla LCD de iguales características a las que se utilizan en los audiómetros modernos, teniendo la posibilidad de manejar gráficos con alta resolución y texto en distintos formatos.

- Se amplió la capacidad de manejo de puertos del PIC 16F877-A mediante una subrutina de software y el uso de latch 74LS373, si que esto afecte la capacidad de operación del sistema, ya que el tiempo de acceso a cada uno de los puertos es imperceptible al operador.
- Se implementó el software del controlador mediante librerías de cabecera lo que permitirá reutilizar parte de este código en proyectos futuros donde se utilice pantallas de gran calidad y capacidad.
- Se creó un emulador del microcontrolador 16F877-A el cual permite mediante el uso de software y el puerto paralelo del computador generar las mismas señales que el controlador, lo que facilitó probar de manera sencilla las graficas que se cargaron posteriormente en la EPROM. Este emulador a su vez genera un archivo .HEX compilado el cual se utiliza para cargar todas las imágenes probas directamente hacia la EPROM.
- Se reparó la fuente de alimentación original del audiómetro, eliminando de esta manera el ruido que se introducía en los canales de audio y el excesivo calor que generaba a pocos minutos de operación.
- Se sustituyó en los casos que ameritaba el reemplazo de cable antiguo de audio debido al mal estado del cable y de las sueldas de estaño.
- Se reemplazó mediante el uso de relés en un 100% el uso de botones, teniendo esta funcionalidad desde el menú interactivo que se despliega en la pantalla de navegación.

- Se construyó una nueva carcasa que permite distribuir de mejor manera el hardware que se adicionó al audiómetro original.
- Se desarrolló un software en VisualNet para realizar la lectura de datos desde el audiómetro hacia un computador y almacenar esta información de manera ordenada en una base de datos que contiene las fichas médicas de cada uno de los pacientes, así como también las distintas evaluaciones que se realizan en distintos periodos de tiempo.
- Se desarrolló una red local de datos para que el centro de audiometrías pueda comunicarse con la secretaria o administración de la institución para facilitar la búsqueda de información y fichas medicas de los pacientes ingresados.
- Se realizó conjuntamente con los directivos del Instituto y con la Administración Zonal del Sur de la ciudad de Quito para cristalizar un viejo anhelo de la comunidad y de la Institución, esto es, la aprobación del proyecto de construcción de un centro independiente y especializado para la práctica de audiometrías.
- Se gestionó la construcción de este centro que actualmente es una realidad y gracias a la ayuda de la Presidencia del comité de Damas del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, además como proyecto en ejecución se está implementando y equipando de manera técnica la cabina audiométrica del centro así como apoyando para la compra de equipo especializado que complementen el equipo audiométrico para la correcta práctica profesional.

# **ANEXO 1**

## **CALIBRACIÓN DEL AUDIÓMETRO**

## **CALIBRACIÓN DEL AUDIÓMETRO**

Una de las partes más importantes luego de montar el audiómetro o antes de utilizarlo es la calibración del instrumento, para calibrar el instrumento se siguen el siguiente procedimiento.

### **CALIBRACIÓN PARA AUDIOMETRÍA AÉREA**

Para este tipo de operación se dispone de un decibelímetro (Aparato para medir la atenuación del ruido), junto con un patrón que se lo coloca directamente al auricular o audífono con el que se van a realizar las audiometrías. Y se le hace responder a las distintas frecuencias naturales con las que se va a trabajar la audiometría. De acuerdo a la frecuencia de oscilación que se le someta al audiómetro este debe tener una respuesta que se compara con las tablas establecidas y márgenes de error permitidos para el aparato. La calibración se realiza variando los potenciómetros internos del audiómetro hasta que responda a los estándares de las tablas.

### **CALIBRACIÓN PARA AUDIOMETRÍA ÓSEA**

Para este tipo de calibración el patrón que se dispone es de un mastoide artificial el cual sirve como patrón para calibrar la vibración que transforma en sonido que se escucha, de la misma forma, se hace oscilar en todas las frecuencias con las que se van a realizar las pruebas y se calibran con los potenciómetros internos del aparato.

### **CONCLUSIONES DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración como proceso no es complicado, lo complicado es tener el aparato de medición con los rangos de tolerancia que maneja, y algo muy importante es los

patrones que tiene el Dr. Edwin Andrade que simula prácticamente en el primer caso el oído humano y en el segundo caso el mastoide. Estos patrones serían la mas importante de las limitaciones para que la calibración sea realizada por nosotros.

### **CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE ACUERDO A ESTÁNDARES**

Se deberán obtener resultados aceptables de pruebas audiométricas de tono puro de agudeza auditiva sin ayuda, de acuerdo a la siguiente tabla de límites mínimos de oído.

Frecuencia(Hz)	500	1000	2000	3000
Mejor oído(Db)	35	30	30	40
Peor oído (Db)	35	50	50	60

# **ANEXO 2**

**ESTUDIO DEL AREA INSONORA**

## **ESTUDIO DEL AREA INSONORA**

### **GENERALIDADES**

En este capítulo se desarrollara un estudio técnico de un área especializada para la practica de audiometrías, con este fin, es necesario tener en cuenta conceptos básicos que se involucran para el estudio y desarrollo de una cabina con características insonoras, pues debe ser tomarse en cuenta que se involucran tanto el estudio de las ondas de sonido así como el comportamiento fisiológico en el oído humano y su interacción con el medio.

### **SONIDO EN UN AMBIENTE SONO-ACUSTICO**

Para el diseño y construcción de un ambiente insonoro, apto para la practica medica en el campo de la audiometría se deben establecer en primera instancia los conceptos y teorías físicas necesarias para tratar las magnitudes que intervienen en el campo acústico, así como la percepción de las mismas por el mecanismo auditivo humano. En segundo lugar, las técnicas y métodos que usualmente se utilizan en el acondicionamiento acústico de salas. La problemática del aislamiento acústico, tanto a ruido aéreo como a impacto, abordando sus soluciones de forma más directa mediante expresiones, algunas de ellas empíricas, normalmente utilizadas en este tipo de intervenciones. Finalmente se debe tomar en cuenta la acústica urbanística, en las que se incluye la evaluación del impacto ambiental.

### **UBICACIÓN DE LA CABINA AUDIOMETRICA**

Nuestro estudio para la mejor ubicación y diseño de la cabina para audiometrías comenzó por conocer el lugar en donde seria colocada, se nos propuso realizar el levantamiento en una de las aulas ubicas en el bloque administrativo de la institución, en este bloque funcionan las oficinas y algunas aulas, siendo un área bastante concurrida tanto por personal administrativo como por alumnos propios de la institución que necesariamente se convierten en fuentes generadoras de sonido y de ruido. Se sugiere

entonces la construcción de un lugar especializado solo para la atención de pacientes con problemas auditivos, un área aislada de fuentes generadoras de ruido y de la concurrencia de gente, con este objetivo se realiza un estudio del terreno libre de la institución para su construcción.

La necesidad de contar con un área especializada para brindar el servicio de audiometrías fue primordial, el área requería de instalaciones propias para el funcionamiento del equipo de audiometría a digitalizarse y para la mejor atención a pacientes.

Las áreas que se consideraron para el diseño de este ambiente son:

- Cabina audiométrica.
- Área para consulta externa.
- Contabilidad.
- Aula para terapia de lenguaje.
- Baños.
- Espera.

En general, las ondas pueden propagarse de forma transversal o longitudinal. En ambos casos, sólo la energía y la cantidad de movimiento del movimiento ondulatorio se propagan en el medio; ninguna parte del propio medio se mueve físicamente a una gran distancia. Por ejemplo, imaginemos que atamos firmemente una cuerda a un poste por un extremo, la estiramos sin tensarla del todo y sacudimos el otro extremo. Una onda se desplazará por la cuerda hacia el poste, donde se reflejará y volverá hacia la mano. En realidad, ninguna parte de la cuerda se mueve longitudinalmente hacia el poste, pero todas las partes de la cuerda se mueven transversalmente. Este tipo de movimiento ondulatorio se denomina onda transversal. Del mismo modo, si tiramos una piedra a un estanque, una serie de ondas transversales se propaga desde el punto de impacto. Un corcho que flote cerca de dicho punto se moverá hacia arriba y hacia abajo, es decir, de forma transversal a la dirección del movimiento ondulatorio, pero apenas mostrará movimiento longitudinal. En cambio, una onda de sonido es una onda longitudinal. A medida que la energía del movimiento ondulatorio se propaga alejándose del centro de la perturbación, las moléculas de aire

individuales que transmiten el sonido se mueven hacia delante y hacia atrás, de forma paralela a la dirección del movimiento ondulatorio. Por tanto, una onda de sonido es una serie de compresiones y enrarecimientos sucesivos del aire. Cada molécula individual transmite la energía a las moléculas vecinas, pero una vez que pasa la onda de sonido, las moléculas permanecen más o menos en la misma posición. El ruido debe ser tomado como un problema de gran importancia económica. Para un efectivo control de ruido es necesario un estudio preliminar de varios puntos importantes:

- Reconocer las fuentes del ruido.
  - Analizar la situación de los afectados directamente.
  - Determinar qué niveles de ruido son aceptados.
  - Estudiar la funcionalidad de los elementos aisladores frente a sus operarios.
  - Reducir al máximo los costos del tratamiento.
  - Diseñar armoniosamente la disposición y terminados del mismo.
  - Coordinar las operaciones de instalación.

## **MATERIALES**

Para modificar las reverberaciones, se cuenta con dos tipos de materiales para cubrir las superficies de una habitación: los que reflejan el sonido y los que lo absorben. Los materiales blandos como el **corcho** o el **filtro** absorben la mayor parte del sonido que incide sobre ellos, aunque pueden reflejar algunos sonidos de baja frecuencia. Los materiales duros como la piedra o los metales reflejan casi todo el sonido que les llega. La acústica de un auditorio de grandes dimensiones puede ser muy distinta cuando está lleno y cuando está vacío: los asientos vacíos reflejan el sonido, mientras que el público lo absorbe.

Para el diseño de nuestra cabina insonora se usará un material blando como absorbente del sonido

## **PROBLEMAS DE DISEÑO**

El diseño acústico tiene que tener en cuenta que, además de las peculiaridades fisiológicas del oído, en la audición intervienen también peculiaridades psicológicas. Por ejemplo, los sonidos no familiares parecen poco naturales. El sonido producido en una habitación normal se ve algo modificado por las reverberaciones debidas a las paredes y los muebles; por esta razón, un estudio de radio o televisión debe tener un grado de reverberación moderado para conseguir una reproducción natural del sonido. Para lograr las mejores cualidades acústicas, las salas deben diseñarse de forma que reflejen el sonido lo suficiente para proporcionar una calidad natural, sin que introduzcan una reverberación excesiva en ninguna frecuencia, sin que provoquen ecos no naturales en determinadas frecuencias y sin que produzcan interferencias o distorsiones no deseables.

El tiempo que necesita un sonido para disminuir su intensidad original un millón de veces se denomina tiempo de reverberación. Un tiempo de reverberación apreciable mejora el efecto acústico, especialmente para la música; en un auditorio, un sonido intenso debe oírse ligerísimamente durante uno o dos segundos después de que su fuente haya dejado de emitirlo. En una vivienda, es deseable un tiempo de reverberación más corto pero detéctale.

## **ESTUDIO TÉCNICO DEL PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA REALIZAR UNA AUDIOMETRÍA**

Para un eficiente desarrollo del tema se visitaron a médicos profesionales de la audición como son:

- Dr. Edwin Andrade.
- Dr. Fausto Coello.
- Tec. Juan Guerrero.

Y los centros a ser visitados sobre todo para la inspección de la cabina así como también para conocer las características técnicas de los aparatos son:

- MAICO Hearing Instruments Inc.
- Vienatonne importadora de equipos.

Los profesionales que trabajar conjuntamente con nosotros en la realización de este proyecto:

### **VISITA AL DR. EDWIN ANDRADE**

El Dr. Edwin Andrade nos recibe a las tres y cinco minutos de la tarde del día 25 de septiembre del presente año, en su consultorio particular HABLA ubicado en los alrededores del Hospital Metropolitano, luego de que su secretaria particular nos pidió que pasemos ingresamos a su oficina donde luego de presentarnos el Dr. Edwin Andrade nos recibió y enseguida en honor al tiempo nos dio las siguientes indicaciones.

Primeramente nos mostró la cabina donde se realizan las audiometrías de lo que se pudo observar que posee las siguientes características:

### **PAREDES**

Las paredes de cemento armado de un considerables espesor, así como también el techo es de la loza. Las paredes son recubiertas por esponja y un material similar a la alfombra con el fin de evitar el eco que se pueda producir dentro de la zona de amortiguación del sonido.

### **AREA**

El área donde se realiza esta prueba es de aproximadamente 2,50 x 2,50 metros cuadrados, criterio del Dr. Para contar con espacio mucho mayor para cuando se realizan audiometrías a niños para que sea incluso en presencia de sus padres y todos puedan estar juntos dentro de la cabina audiométrica.

### **VENTILACION**

En el interior de la cabina donde se realiza la audiometría no existe ningún tipo de ventilación o sistema de aire acondicionado especial, dado que la prueba no lleva más allá de 10 minutos, y de acuerdo al volumen de aire consumido por las persona que se encuentre dentro es mas que suficiente. Esto quedaría sujeto a un cálculo matemático de cuanta cantidad de oxigeno consume una persona y realizar las debidas aproximaciones para poder estimar cuando se va terminar el oxigeno dentro de la cabina.

## **ILUMINACION**

La iluminación constaba de un foco ahorrador de energía, que a criterio nuestro solo cumplía su función “ahorrar energía”. El diseño de la iluminación de interiores y exteriores está sujeto tanto a estándares y dependiendo del tipo de actividad que se vaya a realizar y factores psicológicos que puedan incidir en el comportamiento de la persona.

## **VISIBILIDAD**

La cabina no posee mas que una ventana en la puerta de ingreso, cave anotar que el vidrio que forma parte de la puerta es de un grosor considerable.

## **PUERTA**

La puerta esta compuesta de madera, no recubierta de alfombra pero es de un material muy duro y doble. Esta puerta tiene una especie de cauchos en sus extremos para lograr un total acople entre la pared y la superficie misma de la puerta.

## **PISO**

Compuesto de una alfombra que no emite pelusa de igual forma para atenuar el ruido y el eco.

## **CARACTERISTICAS GENERALES**

Estas son las características que se pudieron observar en la cabina donde se realizan las audiometrías en este prestigioso centro. Pero cave anotar que se tiene algunas observaciones de nuestra parte que estarán sujetas un estudio por nuestra parte.

Por ejemplo el Dr. Edwin Andrade menciona que no hace falta de tener una amortiguación total del sonido (término técnico utilizado para mencionar cuan insonorizada esta la cabina), ya que el consultorio posee un tipo especial de audífonos que se incrustan dentro del oído de la persona, estos dispositivos en su parte terminal que es la que ingresa en la cavidad del oído se ensancha luego de que ingresa en la misma, obteniéndose de esta manera una atenuación de hasta cuarenta dB (40 dB), mientras que con los antiguos audífonos se consigue una atenuación de hasta 10 dB en el mejor de los casos. Aquí surgió nuestra duda ¿No se tiene entonces totalmente insonorizado el ambiente? La respuesta es que no ya que el Dr. Andrade nos comento que en el segundo piso donde esta la cabina es un garaje de autos donde no se produce ruido y que era mas que suficiente la combinación de los audífonos como de la amortiguación que se obtenía con la cabina que estaba implantada. Entonces esto nos sugiere que se puede manejar márgenes de error en cuanto a la insonorización de la cabina y esto se justifica debido a que el oído humano solo puede percibir sonidos que se encuentran dentro de un rango determinado de frecuencias, tratar de eliminar el resto de frecuencias muy altas o demasiado bajas, es decir que se encuentren fuera de este rango o del rango permitido en los estándares técnicos de las cabinas no serviría de nada puesto que solo sería percibidos por instrumentos especializados.

## **DECIBELIMETRO**

El decibelímetro es un aparato diseñado para medir la atenuación de la frecuencias en la escala logarítmica y también lineal. Pero el decibelímetro que se posee en el consultorio y único en el país es analógico, lo cual a más de introducir un error por parte del instrumento

introduce un error de interpretación por parte de la persona que toma la lectura. La suma de los errores generan un error mayor pero este error se ve compensado con el uso de los patrones que disminuyen los errores anteriormente mencionados.

En contraparte los osciloscopios que son instrumentos que miden frecuencias en su representación lineal, se tiene la ventaja que al ser un instrumento digital se tiene un error de instrumento pero no un error de interpretación al momento de tomar la lectura.

Pero se introduce un error mayor al no tener los patrones de calibración, ya que sin estos solo se podría calibrar a la salida del instrumento y no se tendría una calibración incluso con la línea, puesto que la línea de transmisión también está sujeta a atenuaciones.

Luego de haber observado todas las posibilidades se concluye que es mejor calibrar el instrumento con un decibelímetro.

El Dr. Edwin Andrade nos comentó que este fue calibrado aproximadamente hace tres años.

## **CARACTERISTICAS DEL AUDIOMETRO**

El profesional nos comentó que él posee uno de los audiómetros de última generación, pero que no tiene más bondades de las que presta un analógico ya que una audiometría, con el pasar de los años sigue siendo la misma, debido a que el oído humano sigue siendo el mismo. Pero sí prestan más servicios como los de impresión de resultados y almacenamiento de información. Las demás funciones que puedan tener o estén implantadas generalmente no se las utilizan o no sirven de soporte para ningún otro aparato.

Incluso el Dr. Andrade nunca utiliza este servicio que le presta su audiómetro digital debido a que el proceso todavía es manual. Cabe anotar en esta parte que el computador es una herramienta útil para las personas si se optimiza todos los recursos que este presta.

De esta forma concluyó la visita al Dr. Edwin Andrade que esta gustoso de colaborar con este proyecto.

### **VISITA TEC. JUAN GUERRERO**

Esta misma tarde y luego de salir del consultorio concertamos otra cita con el Tec. Juan Guerrero ex-empleado de REXTON Hearing Instrument. El cual nos recibió a las seis de la tarde en su oficina.

A el le consultamos acerca de la cabina audiométrica y pudimos constatar que era de dimensiones mucho menores 1 x 1 metros cuadrados de características similares a las anteriores. Esto del espacio reducido se justifica ya que solo se trabaja con personas adultas. Con lo que se concluye que los dos profesionales recomiendan ambientes amplios para trabajar con niños.

Datos nuevos que nos dio es sobre los distintos tipos de audífonos que existen en el mercado y formas de interpretar una audiometría así como la simbología que se utiliza para plasmar los resultados en el papel.

Con esto se culminan las visitas realizadas en la ciudad de Quito el 25 de Septiembre del 2002.

### **VISITA AL ARQ. LUIS VILLACRÉS**

Con el objetivo de hacer una revisión de carácter técnico arquitectónico del levantamiento del área para la construcción del área para la ubicación de la cabina insonorizada realizamos una visita al Arq. Luis Villacrés del municipio de la Ciudad de Quito Región Sur.

Luego de exponer el tipo de trabajo que se realizaría y cual era el objetivo primario del proyecto, el arquitecto se mostró muy interesado además se sugirió la construcción de un ambiente independiente para el el tratamiento de pacientes con problemas de audición, entonces se propuso la construcción de un área especializada solo para funcionamiento y atención al publico que requiera de una audiometría.

Con esta propuesta por parte del Arq. Designado por el Municipio se concluye que la esta nueva construcción es ideal para la mejor atención y bienestar de los pacientes ya que el lugar antes estudiado no brindaba el espacio suficiente para la atención a grandes cantidades de personas.

Finalmente el Arq. Villacrés nos pide realicemos el diseño arquitectónico de los espacios necesarios dentro del nuevo ambiente para luego revisarlo y que sea aprobado. Se hizo notar el interés que tiene el municipio por concretar este proyecto en el menor tiempo posible.

## **REUNIÓN PARA EL ESTUDIO Y LEVANTAMIENTO DEL TERRENO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CENTRO**

El lunes 25 de octubre de 2002 asistimos a una reunión programada por el Dr. Robert Barba Director del Instituto, para tratar el tema del lugar en el que se realizaría el nuevo consultorio audiométrico.

Llegando a la conclusión que el mejor lugar para esta nueva construcción seria al lado Izquierdo del edificio administrativo frente a la entrada peatonal del instituto, se llego a esta conclusión ya que el lugar era el mas silencioso en el área además tendría un fácil acceso de los pacientes ya que la entrada principal se encuentra a pocos metros, el terreno presenta características adecuadas, es plano, no interfiere con nada, ya que es un ángulo de terreno en el cual nada estaba proyectado.

Con este análisis se llego a la conclusión que el lugar era el ideal para la construcción del consultorio audiométrico, luego de esto se procedió al levantamiento del área por parte del Arq. Villacrés.

## **VISITA AL INFA**

Luego de concertar una cita a través del Dr. Robert Barba rector del Centro de Audición y Lenguaje “Enriqueta Santillán”, con el Dr. Fausto Coello profesional del área de audiometría del Instituto del Niño y la Familia “INFA” ubicado en Conocoto en la ciudadela del mismo nombre tuvimos la entrevista de la cual se detalla la siguiente información recopilada.

## **UBICACION**

La ubicación del consultorio donde se realizan las audiometrías está a unos 200 metros de distancia de donde funciona el hospital y donde se encuentra gran afluencia de personas, ya que se trata de buscar para la ubicación de la cabina el lugar más sono-amortiguado del lugar teniendo en cuenta las perturbaciones que se podrían dar durante el trascurso del día o en mayor parte cuando se realiza la prueba audiométrica. En los alrededores del lugar no existe ningún tipo de talleres o fabricas que puedan emitir vibraciones o ruidos que pudiesen alterar el resultado de la prueba audiométrica. Nos comentaba el Dr. Fausto Coello como anécdota que una vez se intentaba colocar un lugar de metal-mecánica cerca del centro pero que no era permitido y que se les podía denunciar a las autoridades competentes. Además la ubicación que tiene dentro del centro no es una construcción parte de la infraestructura del edificio, si no que es una construcción adicional a la ya existente y dentro de esta se encuentra la cabina insonorizada la cual posee las siguientes características.

## **PUERTA**

Algo que nos llamó la atención es que el ingreso a la cabina insonorizada es que el Dr. Coello nos que el ingreso a la cabina sería factible tener doble puerta con el principio de las puertas de la refrigeradora es decir que tenga un acople magnético en los bordes para que el contacto entre las puertas y el tope sea de una manera total. Además el echo de que exista doble puerta es para que exista un espacio de unos 60 cm donde se forme una

cámara de aire donde el ruido se atenúa, este espacio que se crea es el que atenúa el ruido en el ambiente. Cabe mencionar que las puertas son de un material rígido como en los demás casos observados. Luego de ingresar por estas dos puertas se ingresa a la cabina que consta de otra puerta más de similares características a la anterior, pasando esta tercera puerta se está dentro de la cámara sonó amortiguada.

## **PAREDES**

Las paredes están recubiertas de un material, parecido a la alfombra que tiene como finalidad contrarrestar el efecto del eco que se podría producir en el interior. En este caso particular de las paredes el Dr. Fausto Coello nos comentaba que las paredes deben ser dobles y de un considerable grosor y al tener una pared doble esta debe tener un espaciamiento entre pared y pared de 80cm donde también se deja una cámara de aire para amortiguar el sonido. El Dr. Coello nos comentó que con la doble pared y la doble puerta de ingreso se consigue una excelente atenuación del sonido exterior.

Luego de estas indicaciones nosotros acotamos que generalmente pueden ir las cabinas de insonorización con materiales extras en este espacio de aire que queda entre pared y pared a lo que el Dr. Coello nos confirmó lo que nuestra investigación nos reveló días atrás, que se debe colocar en este espacio, de ser posible una malla para crear una jaula de Faraday, para conseguir anular el campo magnético que viene del exterior, además que existe materiales acústicos de recubrimiento para conseguir atenuar el ruido como es el caso del acustek que se lo puede encontrar en Colombia. El Dr. Coello también nos comentó que se pueden reemplazar mucho de estos materiales como por ejemplo el acustek por las cubetas de huevos que invirtiéndolas se tiene el efecto, parecido a una plancha de pirámides o puntas salientes. Además que se podría omitir el recubrimiento de madera, sino que se lo podría llenar de algodón o de esponjas cortadas en pequeños pedazos, pero siempre dejando espacios de aire, ya que el espacio de aire que se deja es el que realmente atenúa el sonido.

## **VENTILACION**

En el interior de la cabina no existe ningún tipo de ventilación ya que no es una área pequeña sino que el área que constituye la cabina es de aproximadamente 3 x 2 metros, y que la ventilación que se tiene es al abrir la puerta cuando se ingresa y esto es más que suficiente.

## **ILUMINACION**

No se necesita iluminación en el día, puesto que se tiene una ventana que da al campo libre como se mencionará mas adelante. Pero se cuenta con una iluminación de un foco que a nuestro parecer nos permitimos comentar no tiene ningún tipo de sustento técnico, lo que si tomaron en cuenta es criterio de la luz estroboscópica que puede introducir ruido al aparato generador del audiómetro y tener resultados que no se ajustan a la realidad del paciente.

## **VENTANA**

Lo que en los anteriores informes mencionábamos como visibilidad en esta entrevista cabe mencionarlo ya como ventana propiamente dicha, ya que esta tiene una vista a la parte exterior de la construcción, pero esta ventana es de características especiales, puesto que consta de doble vidrio, con el mismo criterio de las paredes. Los vidrios de las ventanas están separados 6 cm y la estructura de las ventanas es de aluminio. Esta es la iluminación que se tiene además de la bombilla colocada en el techo.

## **TECHO**

El techo que se tiene aquí es de cielo raso o conocido también como techo falso de color blanco, el Dr. Coello nos comentaba que lo ideal seria que fuese de una loza, con lo que se conseguiría un mejor resultado.

## AUDIOMETRO

En este consultorio nos encontramos con varios tipos y audiómetros de última generación, el Dr. Coello nos comentaba las bondades de un audiómetro digital que se podían almacenar los puntos y analizarlos luego con la ayuda de un computador, así como también que existen audiómetros automáticos que se los utiliza en las fabricas y realizan pruebas automáticamente, sin la necesidad del técnico que este a cargo operando el equipo, pero que este tipo de evaluaciones solo se lo podía realizar en personas adultas y que pudiesen comprender las instrucciones que se les esta dando para hacer uso del audiómetro.

Además se nos comento como es la forma de realizar una audiometría a un niño, la cual consistía en lo siguiente:

Al niño se le hace escuchar un tono a una frecuencia cualquiera e inmediatamente se enciende una luz en este caso era una luz tipo sirena por repetidas ocasiones, este proceso se lo realiza varias veces, puesto que la luz es de un color vistoso y cuando se enciende es aun más, el niño asocia el sonido y la luz entonces cada vez que escuche algo el niño va asociar la luz, y esta va ser la forma como el niño indique si escucha o no la frecuencia a la intensidad que se realice la evaluación.

En este caso la audiometría necesita de dos personas que realicen la prueba mientras una persona opera el equipo el audiómetro la otra persona esta jugando con el niño, para hacer este tipo de pruebas se necesita el espacio que puede dar una cabina audiométrica más grande que las convencionales, además se necesita un espacio interior para que los padres del niño puedan acompañarlo mientras se realiza la prueba y se sienta el niño más seguro.

Otras de las formas que nos indico de cómo realizar una audiometría a niños pequeños es con unas pelotitas de goma el proceso es similar al anterior el niño asocia el sonido con la pelotitas y las deposita en un lugar cada vez que escuche un sonido. En este caso de exámenes a niños lo importante es asociar el sonido con un evento que el niño lo encuentre atractivo o divertido, puesto que al pequeño no se le puede dar indicaciones de cómo actuar frente a este tipo de exámenes, cosa que no sucede con niños de 5 años en adelante.

El Dr. Fausto Coello nos comento que tiene otro tipo de aparatos que sirve para hacer evaluaciones de oído para una persona y que especialmente sirve para realizar pruebas en niños menores de 2 años y generalmente se realiza esta prueba cuando están durmiendo, este tipo de aparatos tienen otro principio de funcionamiento al de los audiómetros.

Algo que nos pareció muy interesante y tiene mucha coherencia es que no se puede realizar una audiometría sin antes haber revisado la cavidad media del oído, ya que esta puede presentar obstrucción ya sea por grasa o malformaciones congénitas o accidentes que no estuvieron previstos. Esto nos recomendó el Dr. Para tener resultados acorde a la realidad.

Otro de los puntos interesantes que nos comento es que antes de montar una cabina audiométrica se debe hacer un estudio de factibilidad del sitio donde esta va a ser colocada, ya que no importa tanto cuanto atenuación pueda tener la cabina en su interior si no más bien cuanto ruido va a atenuar. Y nos comento que la cabina del “INFA”, no tiene una sonó amortiguación absoluta sino que si una persona conversa en los exteriores de la cabina no escucha en el interior a menos que esta persona se encuentre ya gritando muy fuerte, a lo cual realizamos la siguiente prueba.

Le pedimos a una de las personas que laboran en el centro que se ponga a contar en la parte exterior de la cabina y luego cerramos la puerta al cerrar la puerta le escuchábamos a la persona, pero al cerrar la segunda puerta ya no se le escuchaba a la persona aun cuando esta contaba de una forma fuerte. El Dr. Coello nos comento que el sonido se atenúa aún mas cuando la persona se coloca los auriculares.

Como se puede observar la atenuación en este caso como en el caso de los anteriores centros visitados no es total, si no que se maneja rangos de error que se puede tolerar.

Luego de visitar la cabina se nos mostró el plano de circuitería interna de los audiómetros y posibles direcciones donde podríamos encontrar más información.

Luego de haber estado casi por dos horas en el centro nos despedimos y dejamos abierta una posibilidad para regresar por una segunda ocasión al centro para observar y documentar un prueba audiométrica realizada a un paciente niño y a un adulto.

En conclusión de esta visita se pudo observar y confirmar muchas de las cosas que ya habíamos venido investigando, pero además se incrementa cada vez más la información para modernizar el audiómetro del Centro de Audición y Lenguaje “Enriqueta Santillán”, con las técnicas que nos recomiendan los profesionales del área.

### **VISITA A MAICO HEARING INSTRUMENTS INC**

A MAICO Hearing Instruments Inc. fuimos sin previa cita puesta que una semana a tras fuimos y confirmamos que se necesitaba una previa cita y que podíamos asistir en el horario de 2 a 4 de la tarde de cualquier día.

El día martes asistimos a MAICO que esta ubicado en la Av. América 712 y Asunción segundo piso. MAICO, es una empresa que se dedica a la calibración de audífonos a partir de una audiometría y además importa bajo pedido aparatos de audiología y cabinas sonó amortiguadas.

La razón por la que asistimos a MAICO, es porque el equipo que se va ha modernizar se adquirió en MAICO es un modelo MA 32 y deseábamos información del equipo, ya sea un manual de la circuitería interna o las características técnicas para revisarlas más detenidamente.

Cuando llegamos nos atendió el Dr. Que estaba a cargo del laboratorio a lo cual nos presentamos y le comentamos el particular de nuestra visita y el motivo por el cual le estábamos visitando. El Dr. Nos comento que no era la primera vez que le visitaban del centro de Audición y Lenguaje “Enriqueta Santillán”, sino que era la tercera o cuarta ocasión que se lo hacia y que nunca se había llegado a concretar el proyecto a lo cual le comentamos nuestras inquietudes, pero lamentablemente el modelo MA32 se lo adquirió hace 20 años y no existe catálogos o información sobre el mismo, que se lo podía

conseguir por Internet escribiendo a MAICO en México o en Estados Unidos, pero que el solo nos podía decir acerca del audiómetro lo siguiente:

Que las características de generación de las frecuencias naturales en tono e intensidad en el audiómetro son excelentes de acuerdo a las experiencias que ha tenido con otros de similares características.

Lo cual se conforma con el comentario que emitió el Dr. Edwin Andrade al momento de calibrar el equipo.

Además que el principio de funcionamiento de los audiómetros análogos y digitales no ha variado sino que los digitales procesan la información y pueden presentar los resultados de manera inmediata en una impresora, y que pueden almacenar información.

En cuanto a las cabinas nos comento que ellos habían vendido a la Universidad Central del Ecuador – Quito una cabina audiométrica que tiene alrededor de 16 años funcionando y que son de las que ellos importan y las traen desarmadas y las ensamblan en cualquier lugar, el costo de una cabina pequeña oscila en los cinco mil dólares y una con las características que le dimos estaba por cerca de los 18 mil dólares. Nos comentaba además los materiales de los que esta conformada las paredes de la cabina y tiene las paredes conformadas de acero y demás recubrimiento de fibra de vidrio y otros materiales en su interior.

Estos son los únicos datos que se obtuvieron en MAICO , así como también de catálogos de las cabinas y los estándares que se deben cumplir para una adecuada sonorización, que nos servirán de mucha ayuda para el diseño del área del centro de Audición y Lenguaje “Enriqueta Santillán”.

De acuerdo al criterio técnico y medico de los profesionales expertos en el tema se empezó con el estudio y búsqueda de los materiales adecuados para la construcción del área de la cabina, su recubrimiento interno, la iluminación adecuada, circuiteria especial dentro de la misma.

## **MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN DE LA CABINA.**

La cabina requiere de una construcción especial para el tratamiento del ruido y de los sonidos no deseados, con este fin se propone la construcción de la cabina con las característica siguientes.

### **PAREDES DE AISLAMIENTO PRINCIPAL.**

La pared de aislamiento que se encargara de aislar la cabina de los ambientes adyacentes consta de una pared doble de ladrillo separadas la una de la otra por una cámara de aire de 15 Cm en esta serán colocados pedazos de espuma flexible con el objetivo de mejorar la amortiguación del sonido que ingresa a la cabina.

### **PAREDES DE AISLAMIENTO INTERNO.**

Las paredes internas de la cabina tienen un tratamiento especial para eliminar el eco y la reverberación generados por los sonidos que necesariamente existirán al momento de realizar un examen audiométrico. Las paredes internas tienen un panelado de listón de madera el que describe cuadrados internos lugar en el que se colocará una capa de lana de fibra de vidrio de 5 Cm de espesor, para luego ser cubierta por una lamina de madera triplex de 8mm, sobre esta superficie y gracias al pegamento en spray, adecuado, se adherirán las planchas de studio-foam cuya característica principal es la de eliminar eco y reverberación además de proveer una presentación estética.

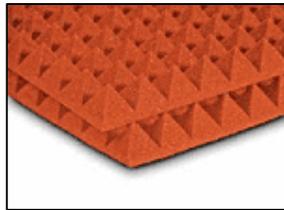
## CORTE DE LA PARED DE AISLAMIENTO



## DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

### MATERIAL ACUSTICO

El material que se ha seleccionado se llama “Acoustic studiofoam pyramids 2” Se observa en la figura siguiente:



La espuma acústica piramidal de 2” fue escogida, ya que es el material acústico más recomendado para grandes espacios, como cuartos y salas acústicas con problemas de ruido pronunciados y donde se requiere grandes niveles de absorción de ruido.

## CARACTERISTICAS TECNICAS

Se puede juzgar a un material acústico estudiando su CRR o NRC (coeficiente de reducción de ruido). Según normas internacionales este examen esta estandarizado para cubrir frecuencias entre 125Hz y 4000 Hz.

Este material nos brinda un coeficiente de reducción de ruido de 0.95 como lo podemos observar en la tabla siguiente

	125Hz	250Hz	500Hz	1KHz	2KHz	4KHz	NRC
<b>1" Studiofoam</b>	0.10	0.13	0.30	0.68	0.94	1.00	0.50
<b>2" Studiofoam</b>	0.11	0.30	0.91	1.05	0.99	1.00	0.80
<b>3" Studiofoam</b>	0.23	0.49	1.06	1.04	0.96	1.05	0.90
<b>4" Studiofoam</b>	0.31	0.85	1.25	1.14	1.06	1.09	1.10
<b>2" Pyramids</b>	0.13	0.27	0.62	0.92	1.02	1.02	0.70
<b>4" Pyramids</b>	0.27	0.50	1.01	1.13	1.11	1.12	0.95

Tabla de atenuaciones del material acústico

Al tener expuestos los cuatro lados en cada pirámide elimina de una mejor manera la difusión de las ondas sonoras no deseadas disipándolas en forma de calor.

## COLORES

A continuación se puede observar los distintos colores disponibles para el material acústico.

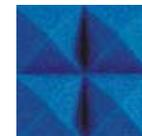
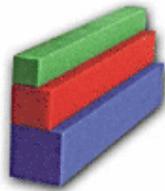


Figura 11.3. Colores disponibles del Material Acústico.

Existen en el mercado todas estas variedades de colores a elegir. Teniendo en cuenta que en nuestro ambiente se trabaja con niños se recomienda escoger un color que soporte el uso.

## ESQUINAS Y UNIONES

Como accesorios de la instalación se pueden observar en la Figura se muestran las esquinas y uniones del material acústico.



Accesorios Material Acústico

Este material es muy necesario para la eliminación de rebote en las esquinas y uniones de la habitación, disminuyendo efectivamente el eco y la reverberación del sonido además de dar un mejor acabado al diseño arquitectónico del ambiente insonoro.

## PEGAMENTO



Este pegamento es utilizado especialmente para adherir espuma a superficies como madera y metal, además garantiza un consumo mínimo debido a su spray, es recomendable 2 tanques por caja de 12 paneles.

# **ANEXO 3**

**HOJAS TECNICAS**



MICROCHIP

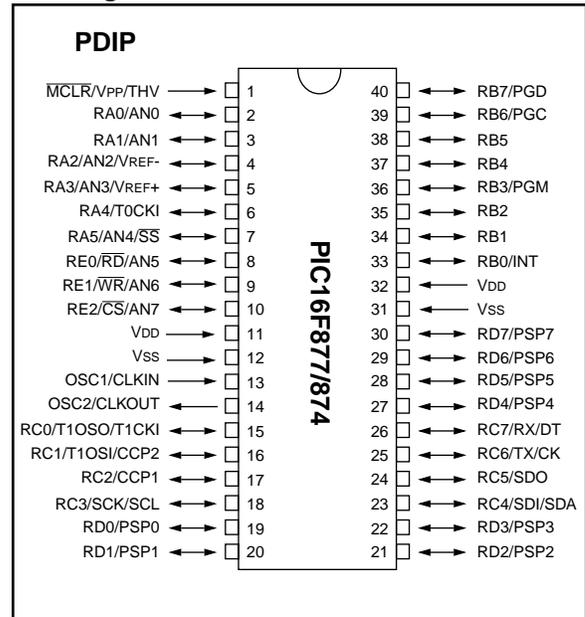
# PIC16F87X

## 28/40-pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers

### Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle instructions except for program branches which are two cycle
- Operating speed: DC - 20 MHz clock input  
DC - 200 ns instruction cycle
- Up to 8K x 14 words of FLASH Program Memory,  
Up to 368 x 8 bytes of Data Memory (RAM)  
Up to 256 x 8 bytes of EEPROM data memory
- ★ • **Pinout compatible to the PIC16C73/74/76/77**
- Interrupt capability (up to 14 internal/external interrupt sources)
- Eight level deep hardware stack
- Direct, indirect, and relative addressing modes
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Programmable code-protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
- Low-power, high-speed CMOS FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- In-Circuit Serial Programming™ via two pins
- ★ • Only single 5V source needed for programming
- ★ • In-Circuit Debugging via two pins
- Processor read/write access to program memory
- Wide operating voltage range: 2.0V to 5.5V
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

### Pin Diagram

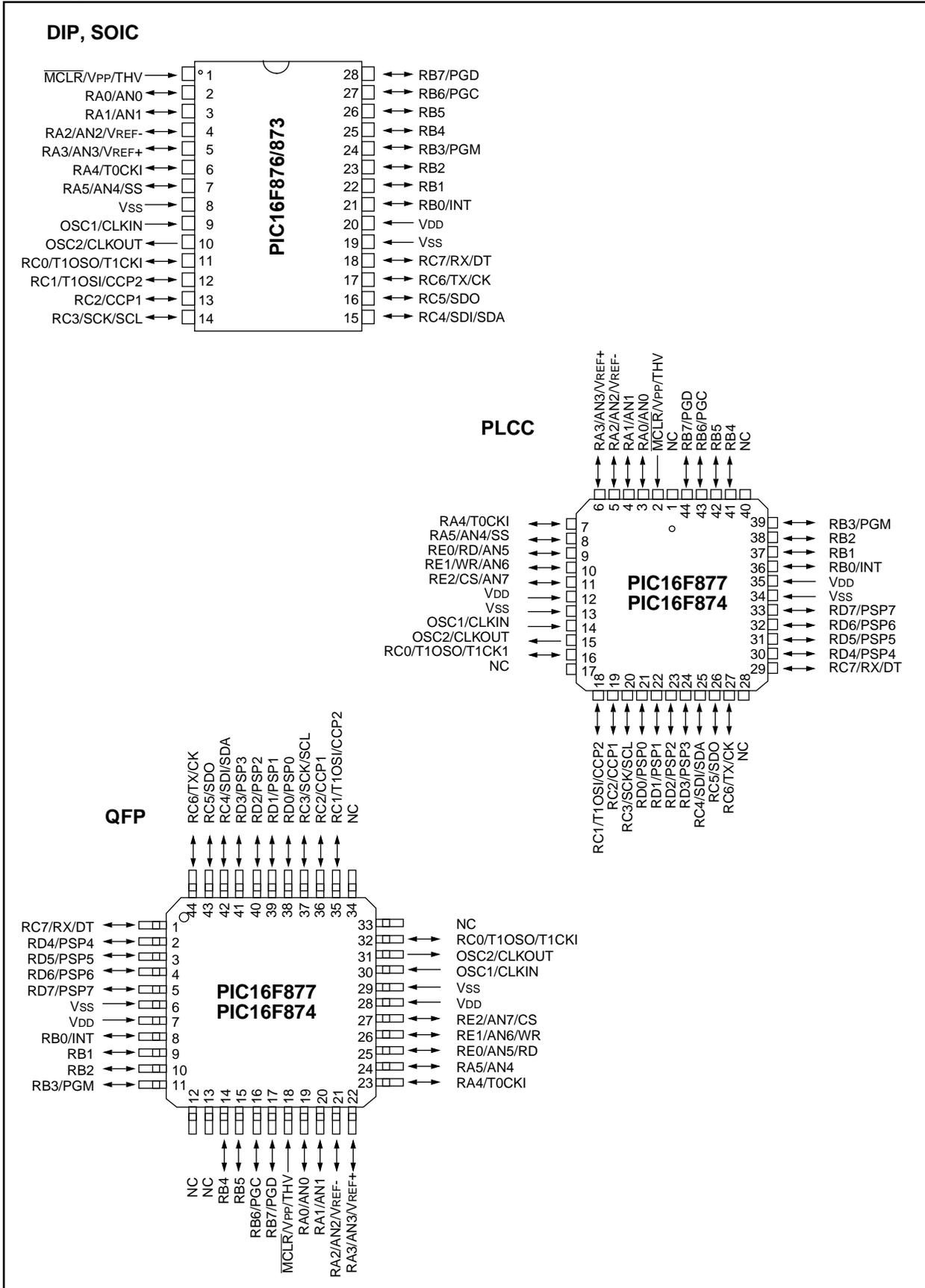


### Peripheral Features:

- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with prescaler, can be incremented during sleep via external crystal/clock
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Two Capture, Compare, PWM modules
- 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 multi-channel Analog-to-Digital converter
- ★ • Synchronous Serial Port (SSP) with SPI™ (Master Mode) and I<sup>2</sup>C™ (Master/Slave)
- ★ • Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART/SCI) with 9-bit address detection
- Parallel Slave Port (PSP) 8-bits wide, with external  $\overline{RD}$ ,  $\overline{WR}$  and  $\overline{CS}$  controls (40/44-pin only)
- Brown-out detection circuitry for Brown-out Reset (BOR)

# PIC16F87X

## Pin Diagrams



<b>Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)</b>	<b>PIC16F873</b>	<b>PIC16F874</b>	<b>PIC16F876</b>	<b>PIC16F877</b>
Operating Frequency	DC - 20 MHz			
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	4K	4K	8K	8K
Data Memory (bytes)	192	192	368	368
EEPROM Data Memory	128	128	256	256
Interrupts	13	14	13	14
I/O Ports	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E	Ports A,B,C	Ports A,B,C,D,E
Timers	3	3	3	3
Capture/Compare/PWM modules	2	2	2	2
Serial Communications	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Parallel Communications	—	PSP	—	PSP
10-bit Analog-to-Digital Module	5 input channels	8 input channels	5 input channels	8 input channels
Instruction Set	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions	35 Instructions

**TABLE 1-1 PIC16F873 AND PIC16F876 PINOUT DESCRIPTION**

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	Description
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS <sup>(3)</sup>	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate.
MCLR/VPP/THV	1	1	I/P	ST	Master clear (reset) input or programming voltage input or high voltage test mode control. This pin is an active low reset to the device.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	PORTA is a bi-directional I/O port. RA0 can also be analog input0 RA1 can also be analog input1 RA2 can also be analog input2 or negative analog reference voltage RA3 can also be analog input3 or positive analog reference voltage RA4 can also be the clock input to the Timer0 module. Output is open drain type. RA5 can also be analog input4 or the slave select for the synchronous serial port.
RA1/AN1	3	3	I/O	TTL	
RA2/AN2/VREF-	4	4	I/O	TTL	
RA3/AN3/VREF+	5	5	I/O	TTL	
RA4/T0CKI	6	6	I/O	ST	
RA5/SS/AN4	7	7	I/O	TTL	
RB0/INT	21	21	I/O	TTL/ST <sup>(1)</sup>	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-up on all inputs. RB0 can also be the external interrupt pin.  RB3 can also be the low voltage programming input Interrupt on change pin. Interrupt on change pin. Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming clock. Interrupt on change pin or In-Circuit Debugger pin. Serial programming data.
RB1	22	22	I/O	TTL	
RB2	23	23	I/O	TTL	
RB3/PGM	24	24	I/O	TTL	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5	26	26	I/O	TTL	
RB6/PGC	27	27	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RB7/PGD	28	28	I/O	TTL/ST <sup>(2)</sup>	
RC0/T1OSO/T1CKI	11	11	I/O	ST	PORTC is a bi-directional I/O port. RC0 can also be the Timer1 oscillator output or Timer1 clock input. RC1 can also be the Timer1 oscillator input or Capture2 input/Compare2 output/PWM2 output. RC2 can also be the Capture1 input/Compare1 output/PWM1 output. RC3 can also be the synchronous serial clock input/output for both SPI and I <sup>2</sup> C modes. RC4 can also be the SPI Data In (SPI mode) or data I/O (I <sup>2</sup> C mode). RC5 can also be the SPI Data Out (SPI mode). RC6 can also be the USART Asynchronous Transmit or Synchronous Clock. RC7 can also be the USART Asynchronous Receive or Synchronous Data.
RC1/T1OSI/CCP2	12	12	I/O	ST	
RC2/CCP1	13	13	I/O	ST	
RC3/SCK/SCL	14	14	I/O	ST	
RC4/SDI/SDA	15	15	I/O	ST	
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	
RC6/TX/CK	17	17	I/O	ST	
RC7/RX/DT	18	18	I/O	ST	
Vss	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
Vdd	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input    O = output    I/O = input/output    P = power  
 — = Not used    TTL = TTL input    ST = Schmitt Trigger input

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.  
 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.  
 3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

# PIC16F87X

## 15.2 DC Characteristics: PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)

DC CHARACTERISTICS		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated) Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial and $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
Param No.	Characteristic	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
D001	Supply Voltage	VDD	2.0	-	5.5	V	LP, XT, RC osc configuration (DC - 4 MHz)
D002*	RAM Data Retention Voltage (Note 1)	VDR	-	1.5	-	V	
D003	VDD start voltage to ensure internal Power-on Reset signal	VPOR	-	VSS	-	V	See section on Power-on Reset for details
D004*	VDD rise rate to ensure internal Power-on Reset signal	SVDD	0.05	-	-	V/ms	See section on Power-on Reset for details
D005	Brown-out Reset Voltage	BVDD	3.7	4.0	4.3	V	BODEN bit in configuration word enabled
D010	Supply Current (Note 2,5)	IDD	-	2.0	3.8	mA	XT, RC osc configuration FOSC = 4 MHz, VDD = 3.0V (Note 4)
D010A			-	20	48	$\mu\text{A}$	LP osc configuration FOSC = 32 kHz, VDD = 3.0V, WDT disabled
D015*	Brown-out Reset Current (Note 6)	$\Delta\text{IBOR}$	-	85	200	$\mu\text{A}$	BOR enabled VDD = 5.0V
D020	Power-down Current (Note 3,5)	IPD	-	7.5	30	$\mu\text{A}$	VDD = 3.0V, WDT enabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D021			-	0.9	5	$\mu\text{A}$	VDD = 3.0V, WDT disabled, $0^{\circ}\text{C}$ to $+70^{\circ}\text{C}$
D021A			-	0.9	5	$\mu\text{A}$	VDD = 3.0V, WDT disabled, $-40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
D023*	Brown-out Reset Current (Note 6)	$\Delta\text{IBOR}$	-	85	200	$\mu\text{A}$	BOR enabled VDD = 5.0V

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

Note 1: This is the limit to which VDD can be lowered without losing RAM data.

2: The supply current is mainly a function of the operating voltage and frequency. Other factors such as I/O pin loading and switching rate, oscillator type, internal code execution pattern, and temperature also have an impact on the current consumption.

The test conditions for all IDD measurements in active operation mode are:

OSC1 = external square wave, from rail to rail; all I/O pins tristated, pulled to VDD

MCLR = VDD; WDT enabled/disabled as specified.

3: The power-down current in SLEEP mode does not depend on the oscillator type. Power-down current is measured with the part in SLEEP mode, with all I/O pins in hi-impedance state and tied to VDD and VSS.

4: For RC osc configuration, current through Rext is not included. The current through the resistor can be estimated by the formula  $I_r = V_{DD}/2R_{ext}$  (mA) with Rext in kOhm.

5: Timer1 oscillator (when enabled) adds approximately 20  $\mu\text{A}$  to the specification. This value is from characterization and is for design guidance only. This is not tested.

6: The  $\Delta$  current is the additional current consumed when this peripheral is enabled. This current should be added to the base IDD or IPD measurement.

**15.3 DC Characteristics:** **PIC16F873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16F873/874/876/877-20 (Commercial, Industrial)**  
**PIC16LF873/874/876/877-04 (Commercial, Industrial)**

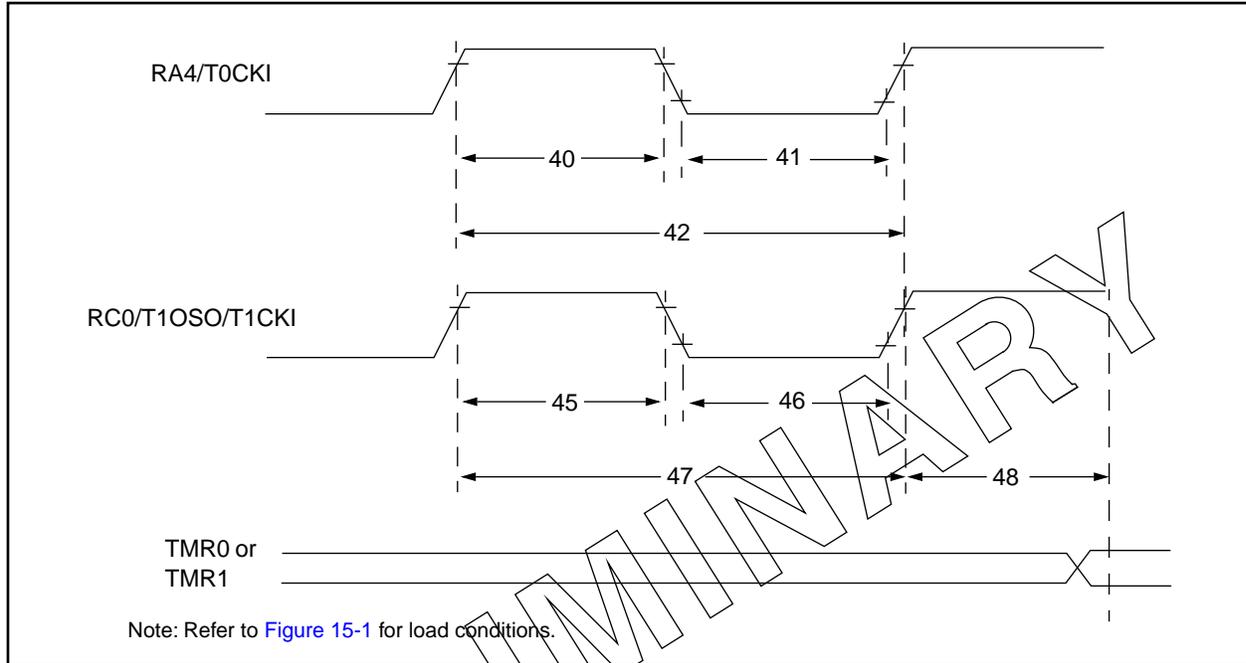
DC CHARACTERISTICS		Standard Operating Conditions (unless otherwise stated)					
		Operating temperature $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ for industrial and $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ for commercial					
		Operating voltage $V_{DD}$ range as described in DC spec <a href="#">Section 15.1</a> and <a href="#">Section 15.2</a> .					
Param No.	Characteristic	Sym	Min	Typ†	Max	Units	Conditions
<b>Input Low Voltage</b>							
D030	I/O ports	$V_{IL}$	$V_{SS}$	-	$0.15V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range
D030A	with TTL buffer		$V_{SS}$	-	0.8V	V	
D031	with Schmitt Trigger buffer		$V_{SS}$	-	$0.2V_{DD}$	V	
D032	$\overline{\text{MCLR}}$ , OSC1 (in RC mode)		$V_{SS}$	-	$0.2V_{DD}$	V	
D033	OSC1 (in XT, HS and LP) Ports RC3 and RC4		$V_{SS}$	-	$0.3V_{DD}$	V	Note1
D034	with Schmitt Trigger buffer		$V_{SS}$	-	$0.3V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range
D034A	with SMBus		-0.5	-	0.6	V	for $V_{DD} = 4.5$ to $5.5V$
<b>Input High Voltage</b>							
D040	I/O ports	$V_{IH}$		-			
D040A	with TTL buffer		2.0	-	$V_{DD}$	V	$4.5V \leq V_{DD} \leq 5.5V$
D041	with Schmitt Trigger buffer		$0.25V_{DD} + 0.8V$	-	$V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range
D042	$\overline{\text{MCLR}}$		$0.8V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	
D042A	OSC1 (XT, HS and LP)		$0.8V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	Note1
D043	OSC1 (in RC mode) Ports RC3 and RC4		$0.7V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	
D044	with Schmitt Trigger buffer		$0.9V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	
D044A	with SMBus		$0.7V_{DD}$	-	$V_{DD}$	V	For entire $V_{DD}$ range for $V_{DD} = 4.5$ to $5.5V$
D070	PORTB weak pull-up current	$I_{PURB}$	50	250	400	$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 5V, V_{PIN} = V_{SS}$
<b>Input Leakage Current</b> (Notes 2, 3)							
D060	I/O ports	$I_{IL}$	-	-	$\pm 1$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , Pin at hi-impedance
D061	$\overline{\text{MCLR}}$ , RA4/T0CKI		-	-	$\pm 5$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$
D063	OSC1		-	-	$\pm 5$	$\mu\text{A}$	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , XT, HS and LP osc configuration

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

- Note 1: In RC oscillator configuration, the OSC1/CLKIN pin is a Schmitt Trigger input. It is not recommended that the PIC16F87X be driven with external clock in RC mode.
- The leakage current on the  $\overline{\text{MCLR}}$  pin is strongly dependent on the applied voltage level. The specified levels represent normal operating conditions. Higher leakage current may be measured at different input voltages.
  - Negative current is defined as current sourced by the pin.

**FIGURE 15-6: TIMER0 AND TIMER1 EXTERNAL CLOCK TIMINGS**



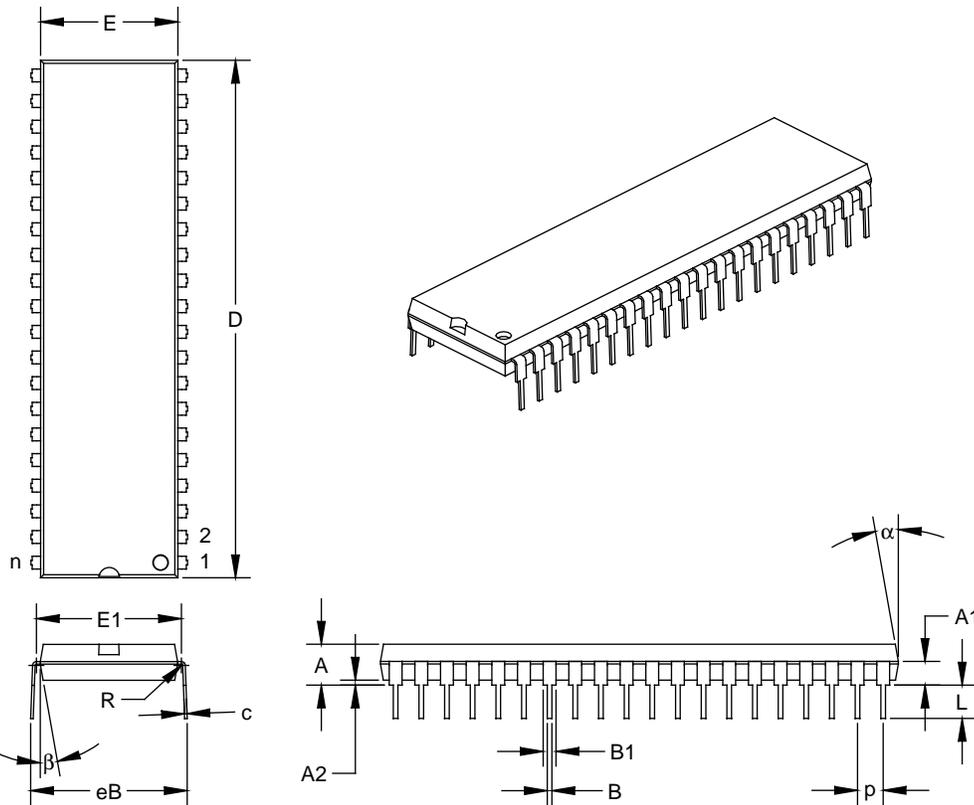
**TABLE 15-5 TIMER0 AND TIMER1 EXTERNAL CLOCK REQUIREMENTS**

Param No.	Sym	Characteristic		Min	Typ†	Max	Units	Conditions	
40*	Tt0H	T0CKI High Pulse Width	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 42	
			With Prescaler	10	—	—	ns		
41*	Tt0L	T0CKI Low Pulse Width	No Prescaler	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 42	
			With Prescaler	10	—	—	ns		
42*	Tt0P	T0CKI Period	No Prescaler	$T_{CY} + 40$	—	—	ns	N = prescale value (2, 4, ..., 256)	
			With Prescaler	Greater of: $20$ or $T_{CY} + 40$ N	—	—	ns		
45*	Tt1H	T1CKI High Time	Synchronous, Prescaler = 1	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 47	
			Synchronous, Prescaler = 2,4,8	PIC16F7X PIC16LF7X	15 25	—	—		ns
			Asynchronous	PIC16F7X	30	—	—		ns
				PIC16LF7X	50	—	—		ns
46*	Tt1L	T1CKI Low Time	Synchronous, Prescaler = 1	$0.5T_{CY} + 20$	—	—	ns	Must also meet parameter 47	
			Synchronous, Prescaler = 2,4,8	PIC16F7X PIC16LF7X	15 25	—	—		ns
			Asynchronous	PIC16F7X	30	—	—		ns
				PIC16LF7X	50	—	—		ns
47*	Tt1P	T1CKI input period	Synchronous	PIC16F7X	Greater of: $30$ or $T_{CY} + 40$ N	—	—	ns	N = prescale value (1, 2, 4, 8)
				PIC16LF7X	Greater of: $50$ or $T_{CY} + 40$ N	—	—	ns	N = prescale value (1, 2, 4, 8)
			Asynchronous	PIC16F7X	60	—	—	ns	
				PIC16LF7X	100	—	—	ns	
	Ft1	Timer1 oscillator input frequency range (oscillator enabled by setting bit T1OSCEN)		DC	—	200	kHz		
48	TCKEZtmr1	Delay from external clock edge to timer increment		$2T_{osc}$	—	$7T_{osc}$	—		

\* These parameters are characterized but not tested.

† Data in "Typ" column is at 5V, 25°C unless otherwise stated. These parameters are for design guidance only and are not tested.

## 17.4 K04-016 40-Lead Plastic Dual In-line (P) – 600 mil



Units		INCHES*			MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Dimension Limits							
PCB Row Spacing			0.600			15.24	
Number of Pins	n		40			40	
Pitch	p		0.100			2.54	
Lower Lead Width	B	0.016	0.018	0.020	0.41	0.46	0.51
Upper Lead Width	B1†	0.045	0.050	0.055	1.14	1.27	1.40
Shoulder Radius	R	0.000	0.005	0.010	0.00	0.13	0.25
Lead Thickness	c	0.009	0.010	0.011	0.23	0.25	0.28
Top to Seating Plane	A	0.110	0.160	0.160	2.79	4.06	4.06
Top of Lead to Seating Plane	A1	0.073	0.093	0.113	1.85	2.36	2.87
Base to Seating Plane	A2	0.020	0.020	0.040	0.51	0.51	1.02
Tip to Seating Plane	L	0.125	0.130	0.135	3.18	3.30	3.43
Package Length	D‡	2.013	2.018	2.023	51.13	51.26	51.38
Molded Package Width	E‡	0.530	0.535	0.540	13.46	13.59	13.72
Radius to Radius Width	E1	0.545	0.565	0.585	13.84	14.35	14.86
Overall Row Spacing	eB	0.630	0.610	0.670	16.00	15.49	17.02
Mold Draft Angle Top	α	5	10	15	5	10	15
Mold Draft Angle Bottom	β	5	10	15	5	10	15

\* Controlling Parameter.

† Dimension "B1" does not include dam-bar protrusions. Dam-bar protrusions shall not exceed 0.003" (0.076 mm) per side or 0.006" (0.152 mm) more than dimension "B1."

‡ Dimensions "D" and "E" do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.010" (0.254 mm) per side or 0.020" (0.508 mm) more than dimensions "D" or "E."

# SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374, SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374

## OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

- Choice of Eight Latches or Eight D-Type Flip-Flops in a Single Package
- 3-State Bus-Driving Outputs
- Full Parallel Access for Loading
- Buffered Control Inputs
- Clock-Enable Input Has Hysteresis to Improve Noise Rejection ('S373 and 'S374)
- P-N-P Inputs Reduce DC Loading on Data Lines ('S373 and 'S374)

### description

These 8-bit registers feature 3-state outputs designed specifically for driving highly capacitive or relatively low-impedance loads. The high-impedance 3-state and increased high-logic-level drive provide these registers with the capability of being connected directly to and driving the bus lines in a bus-organized system without need for interface or pullup components. These devices are particularly attractive for implementing buffer registers, I/O ports, bidirectional bus drivers, and working registers.

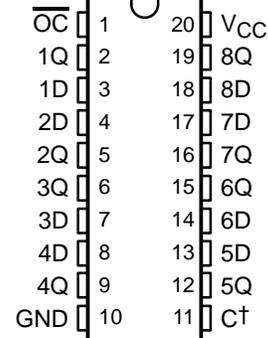
The eight latches of the 'LS373 and 'S373 are transparent D-type latches, meaning that while the enable (C or CLK) input is high, the Q outputs follow the data (D) inputs. When C or CLK is taken low, the output is latched at the level of the data that was set up.

The eight flip-flops of the 'LS374 and 'S374 are edge-triggered D-type flip-flops. On the positive transition of the clock, the Q outputs are set to the logic states that were set up at the D inputs.

Schmitt-trigger buffered inputs at the enable/clock lines of the 'S373 and 'S374 devices simplify system design as ac and dc noise rejection is improved by typically 400 mV due to the input hysteresis. A buffered output-control ( $\overline{OC}$ ) input can be used to place the eight outputs in either a normal logic state (high or low logic levels) or the high-impedance state. In the high-impedance state, the outputs neither load nor drive the bus lines significantly.

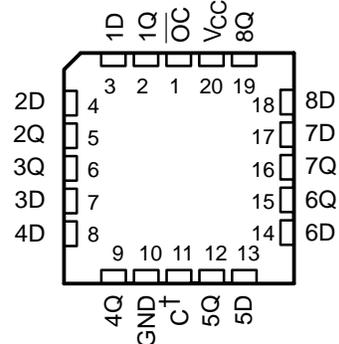
$\overline{OC}$  does not affect the internal operation of the latches or flip-flops. That is, the old data can be retained or new data can be entered, even while the outputs are off.

SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,  
SN54S374 . . . J OR W PACKAGE  
SN74LS373, SN74S374 . . . DW, N, OR NS PACKAGE  
SN74LS374 . . . DB, DW, N, OR NS PACKAGE  
SN74S373 . . . DW OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)



† C for 'LS373 and 'S373; CLK for 'LS374 and 'S374.

SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,  
SN54S374 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



† C for 'LS373 and 'S373; CLK for 'LS374 and 'S374.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2002, Texas Instruments Incorporated  
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374  
OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**ORDERING INFORMATION**

<b>T<sub>A</sub></b>	<b>PACKAGE†</b>		<b>ORDERABLE PART NUMBER</b>	<b>TOP-SIDE MARKING</b>
0°C to 70°C	PDIP – N	Tube	SN74LS373N	SN74LS373N
		Tube	SN74LS374N	SN74LS374N
		Tube	SN74S373N	SN74S373N
		Tube	SN74S374N	SN74S374N
	SOIC – DW	Tube	SN74LS373DW	LS373
		Tape and reel	SN74LS373DWR	
		Tube	SN74LS374DW	LS374
		Tape and reel	SN74LS374DWR	
		Tube	SN74S373DW	S373
		Tape and reel	SN74S373DWR	
		Tube	SN74S374DW	S374
		Tape and reel	SN74S374DWR	
	SOP – NS	Tape and reel	SN74LS373NSR	74LS373
		Tape and reel	SN74LS374NSR	74LS374
		Tape and reel	SN74S374NSR	74S374
	SSOP – DB	Tape and reel	SN74LS374DBR	LS374A
–55°C to 125°C	CDIP – J	Tube	SN54LS373J	SN54LS373J
		Tube	SNJ54LS373J	SNJ54LS373J
		Tube	SN54LS374J	SN54LS374J
		Tube	SNJ54LS374J	SNJ54LS374J
		Tube	SN54S373J	SN54S373J
		Tube	SNJ54S373J	SNJ54S373J
		Tube	SN54S374J	SN54S374J
		Tube	SNJ54S374J	SNJ54S374J
	CFP – W	Tube	SNJ54LS373W	SNJ54LS373W
		Tube	SNJ54LS374W	SNJ54LS374W
		Tube	SNJ54S374W	SNJ54S374W
	LCCC – FK	Tube	SNJ54LS373FK	SNJ54LS373FK
		Tube	SNJ54LS374FK	SNJ54LS374FK
		Tube	SNJ54S373FK	SNJ54S373FK
		Tube	SNJ54S374FK	SNJ54S374FK

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/sc/package](http://www.ti.com/sc/package).



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**  
**OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**Function Tables**

'LS373, 'S373  
(each latch)

INPUTS			OUTPUT Q
$\overline{\text{OC}}$	C	D	
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q <sub>0</sub>
H	X	X	Z

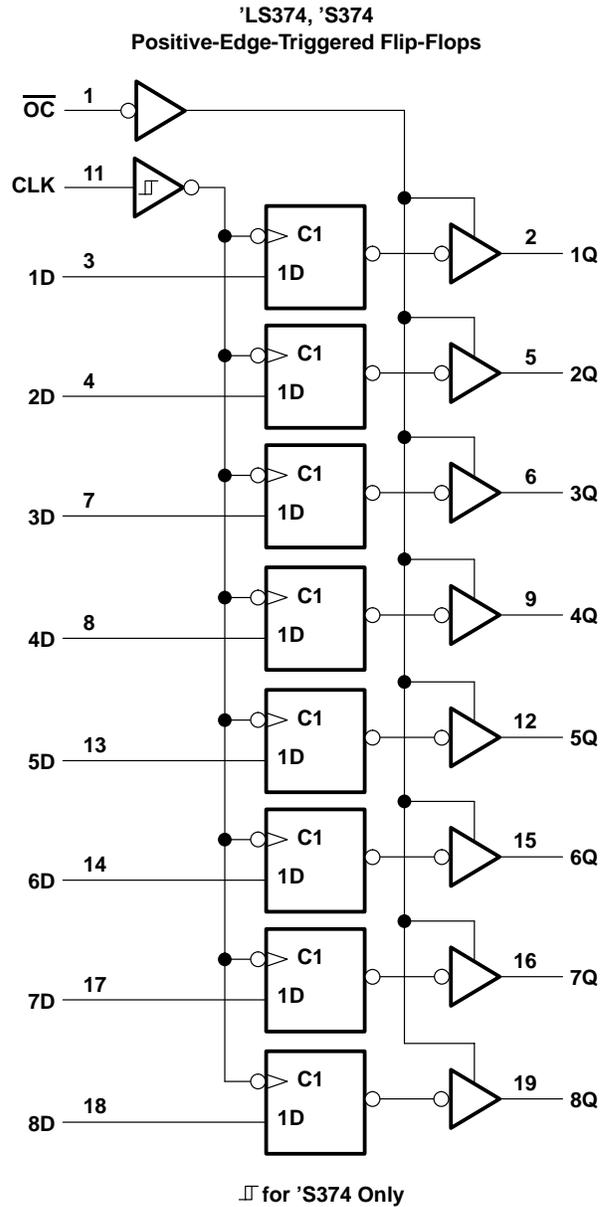
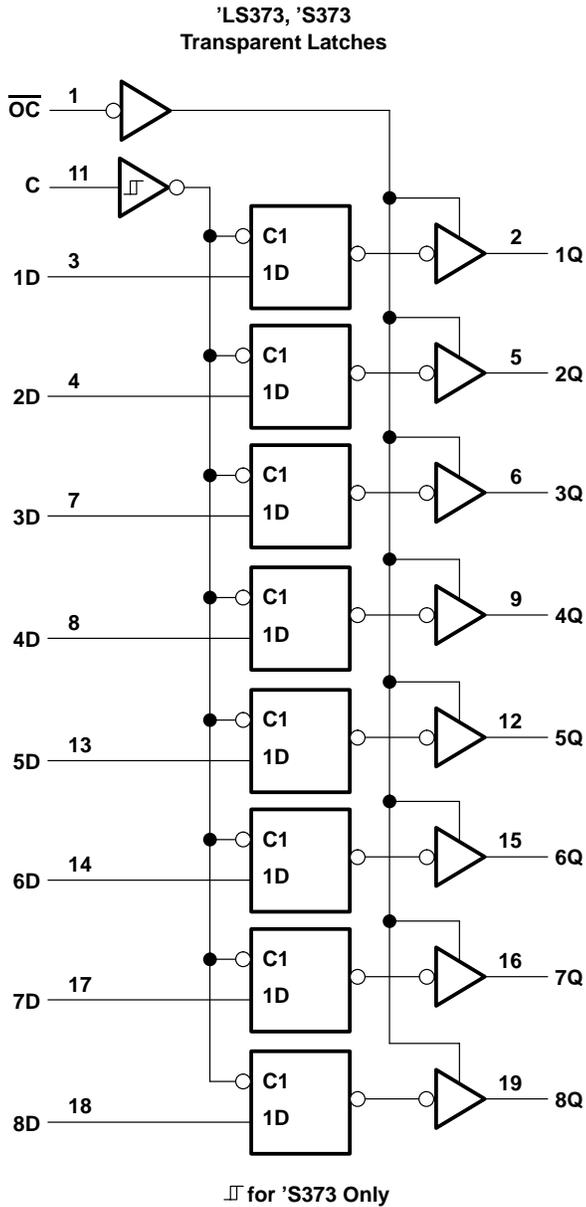
'LS374, 'S374  
(each latch)

INPUTS			OUTPUT Q
$\overline{\text{OC}}$	CLK	D	
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q <sub>0</sub>
H	X	X	Z

**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**  
**OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**logic diagrams (positive logic)**



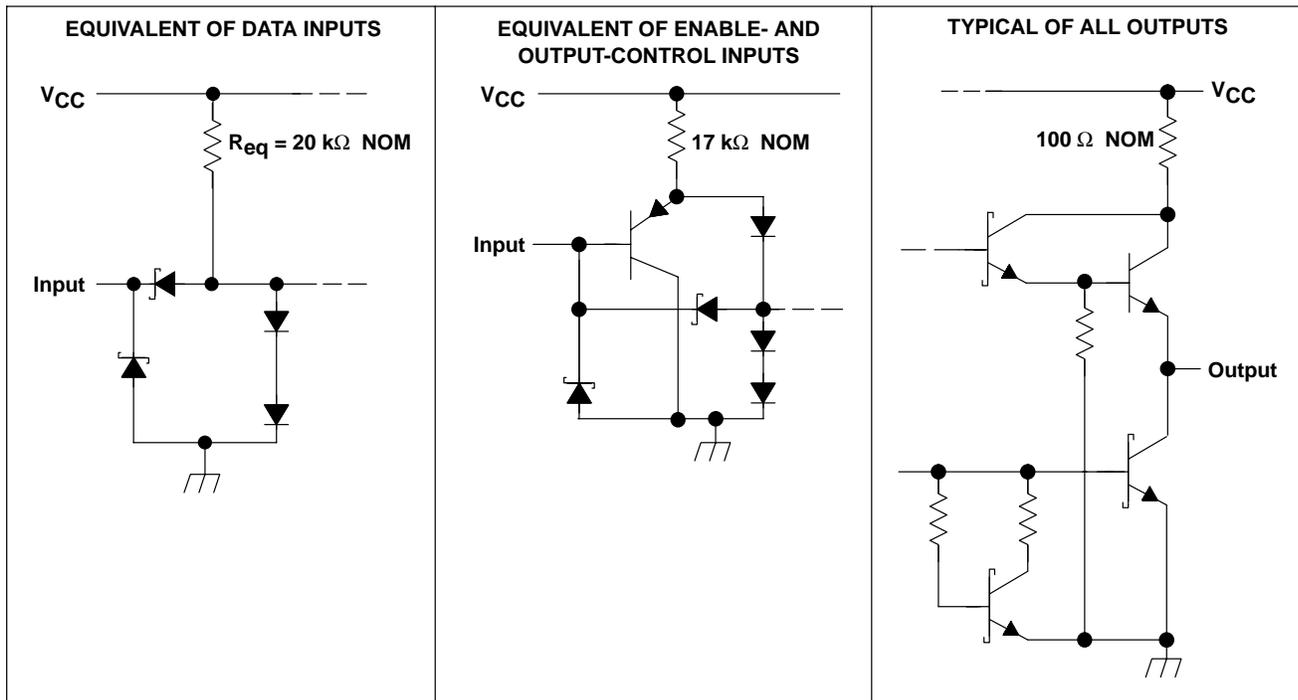
Pin numbers shown are for DB, DW, J, N, NS, and W packages.

**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**

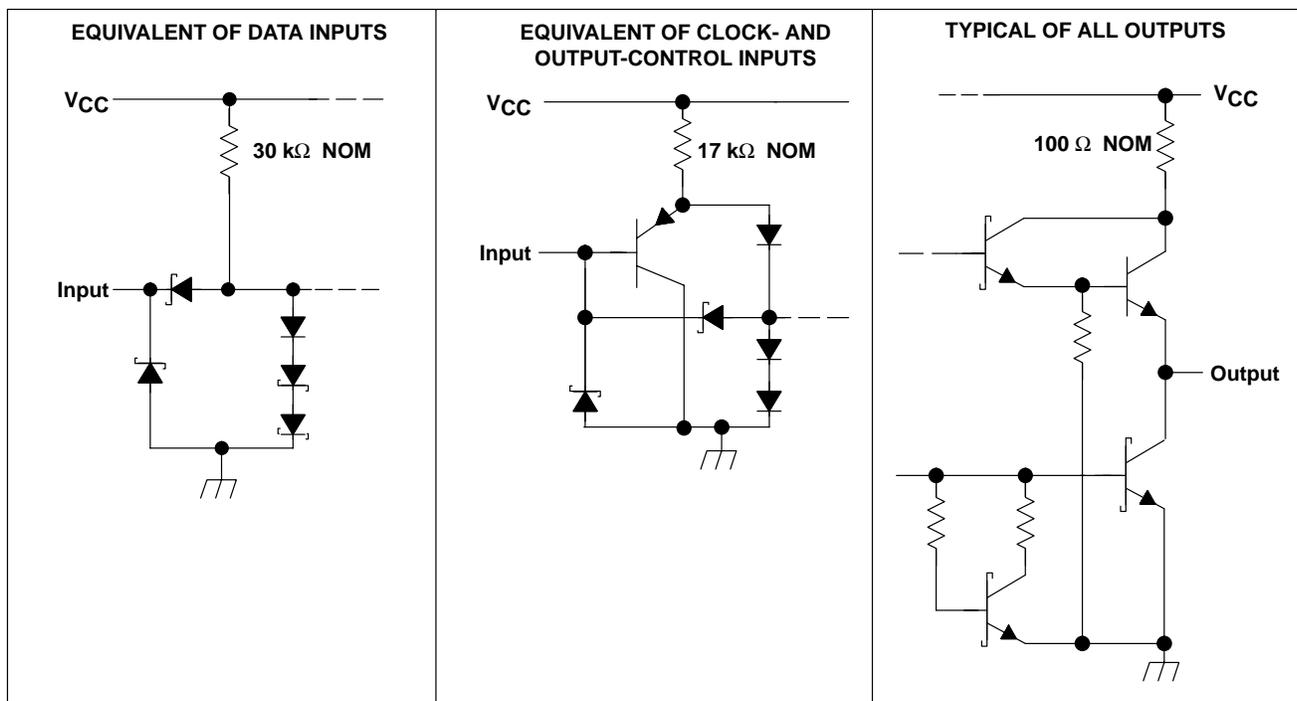
SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**schematic of inputs and outputs**

**'LS373**



**'LS374**



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374  
OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†  
(‘LS devices)**

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1)	7 V
Input voltage, $V_I$	7 V
Off-state output voltage	5.5 V
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2): DB package	70°C/W
DW package	58°C/W
N package	69°C/W
NS package	60°C/W
Storage temperature range, $T_{stg}$	-65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. Voltage values are with respect to network ground terminal.  
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

**recommended operating conditions**

		SN54LS'			SN74LS'			UNIT		
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX			
$V_{CC}$	Supply voltage	4.5	5	5	4.75	5	5.25	V		
$V_{OH}$	High-level output voltage			5.5			5.5	V		
$I_{OH}$	High-level output current			-1			-2.6	mA		
$I_{OL}$	Low-level output current			12			24	mA		
$t_w$	Pulse duration	CLK high		15		15		ns		
		CLK low		15		15				
$t_{su}$	Data setup time	'LS373		5↓		5↓		ns		
		'LS374		20↑		20↑				
$t_h$	Data hold time	'LS373		20↓		20↓		ns		
		'LS374‡		5↑		0↑				
$T_A$	Operating free-air temperature			-55		125		0	70	°C

‡ The  $t_h$  specification applies only for data frequency below 10 MHz. Designs above 10 MHz should use a minimum of 5 ns (commercial only).



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**  
**OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	SN54LS'			SN74LS'			UNIT	
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX		
V <sub>IH</sub> High-level input voltage		2			2			V	
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage					0.7			V	
V <sub>IK</sub> Input clamp voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA				-1.5			V	
V <sub>OH</sub> High-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = V <sub>IL</sub> max, I <sub>OH</sub> = MAX	2.4	3.4		2.4	3.1		V	
V <sub>OL</sub> Low-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = V <sub>IL</sub> max	I <sub>OL</sub> = 12 mA			0.25	0.4	0.25	0.4	V
		I <sub>OL</sub> = 24 mA					0.35	0.5	
I <sub>OZH</sub> Off-state output current, high-level voltage applied	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>O</sub> = 2.7 V, V <sub>IH</sub> = 2 V				20			μA	
I <sub>OZL</sub> Off-state output current, low-level voltage applied	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>O</sub> = 0.4 V, V <sub>IH</sub> = 2 V				-20			μA	
I <sub>I</sub> Input current at maximum input voltage	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7 V				0.1			mA	
I <sub>IH</sub> High-level input current	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V				20			μA	
I <sub>IL</sub> Low-level input current	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V				-0.4			mA	
I <sub>OS</sub> Short-circuit output current§	V <sub>CC</sub> = MAX				-30	-130	-30	-130	mA
I <sub>CC</sub> Supply current	V <sub>CC</sub> = MAX, Output control at 4.5 V	'LS373			24	40	24	40	mA
		'LS374			27	40	27	40	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

**switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see Figure 1)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	'LS373			'LS374			UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
f <sub>max</sub>			R <sub>L</sub> = 667 Ω, C <sub>L</sub> = 45 pF, See Note 3				35	50		MHz
t <sub>PLH</sub>	Data	Any Q	R <sub>L</sub> = 667 Ω, C <sub>L</sub> = 45 pF, See Note 3	12 18						ns
t <sub>PHL</sub>				12 18						
t <sub>PLH</sub>	C or CLK	Any Q	R <sub>L</sub> = 667 Ω, C <sub>L</sub> = 45 pF, See Note 3	20 30			15 28			ns
t <sub>PHL</sub>				18 30			19 28			
t <sub>PZH</sub>	$\overline{OC}$	Any Q	R <sub>L</sub> = 667 Ω, C <sub>L</sub> = 45 pF, See Note 3	15 28			20 26			ns
t <sub>PZL</sub>				25 36			21 28			
t <sub>PHZ</sub>	$\overline{OC}$	Any Q	R <sub>L</sub> = 667 Ω, C <sub>L</sub> = 5 pF	15 25			15 28			ns
t <sub>PLZ</sub>				12 20			12 20			

NOTE 3: Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.

f<sub>max</sub> = maximum clock frequency

t<sub>PLH</sub> = propagation delay time, low-to-high-level output

t<sub>PHL</sub> = propagation delay time, high-to-low-level output

t<sub>PZH</sub> = output enable time to high level

t<sub>PZL</sub> = output enable time to low level

t<sub>PHZ</sub> = output disable time from high level

t<sub>PLZ</sub> = output disable time from low level



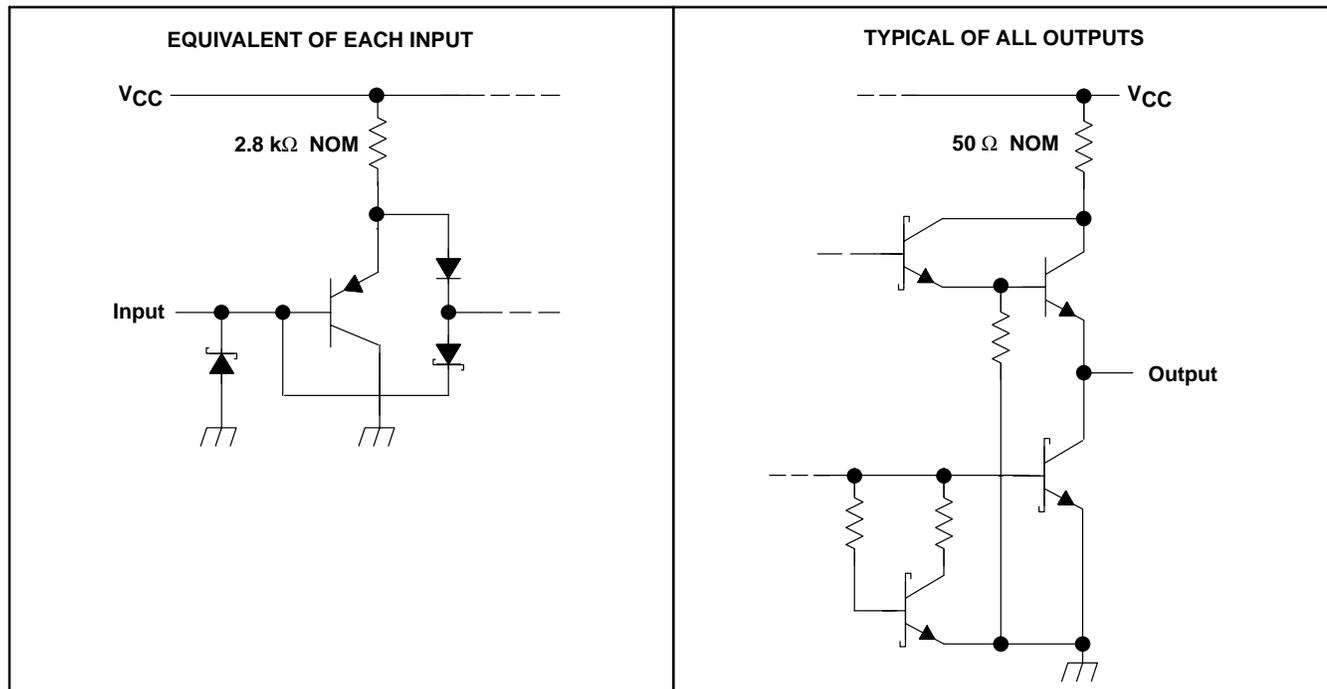
**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
 SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374  
 OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**schematic of inputs and outputs**

'S373 and 'S374

'S373 and 'S374



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**  
**OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†  
(‘S devices)**

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) .....	7 V
Input voltage, $V_I$ .....	5.5 V
Off-state output voltage .....	5.5 V
Package thermal impedance, $\theta_{JA}$ (see Note 2): DW package .....	58°C/W
N package .....	69°C/W
NS package .....	60°C/W
Storage temperature range, $T_{stg}$ .....	–65°C to 150°C

† Stresses beyond those listed under “absolute maximum ratings” may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under “recommended operating conditions” is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. Voltage values are with respect to network ground terminal.  
2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JESD 51-7.

**recommended operating conditions**

		SN54S'			SN74S'			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
$V_{CC}$	Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
$V_{OH}$	High-level output voltage			5.5			5.5	V
$I_{OH}$	High-level output current			–2			–6.5	mA
$t_w$	Pulse duration, clock/enable	High	6		6			ns
		Low	7.3		7.3			
$t_{su}$	Data setup time	'S373	0↓		0↓			ns
		'S374	5↑		5↑			
$t_h$	Data hold time	'S373	10↓		10↓			ns
		'S374	2↑		2↑			
$T_A$	Operating free-air temperature	–55		125	0		70	°C



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374  
OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted) (SN54S373, SN54S374, SN74S373, SN74S374)**

PARAMETER		TEST CONDITIONS†				MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V <sub>IH</sub>						2			V
V <sub>IL</sub>								0.8	V
V <sub>IK</sub>		V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA						-1.2	V
V <sub>OH</sub>	SN54S'	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = MAX				2.4	3.4		V
	SN74S'					2.4	3.1		
V <sub>OL</sub>		V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OL</sub> = 20 mA						0.5	V
I <sub>OZH</sub>		V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>O</sub> = 2.4 V						50	μA
I <sub>OZL</sub>		V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IH</sub> = 2 V, V <sub>O</sub> = 0.5 V						-50	μA
I <sub>I</sub>		V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V						1	mA
I <sub>IH</sub>		V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V						50	μA
I <sub>IL</sub>		V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5 V						-250	μA
I <sub>OS</sub> §		V <sub>CC</sub> = MAX				-40		-100	mA
I <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX	'S373	Outputs high				160	mA	
			Outputs low				160		
			Outputs disabled				190		
		'S374	Outputs high				110		
			Outputs low				140		
			Outputs disabled				160		
			CLK and $\overline{OC}$ at 4 V, D inputs at 0 V				180		

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

**switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see Figure 2)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	'S373			'S374			UNIT
				MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
f <sub>max</sub>			R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF, See Note 3				75	100		MHz
t <sub>PLH</sub>	Data	Any Q	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF, See Note 3	7	12					ns
t <sub>PHL</sub>				7	12					
t <sub>PLH</sub>	C or CLK	Any Q	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF, See Note 3	7	14		8	15		ns
t <sub>PHL</sub>				12	18		11	17		
t <sub>PZH</sub>	$\overline{OC}$	Any Q	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF, See Note 3	8	15		8	15		ns
t <sub>PZL</sub>				11	18		11	18		
t <sub>PHZ</sub>	$\overline{OC}$	Any Q	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 5 pF	6	9		5	9		ns
t <sub>PLZ</sub>				8	12		7	12		

NOTE 3. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.

f<sub>max</sub> = maximum clock frequency

t<sub>PLH</sub> = propagation delay time, low-to-high-level output

t<sub>PHL</sub> = propagation delay time, high-to-low-level output

t<sub>PZH</sub> = output enable time to high level

t<sub>PZL</sub> = output enable time to low level

t<sub>PHZ</sub> = output disable time from high level

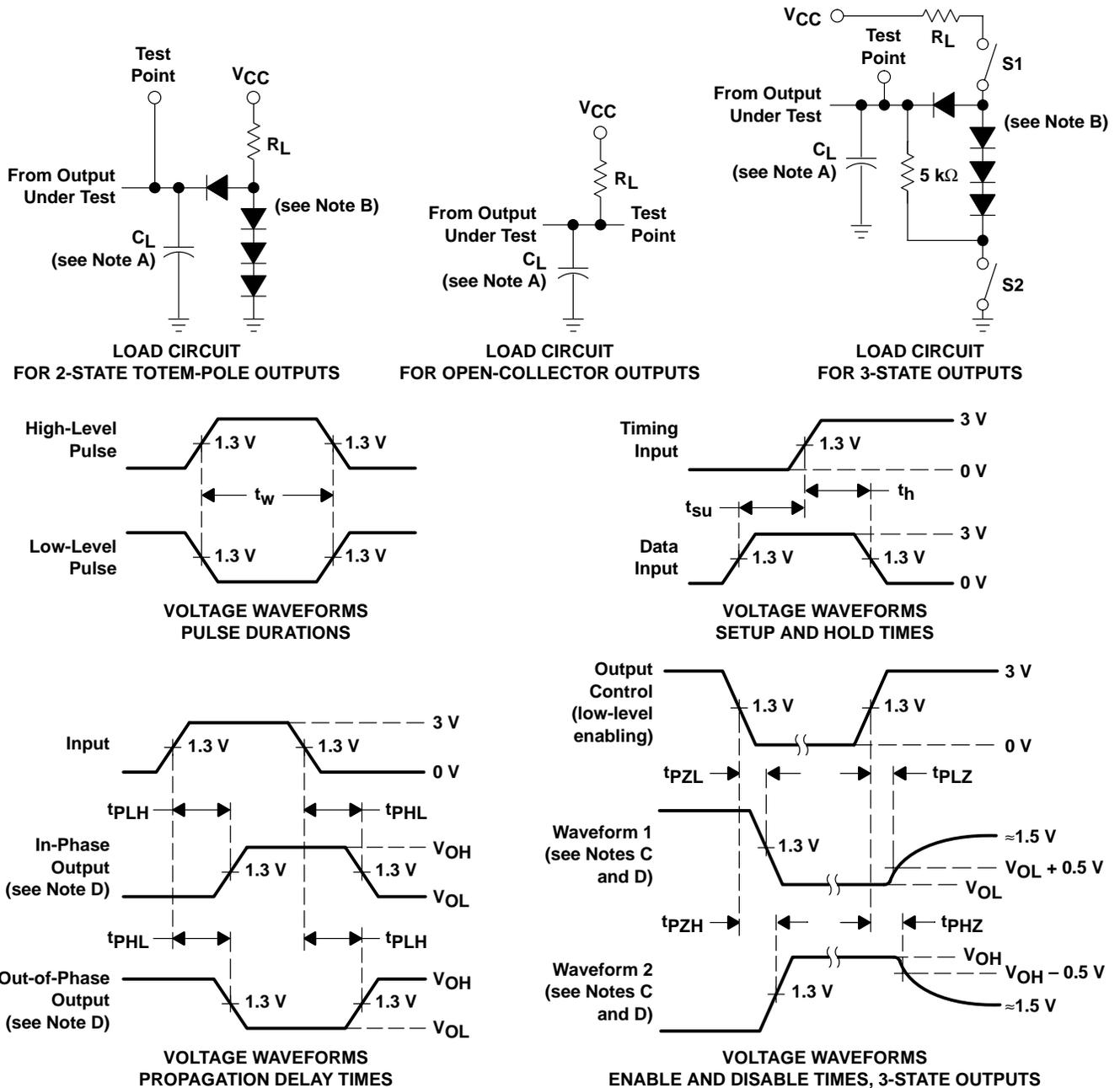
t<sub>PLZ</sub> = output disable time from low level



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION  
SERIES 54LS/74LS DEVICES**



- NOTES: A.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.  
 B. All diodes are 1N3064 or equivalent.  
 C. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.  
 D. S1 and S2 are closed for  $t_{PLH}$ ,  $t_{PHL}$ ,  $t_{PZH}$ , and  $t_{PLZ}$ ; S1 is open and S2 is closed for  $t_{PZH}$ ; S1 is closed and S2 is open for  $t_{PLZ}$ .  
 E. Phase relationships between inputs and outputs have been chosen arbitrarily for these examples.  
 F. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics:  $PRR \leq 1$  MHz,  $Z_O \approx 50 \Omega$ ,  $t_r \leq 1.5$  ns,  $t_f \leq 2.6$  ns.  
 G. The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.  
 H. All parameters and waveforms are not applicable to all devices.

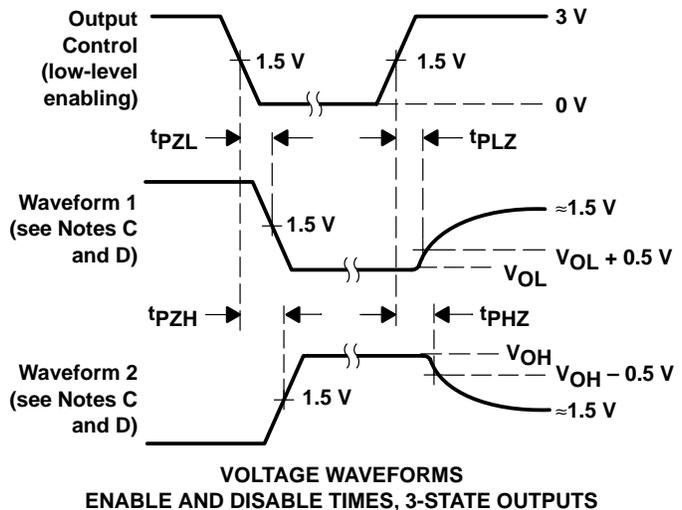
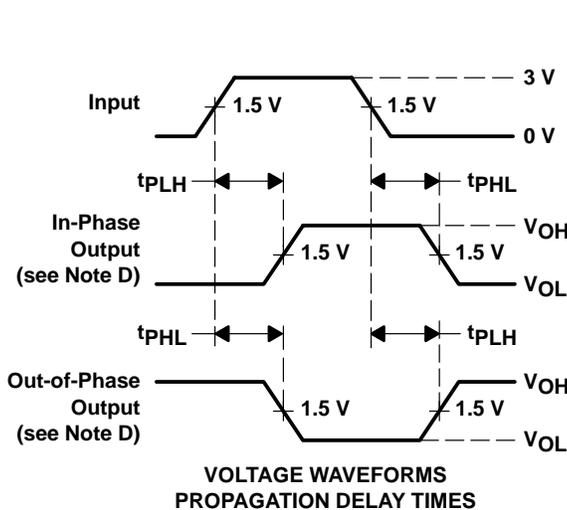
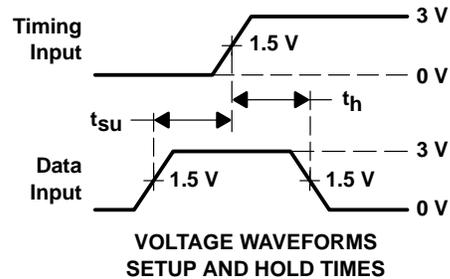
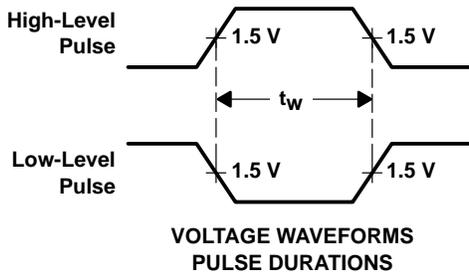
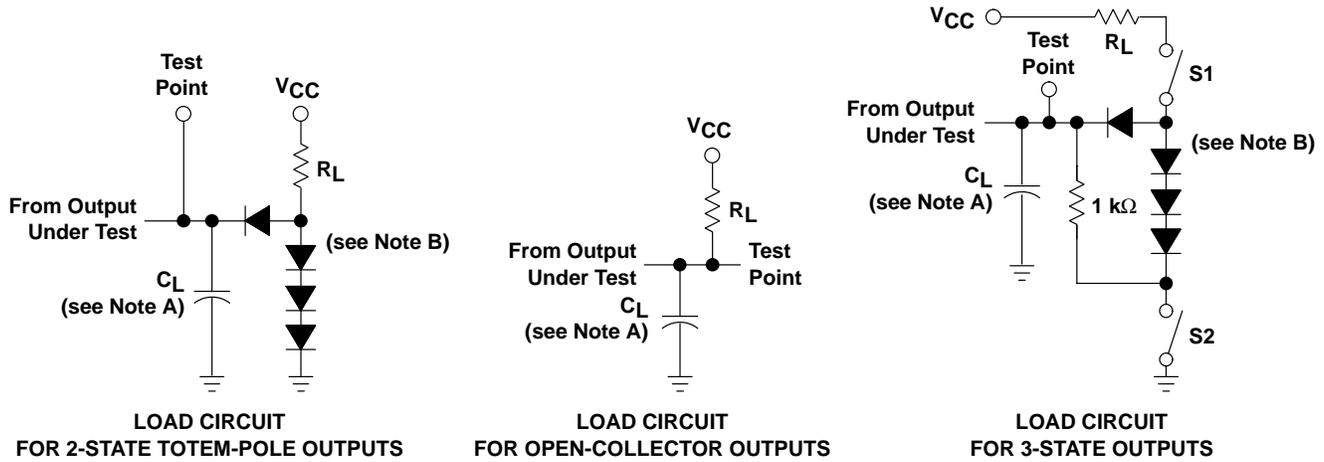
**Figure 1. Load Circuits and Voltage Waveforms**



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374  
OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS**

SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION  
SERIES 54S/74S DEVICES**



- NOTES: A.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.  
 B. All diodes are 1N3064 or equivalent.  
 C. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.  
 D. S1 and S2 are closed for  $t_{PLH}$ ,  $t_{PHL}$ ,  $t_{PHZ}$ , and  $t_{PLZ}$ ; S1 is open and S2 is closed for  $t_{PZH}$ ; S1 is closed and S2 is open for  $t_{PZL}$ .  
 E. All input pulses are supplied by generators having the following characteristics:  $PRR \leq 1$  MHz,  $Z_O \approx 50 \Omega$ ;  $t_r$  and  $t_f \leq 7$  ns for Series 54/74 devices and  $t_r$  and  $t_f \leq 2.5$  ns for Series 54S/74S devices.  
 F. The outputs are measured one at a time with one input transition per measurement.  
 G. All parameters and waveforms are not applicable to all devices.

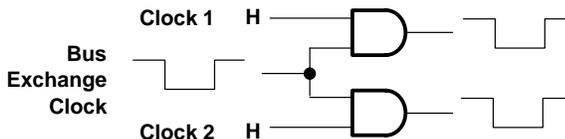
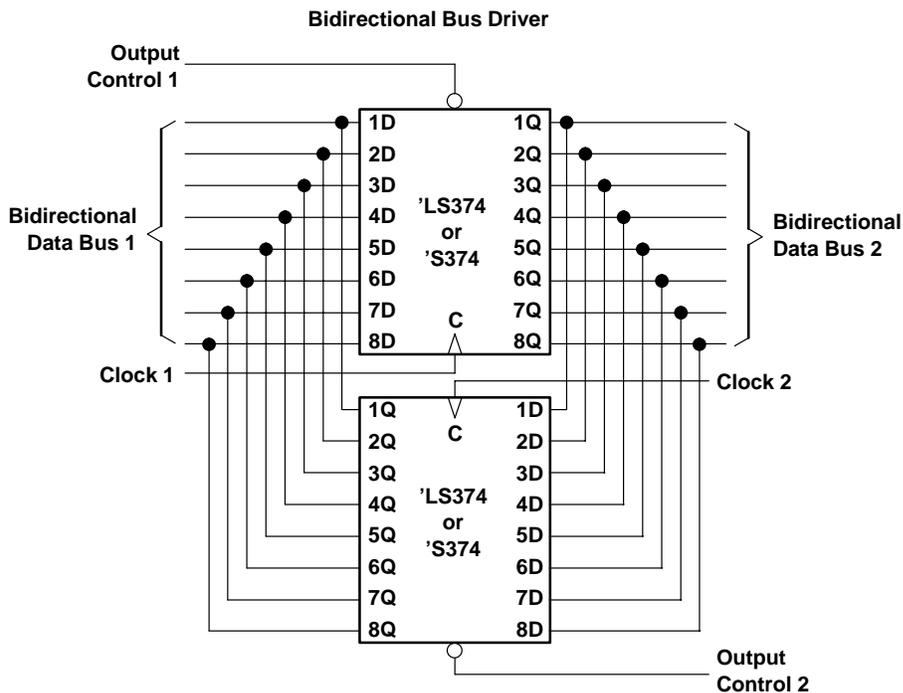
**Figure 2. Load Circuits and Voltage Waveforms**



**SN54LS373, SN54LS374, SN54S373, SN54S374,  
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373, SN74S374**

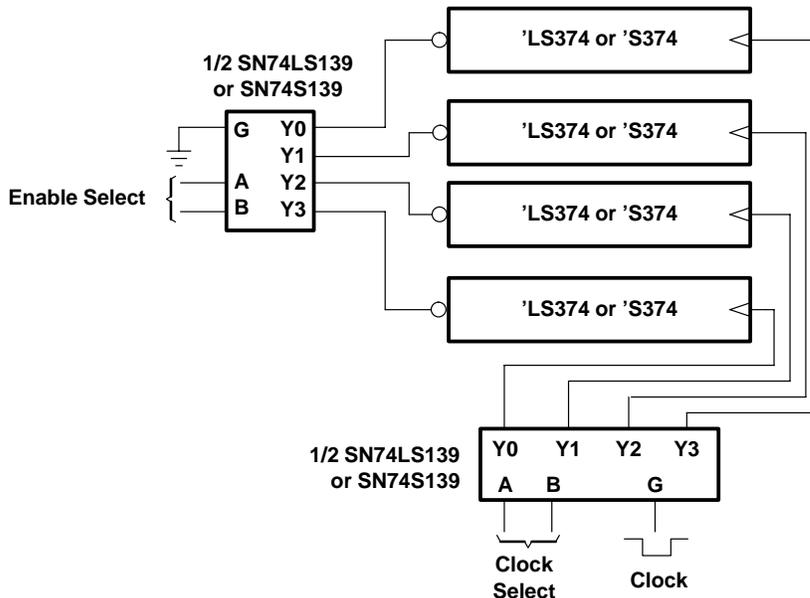
SDLS165B – OCTOBER 1975 – REVISED AUGUST 2002

**TYPICAL APPLICATION DATA**



Clock Circuit for Bus Exchange

**Expandable 4-Word by 8-Bit General Register File**



**PACKAGING INFORMATION**

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>
5962-7801102VRA	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
5962-7801102VSA	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
78011022A	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
7801102RA	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
7801102SA	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32502B2A	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32502BRA	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32502BSA	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32502SRA	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32502SSA	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32503B2A	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32503BRA	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
JM38510/32503BSA	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SN54LS373J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SN54LS374J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SN54S373J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SN54S374J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SN74LS373DW	ACTIVE	SOIC	DW	20	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS373DWR	ACTIVE	SOIC	DW	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS373N	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN74LS373N3	OBSOLETE	PDIP	N	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74LS373NSR	ACTIVE	SO	NS	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS374DBR	ACTIVE	SSOP	DB	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS374DW	ACTIVE	SOIC	DW	20	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS374DWR	ACTIVE	SOIC	DW	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74LS374J	OBSOLETE	CDIP	J	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74LS374N	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN74LS374N3	OBSOLETE	PDIP	N	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74LS374NSR	ACTIVE	SO	NS	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74S373DW	ACTIVE	SOIC	DW	20	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74S373DWR	ACTIVE	SOIC	DW	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74S373J	OBSOLETE	CDIP	J	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74S373N	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN74S373N3	OBSOLETE	PDIP	N	20		TBD	Call TI	Call TI

Orderable Device	Status <sup>(1)</sup>	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan <sup>(2)</sup>	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp <sup>(3)</sup>
SN74S374DW	ACTIVE	SOIC	DW	20	25	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74S374DWR	ACTIVE	SOIC	DW	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-250C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SN74S374J	OBSOLETE	CDIP	J	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74S374N	ACTIVE	PDIP	N	20	20	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-NC-NC-NC
SN74S374N3	OBSOLETE	PDIP	N	20		TBD	Call TI	Call TI
SN74S374NSR	ACTIVE	SO	NS	20	2000	Pb-Free (RoHS)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR/ Level-1-235C-UNLIM
SNJ54LS373FK	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54LS373J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54LS373W	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54LS374FK	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54LS374J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54LS374W	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54S373FK	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54S373J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54S374FK	ACTIVE	LCCC	FK	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54S374J	ACTIVE	CDIP	J	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC
SNJ54S374W	ACTIVE	CFP	W	20	1	TBD	Call TI	Level-NC-NC-NC

<sup>(1)</sup> The marketing status values are defined as follows:

**ACTIVE:** Product device recommended for new designs.

**LIFEBUY:** TI has announced that the device will be discontinued, and a lifetime-buy period is in effect.

**NRND:** Not recommended for new designs. Device is in production to support existing customers, but TI does not recommend using this part in a new design.

**PREVIEW:** Device has been announced but is not in production. Samples may or may not be available.

**OBSOLETE:** TI has discontinued the production of the device.

<sup>(2)</sup> Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS) or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

**TBD:** The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

**Pb-Free (RoHS):** TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

**Green (RoHS & no Sb/Br):** TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

<sup>(3)</sup> MSL, Peak Temp. -- The Moisture Sensitivity Level rating according to the JEDEC industry standard classifications, and peak solder temperature.

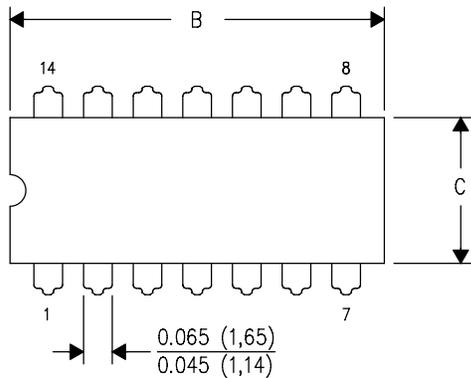
**Important Information and Disclaimer:**The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

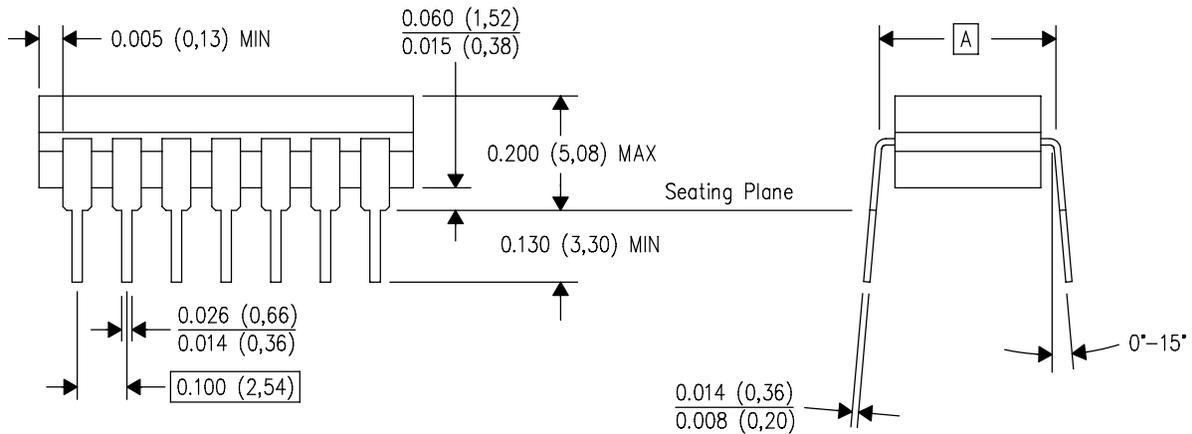
J (R-GDIP-T\*\*)

14 LEADS SHOWN

CERAMIC DUAL IN-LINE PACKAGE



DIM \ PINS **	14	16	18	20
A	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC	0.300 (7,62) BSC
B MAX	0.785 (19,94)	.840 (21,34)	0.960 (24,38)	1.060 (26,92)
B MIN	—	—	—	—
C MAX	0.300 (7,62)	0.300 (7,62)	0.310 (7,87)	0.300 (7,62)
C MIN	0.245 (6,22)	0.245 (6,22)	0.220 (5,59)	0.245 (6,22)

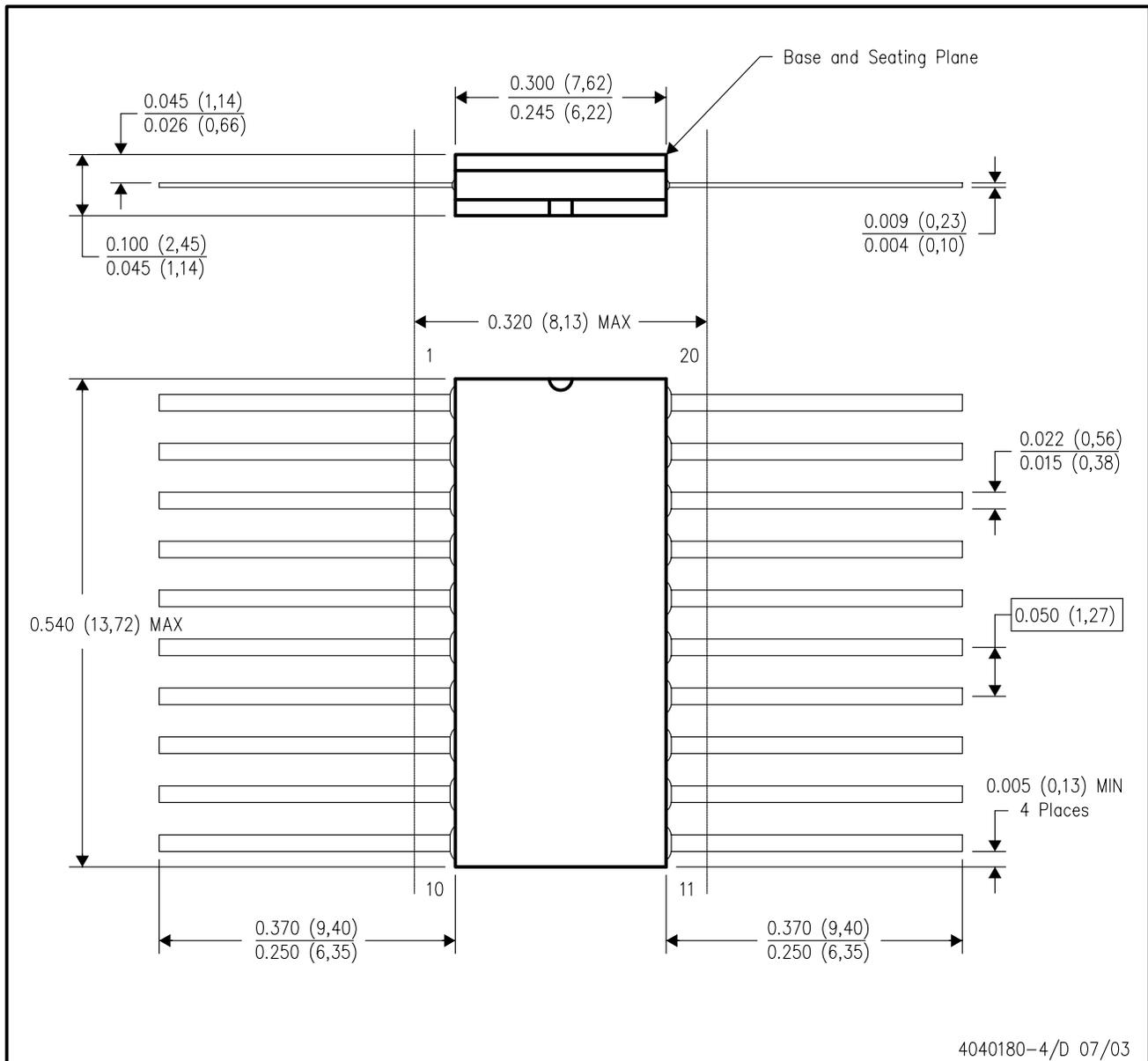


4040083/F 03/03

- NOTES:
- All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - This drawing is subject to change without notice.
  - This package is hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
  - Index point is provided on cap for terminal identification only on press ceramic glass frit seal only.
  - Falls within MIL STD 1835 GDIP1-T14, GDIP1-T16, GDIP1-T18 and GDIP1-T20.

W (R-GDFP-F20)

CERAMIC DUAL FLATPACK

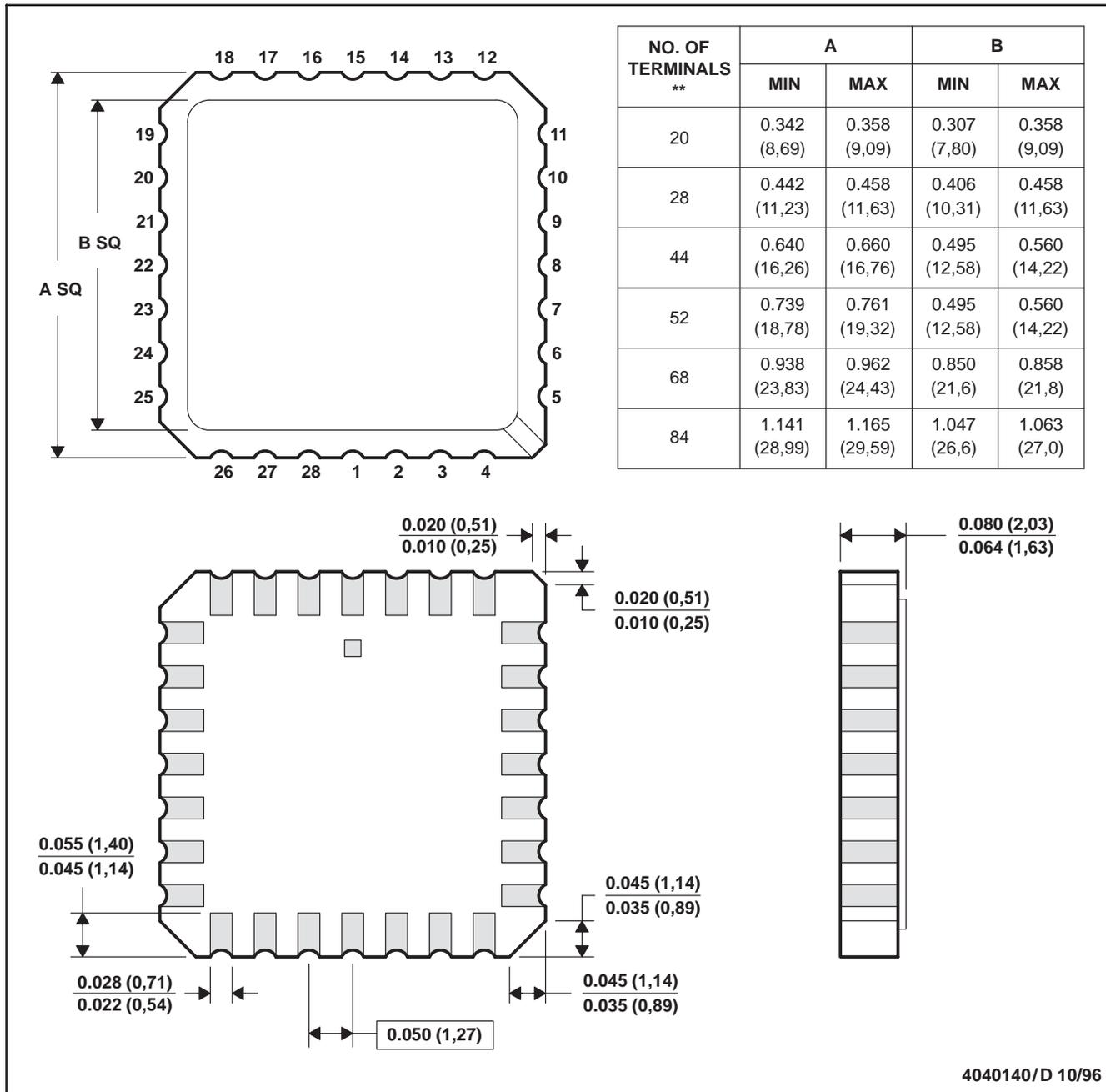


- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. This package can be hermetically sealed with a ceramic lid using glass frit.
  - D. Index point is provided on cap for terminal identification only.
  - E. Falls within Mil-Std 1835 GDFP2-F20

FK (S-CQCC-N\*\*)

LEADLESS CERAMIC CHIP CARRIER

28 TERMINAL SHOWN



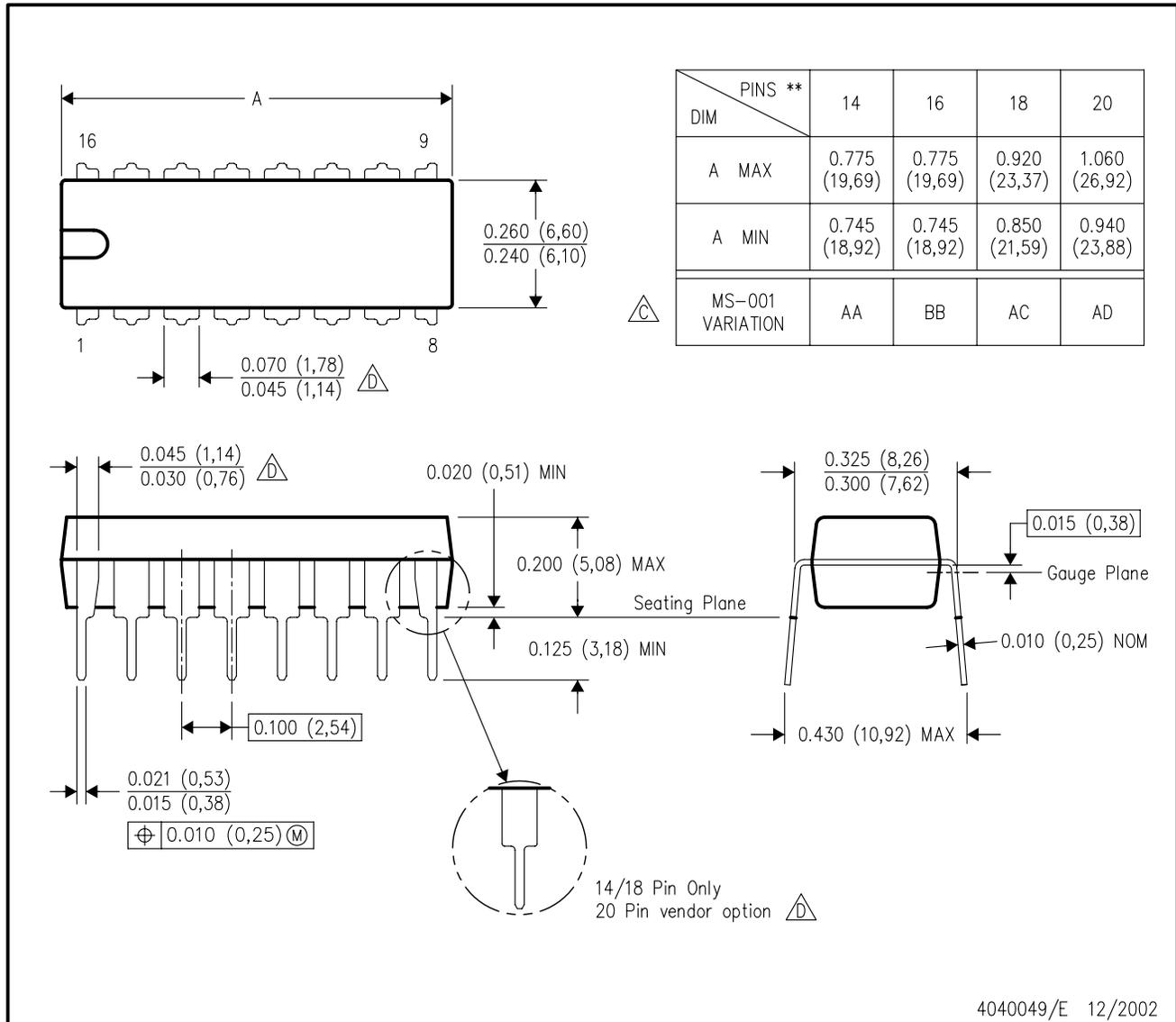
4040140/D 10/96

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. This package can be hermetically sealed with a metal lid.
  - D. The terminals are gold plated.
  - E. Falls within JEDEC MS-004

N (R-PDIP-T\*\*)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

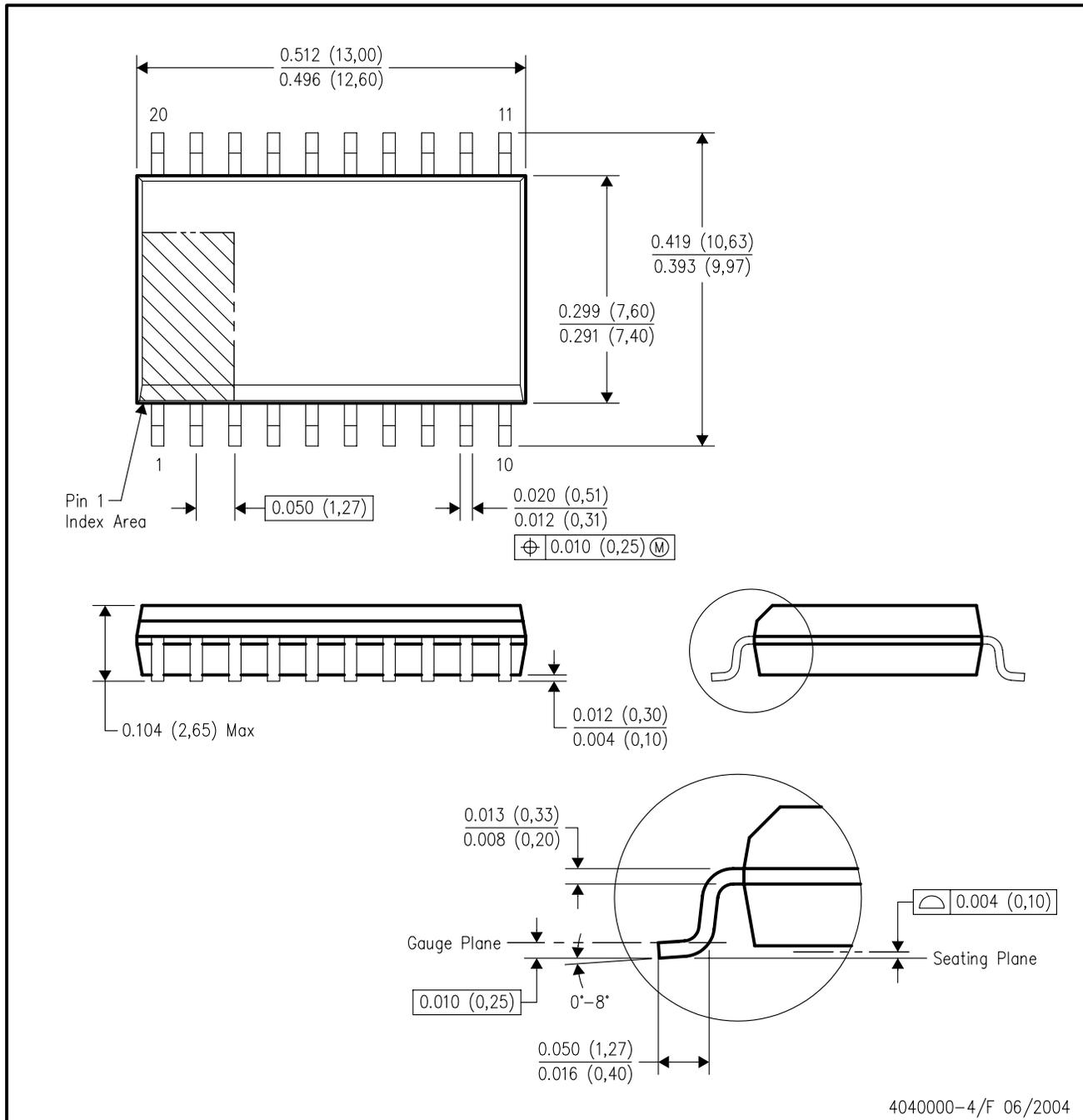
16 PINS SHOWN



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - $\triangle C$  Falls within JEDEC MS-001, except 18 and 20 pin minimum body length (Dim A).
  - $\triangle D$  The 20 pin end lead shoulder width is a vendor option, either half or full width.

DW (R-PDSO-G20)

PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



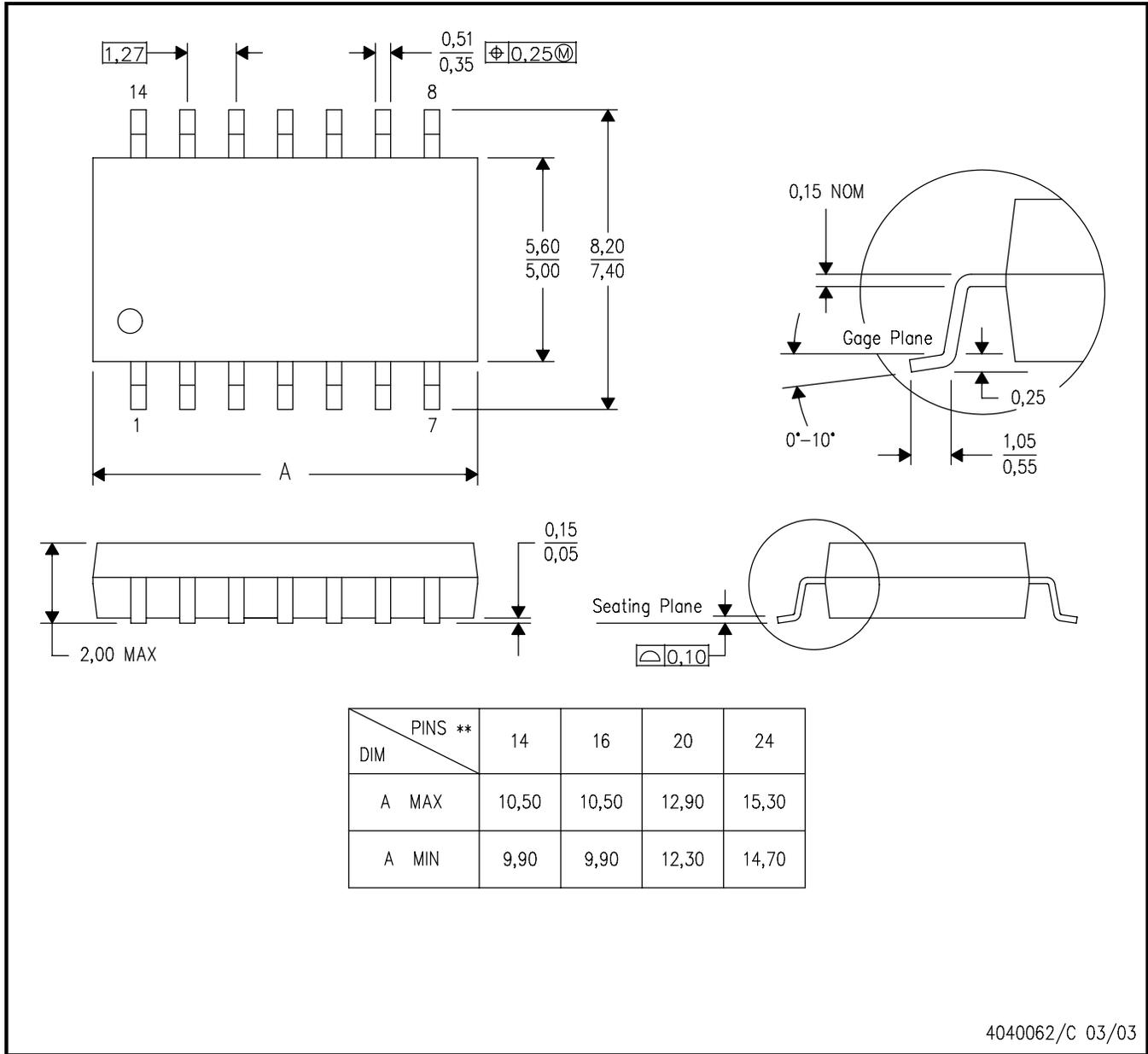
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0.006 (0,15).
  - D. Falls within JEDEC MS-013 variation AC.

## MECHANICAL DATA

**NS (R-PDSO-G\*\*)**

**PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE**

**14-PINS SHOWN**

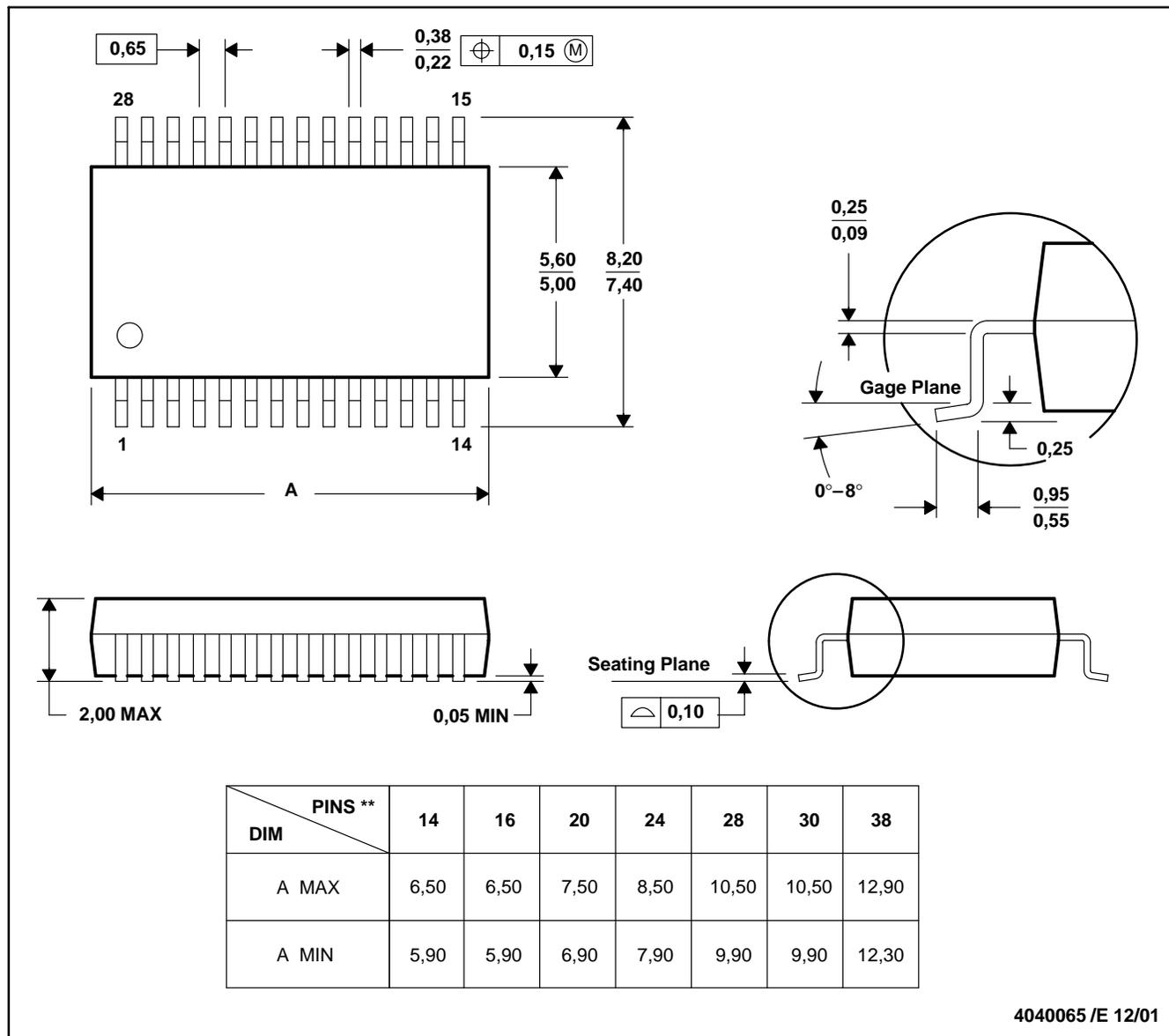


- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
  - B. This drawing is subject to change without notice.
  - C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion, not to exceed 0,15.

DB (R-PDSO-G\*\*)

PLASTIC SMALL-OUTLINE

28 PINS SHOWN



- NOTES: A. All linear dimensions are in millimeters.  
 B. This drawing is subject to change without notice.  
 C. Body dimensions do not include mold flash or protrusion not to exceed 0,15.  
 D. Falls within JEDEC MO-150

## IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI's terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.

TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.

TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.

Reproduction of information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation.

Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

<b>Products</b>		<b>Applications</b>	
Amplifiers	<a href="http://amplifier.ti.com">amplifier.ti.com</a>	Audio	<a href="http://www.ti.com/audio">www.ti.com/audio</a>
Data Converters	<a href="http://dataconverter.ti.com">dataconverter.ti.com</a>	Automotive	<a href="http://www.ti.com/automotive">www.ti.com/automotive</a>
DSP	<a href="http://dsp.ti.com">dsp.ti.com</a>	Broadband	<a href="http://www.ti.com/broadband">www.ti.com/broadband</a>
Interface	<a href="http://interface.ti.com">interface.ti.com</a>	Digital Control	<a href="http://www.ti.com/digitalcontrol">www.ti.com/digitalcontrol</a>
Logic	<a href="http://logic.ti.com">logic.ti.com</a>	Military	<a href="http://www.ti.com/military">www.ti.com/military</a>
Power Mgmt	<a href="http://power.ti.com">power.ti.com</a>	Optical Networking	<a href="http://www.ti.com/opticalnetwork">www.ti.com/opticalnetwork</a>
Microcontrollers	<a href="http://microcontroller.ti.com">microcontroller.ti.com</a>	Security	<a href="http://www.ti.com/security">www.ti.com/security</a>
		Telephony	<a href="http://www.ti.com/telephony">www.ti.com/telephony</a>
		Video & Imaging	<a href="http://www.ti.com/video">www.ti.com/video</a>
		Wireless	<a href="http://www.ti.com/wireless">www.ti.com/wireless</a>

Mailing Address: Texas Instruments  
Post Office Box 655303 Dallas, Texas 75265

## DS14C232

### Low Power +5V Powered TIA/EIA-232 Dual Driver/Receiver

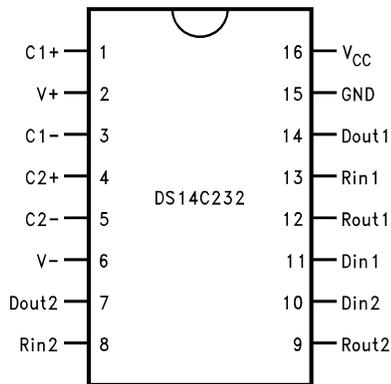
#### General Description

The DS14C232 is a low power dual driver/receiver featuring an onboard DC to DC converter, eliminating the need for  $\pm 12V$  power supplies. The device only requires a +5V power supply.  $I_{CC}$  is specified at 3.0 mA maximum, making the device ideal for battery and power conscious applications. The drivers' slew rate is set internally and the receivers feature internal noise filtering, eliminating the need for external slew rate and filter capacitors. The device is designed to interface data terminal equipment (DTE) with data circuit-terminating equipment (DCE). The driver inputs and receiver outputs are TTL and CMOS compatible. DS14C232C driver outputs and receiver inputs meet TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards.

#### Features

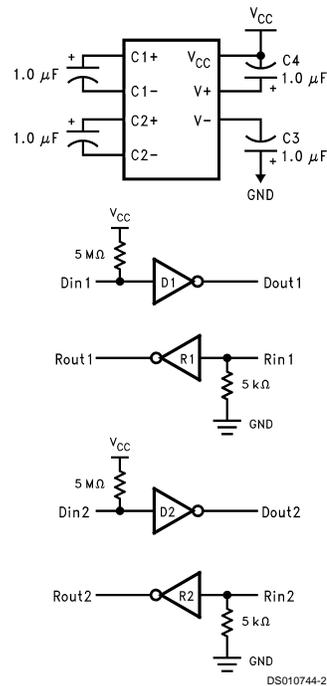
- Pin compatible with industry standard MAX232, LT1081, ICL232 and TSC232
- Single +5V power supply
- Low power —  $I_{CC}$  3.0 mA maximum
- DS14C232C meets TIA/EIA-232-E (RS-232) and CCITT V.28 standards
- CMOS technology
- Receiver Noise Filter
- Package efficiency — 2 drivers and 2 receivers
- Available in Plastic DIP, Narrow and Wide SOIC packages
- TIA/EIA-232 compatible extended temperature range option:  
DS14C232:  $-55^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$

#### Connection Diagram



Order Number DS14C232CN, or DS14C232CM,  
See NS Package Number N16E, or M16A

#### Functional Diagram



## Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Specifications for the 883 version of this product are listed separately on the following pages.

Supply Voltage, $V_{CC}$	-0.3V to 6V
$V^+$ Pin	$(V_{CC} - 0.3)V$ to +14V
$V^-$ Pin	+0.3V to -14V
Receiver Input Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Driver Output Voltage	$(V^+ + 0.3V)$ to $(V^- - 0.3V)$
Receiver Input Voltage	$\pm 25V$
Receiver Output Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Junction Temperature	+150°C
Maximum Package Power Dissipation @ 25°C (Note 6)	
N Package	1698 mW
M Package	1156 mW

Short Circuit Duration,  
 $D_{OUT}$   
Storage Temp. Range  
Lead Temp. (Soldering, 4 sec.)  
ESD Rating  
(HBM, 1.5 k $\Omega$ , 100 pF)

Continuous  
-65°C to +150°C  
+260°C

## Recommended Operating Conditions

	Min	Max	Units
Supply Voltage, $V_{CC}$	4.5	5.5	V
Operating Free Air Temp. ( $T_A$ ) DS14C232C	0	+70	°C

## Electrical Characteristics (Note 2)

Over recommended operating conditions, unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units		
<b>DC TO DC CONVERTER CHARACTERISTICS</b>								
$V^+$	Positive Power Supply	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ , $C1-C4 = 1.0\text{ }\mu\text{F}$ , $D_{IN} = 0.8V$		9.0		V		
$V^-$	Negative Power Supply	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ , $C1-C4 = 1.0\text{ }\mu\text{F}$ , $D_{IN} = 2.0V$		-8.5		V		
$I_{CC}$	Supply ( $V_{CC}$ ) Current	No Load		1.0	3.0	mA		
<b>DRIVER CHARACTERISTICS</b>								
$V_{IH}$	High Level Input Voltage		2		$V_{CC}$	V		
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage		GND		0.8	V		
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} \geq 2.0V$	-10		+10	$\mu\text{A}$		
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} \leq 0.8V$	-10		+10	$\mu\text{A}$		
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$R_L = 3\text{ k}\Omega$	5.0	8.0		V		
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$R_L = 3\text{ k}\Omega$		-7.0	-5.0	V		
$I_{OS+}$	Output High Short Circuit Current	$V_O = 0V$ , $V_{IN} = 0.8V$	(Note 3)	-30	-15	-5.0	mA	
$I_{OS-}$	Output Low Short Circuit Current	$V_O = 0V$ , $V_{IN} = 2V$		5.0	11	30	mA	
$R_O$	Output Resistance	$-2V \leq V_O \leq +2V$ , $V_{CC} = 0V = \text{GND}$	300			$\Omega$		
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS</b>								
$V_{TH}$	Input High Threshold Voltage	$V_{CC} = 5.0V$		1.9	2.4	V		
		$V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$		1.9	2.6	V		
$V_{TL}$	Input Low Threshold Voltage		0.8	1.5		V		
$V_{HY}$	Hysteresis		0.2	0.4	1.0	V		
$R_{IN}$	Input Resistance		$-15V \leq V_{IN} \leq +15V$		3.0	4.7	7.0	k $\Omega$
$I_{IN}$	Input Current	$V_{IN} = +15V$	+2.14	+3.75	+5.0	mA		
		$V_{IN} = +3V$	+0.43	+0.64	+1.0	mA		
		$V_{IN} = -3V$	-1.0	-0.64	-0.43	mA		
		$V_{IN} = -15V$	-5.0	-3.75	-2.14	mA		
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$V_{IN} = -3V$ , $I_O = -3.2\text{ mA}$	3.5	4.5		V		
		$V_{IN} = -3V$ , $I_O = -20\text{ }\mu\text{A}$	4.0	4.9		V		
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$V_{IN} = +3V$ , $I_O = +3.2\text{ mA}$		0.15	0.4	V		

## Switching Characteristics

Over recommended operating conditions, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
<b>DRIVER CHARACTERISTICS</b>							
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ $C_L = 50\text{ pF}$		Figure 1 and Figure 2	1.0	4.0	$\mu\text{s}$
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low				1.0	4.0	$\mu\text{s}$
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $				0.1	1.0	$\mu\text{s}$
SR1	Output Slew Rate	$R_L = 3\text{ k}\Omega$ to $7\text{ k}\Omega$ , $C_L = 50\text{ pF}$	(Note 7)	4.0		30	$\text{V}/\mu\text{s}$
SR2	Output Slew Rate			$R_L = 3\text{ k}\Omega$ , $C_L = 2500\text{ pF}$		4.5	
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS</b>							
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	Input Pulse Width $> 10\text{ }\mu\text{s}$		2.9	6.5	$\mu\text{s}$	
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low	$C_L = 50\text{ pF}$		2.5	6.5	$\mu\text{s}$	
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $	(Figures 3, 4)		0.4	2.0	$\mu\text{s}$	
$t_{nw}$	Noise Pulse Width Rejected	(Figures 3, 4)		0.7	0.5	$\mu\text{s}$	

**Note 1:** "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Electrical Characteristics" specify conditions for device operation.

**Note 2:** Current into device pins is defined as positive. Current out of device pins is defined as negative. All voltages are referenced to ground unless otherwise specified.

**Note 3:**  $I_{OS+}$  and  $I_{OS-}$  values are for one output at a time. If more than one output is shorted simultaneously, the device power dissipation may be exceeded.

**Note 4:** Receiver AC input waveform for test purposes:  $t_r = t_f = 200\text{ ns}$ ,  $V_{IH} = 3\text{V}$ ,  $V_{IL} = -3\text{V}$ ,  $f = 30\text{ kHz}$ .

**Note 5:** All typicals are given for  $V_{CC} = 5.0\text{V}$ .

**Note 6:** Ratings apply to ambient temperature at  $+25^\circ\text{C}$ . Above this temperature derate: N Package  $15.6\text{ mW}/^\circ\text{C}$ , and M Package  $10.6\text{ mW}/^\circ\text{C}$ .

**Note 7:** Slew rate is defined as  $\Delta V/\Delta t$ , measured between  $\pm 3\text{V}$  level.

## Absolute Maximum Ratings (Note 1)

For complete Military Product Specifications, refer to the appropriate SMD or MDS.

Supply Voltage, $V_{CC}$	-0.3V to 6V
$V^+$ Pin	$(V_{CC} - 0.3)V$ to +14V
$V^-$ Pin	+0.3V to -14V
Driver Input Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Driver Output Voltage	$(V^+ + 0.3V)$ to $(V^- - 0.3V)$
Receiver Input Voltage	$\pm 25V$
Receiver Output Voltage	-0.3V to $(V_{CC} + 0.3V)$
Maximum Package Power Dissipation @ 25°C (Note 8)	
J Package	1520 mW
E Package	2000 mW

Short Circuit Duration, $D_{OUT}$	Continuous
Storage Temp. Range	-65°C to +150°C
Lead Temp. (Soldering, 4 sec.)	+260°C
ESD Rating	
(HMB, 1.5 k $\Omega$ , 100 pF)	$\geq 2.5$ kV

## Recommended Operating Conditions

	Min	Max	Units
Supply Voltage, $V_{CC}$	4.5	5.5	V
Operating Free Air Temp. ( $T_A$ )	-55	+125	°C
DS14C232			

## Electrical Characteristics (Note 2)

Over recommended operating conditions, unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
<b>DEVICE CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>					
$I_{CC}$	Supply ( $V_{CC}$ ) Current	No Load		8.0	mA
<b>DRIVER CHARACTERISTICS</b>					
$V_{IH}$	High Level Input Voltage		2		V
$V_{IL}$	Low Level Input Voltage			0.8	V
$I_{IH}$	High Level Input Current	$V_{IN} \geq 2.0V$		100	$\mu$ A
$I_{IL}$	Low Level Input Current	$V_{IN} = 0V$		100	$\mu$ A
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$R_L = 3$ k $\Omega$	5.0		V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$R_L = 3$ k $\Omega$		-5.0	V
$I_{OS+}$	Output High Short Circuit Current	$V_O = 0V$	(Note 3)	-25	mA
$I_{OS-}$	Output Low Short Circuit Current	$V_O = 0V$		25	mA
$R_O$	Output Resistance	$-2V \leq V_O \leq +2V$ , $T_A = 25^\circ C$ , $V_{CC} = 0V = GND$	300		$\Omega$
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>					
$V_{TH}$	Input High Threshold Voltage			3.0	V
$V_{TL}$	Input Low Threshold Voltage		0.2		V
$V_{HY}$	Hysteresis	$T_A = 25^\circ C$ , +125°C	0.1	1.0	V
		$T_A = -55^\circ C$	0.05	1.0	V
$R_{IN}$	Input Resistance	$V_{IN} = \pm 3V$ and $\pm 15V$ , $T_A = 25^\circ C$	3.0	7.0	k $\Omega$
$V_{OH}$	High Level Output Voltage	$I_O = -3.2$ mA	3.5		V
		$I_O = -20$ $\mu$ A	4.0		V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage	$I_O = +3.2$ mA		0.4	V

## Switching Characteristics

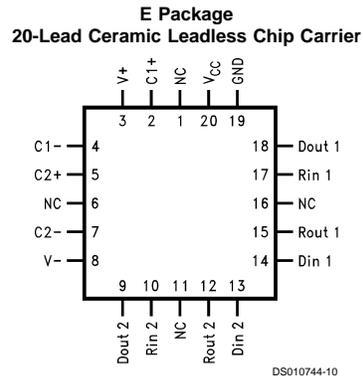
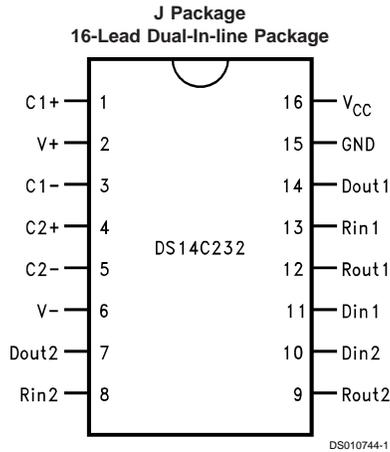
Over recommended operating conditions, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units	
<b>DRIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>						
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	$R_L = 3$ k $\Omega$ , $C_L = 50$ pF	Figures 1, 2	4.0	$\mu$ s	
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low			4.0	$\mu$ s	
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $			1.0	$\mu$ s	
SR1	Output Slew Rate	$R_L = 3$ k $\Omega$ to 7 k $\Omega$ , $C_L = 2500$ pF	(Note 7)	1.5	30	V/ $\mu$ s
<b>RECEIVER CHARACTERISTICS (C1-C4 = 1.0 <math>\mu</math>F)</b>						
$t_{PLH}$	Propagation Delay Low to High	Input Pulse Width > 10 $\mu$ s		8.0	$\mu$ s	
$t_{PHL}$	Propagation Delay High to Low	$C_L = 50$ pF		8.0	$\mu$ s	
$t_{SK}$	Skew $ t_{PLH} - t_{PHL} $	(Figures 3, 4)		2.0	$\mu$ s	

## Switching Characteristics (Continued)

**Note 8:** Ratings apply to ambient temperature at +25°C. Above this temperature derate: J Package 12.2 mW/°C and E Package 13.3 mW/°C.

### Connection Diagrams



For Complete Military Product Specifications  
See MDS or SMD.  
Order Number DS14C232J/883 or DS14C232E/883  
See NS Package Number E20A or J16A

### Parameter Measurement Information

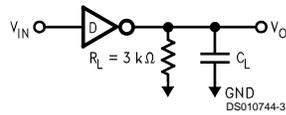


FIGURE 1. Driver Load Circuit

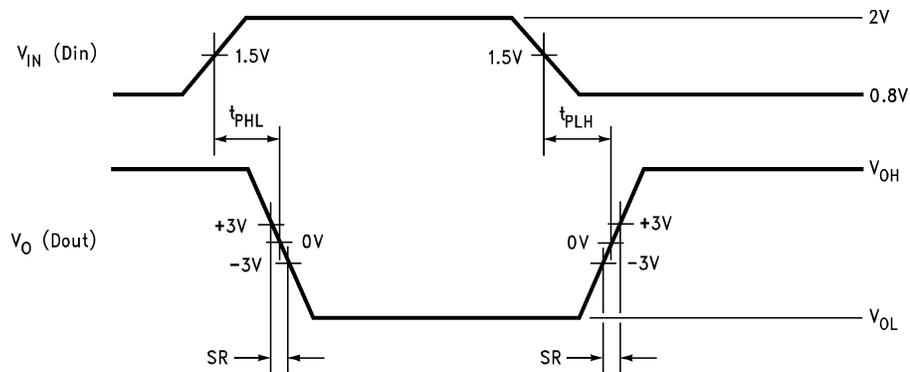


FIGURE 2. Driver Switching Waveform

## Parameter Measurement Information (Continued)

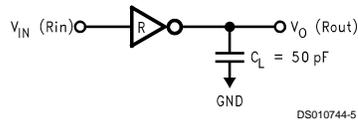


FIGURE 3. Receiver Load Circuit

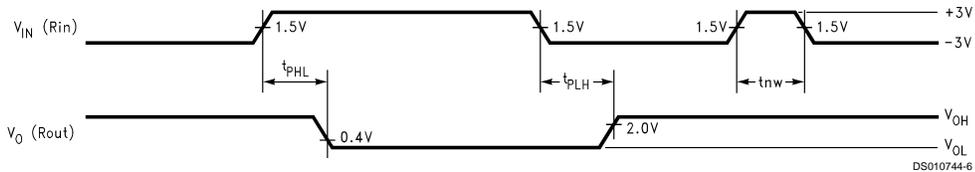


FIGURE 4. Receiver Propagation Delays and Noise Rejection (Note 4)

## Pin Descriptions

### V<sub>CC</sub> (Pin 16)

Power supply pin for the device, +5V (±10%).

### V<sub>+</sub> (Pin 2)

Positive supply for TIA/EIA-232-E drivers. Recommended external capacitor: C4-1.0 μF (6.3V). Capacitor value should be larger than 1 μF. This supply is not intended to be loaded externally.

### V<sub>-</sub> (Pin 6)

Negative supply for TIA/EIA-232-E drivers. Recommended external capacitor: C3-1.0 μF (16V). Capacitor value should be larger than 1 μF. This supply is not intended to be loaded externally.

### C1+, C1- (Pins 1, 3)

External capacitor connection pins. Recommended capacitor: 1.0 μF (6.3V). Capacitor value should be larger than 1 μF.

### C2+, C2- (Pins 4, 5)

External capacitor connection pins. Recommended capacitor: 1.0 μF (16V). Capacitor value should be greater than 1 μF.

### D<sub>IN1</sub>, D<sub>IN2</sub> (Pins 11, 10)

Driver input pins are TTL/CMOS compatible. Inputs of unused drivers may be left open, an internal active pull-up resistor (500 kΩ minimum, typically 5 MΩ) pulls input HIGH. Output will be LOW for open inputs.

### D<sub>OUT1</sub>, D<sub>OUT2</sub> (Pins 14, 7)

Driver output pins conform to TIA/EIA-232-E levels.

### R<sub>IN1</sub>, R<sub>IN2</sub> (Pins 13, 8)

Receiver input pins accept TIA/EIA-232-E input voltages (±25V). Receivers feature a noise filter and guaranteed hysteresis of 100 mV. Unused receiver input pins may be left open. Internal input resistor 4.7 kΩ pulls input low, providing a failsafe high output.

### R<sub>OUT1</sub>, R<sub>OUT2</sub> (Pins 12, 9)

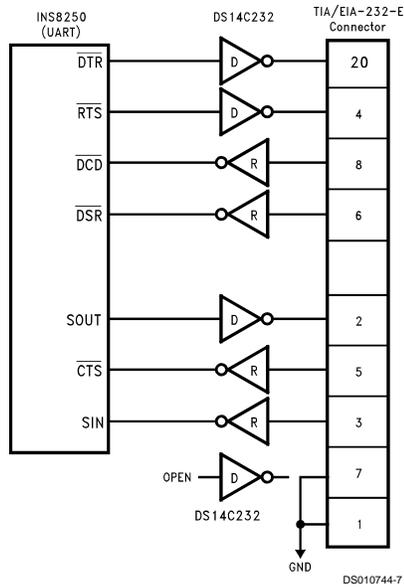
Receiver output pins are TTL/CMOS compatible. Receiver output HIGH voltage is specified for both CMOS and TTL load conditions.

### GND (Pin 15)

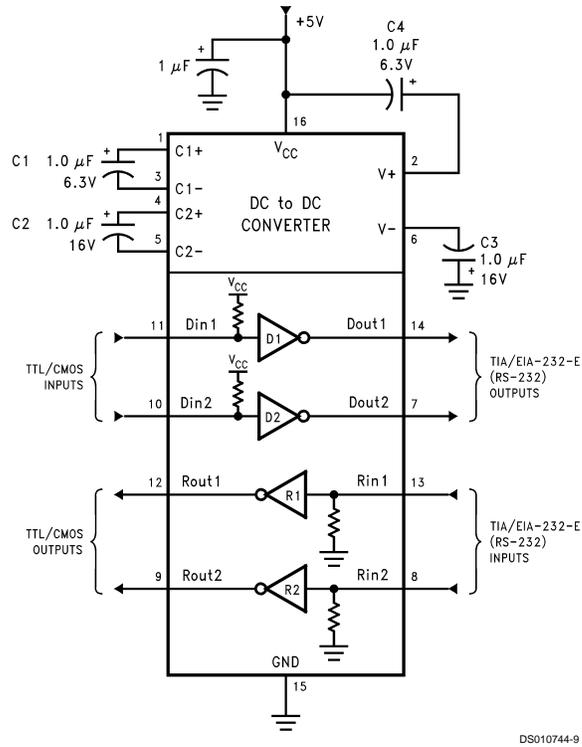
Ground Pin.

## Typical Application Information

### Application of DS14C232 and INS8250

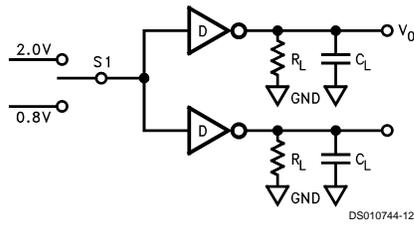
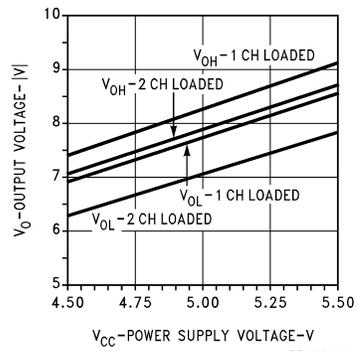


## Typical Connection Diagram

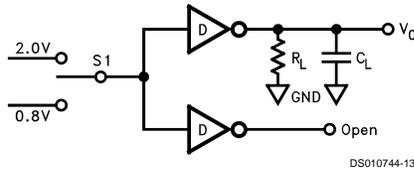


## Typical Performance Characteristics

### DRIVER $V_{OH}$ & $V_{OL}$ vs POWER SUPPLY VOLTAGE



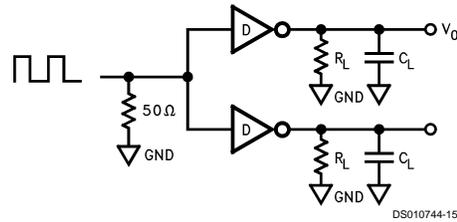
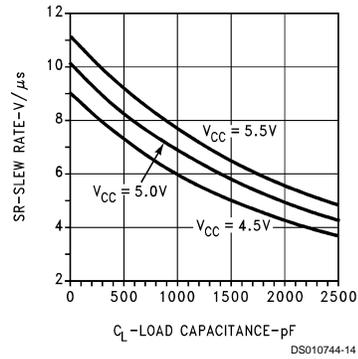
$V_{CC} = 5.0V$ ,  $R_L = 3\text{ k}\Omega$ ,  $C_L = 15\text{ pF}$  (includes jig and probe capacitance),  $C_p = 1\text{ }\mu\text{F}$



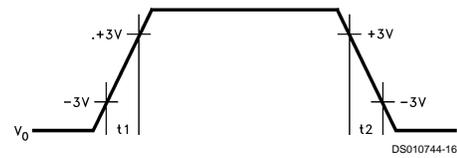
S1	$V_O$
2.0V	$V_{OL}$
0.8V	$V_{OH}$

## Typical Performance Characteristics (Continued)

### DRIVER SLEW RATE vs POWER SUPPLY VOLTAGE & LOAD CAPACITANCE

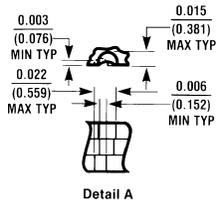
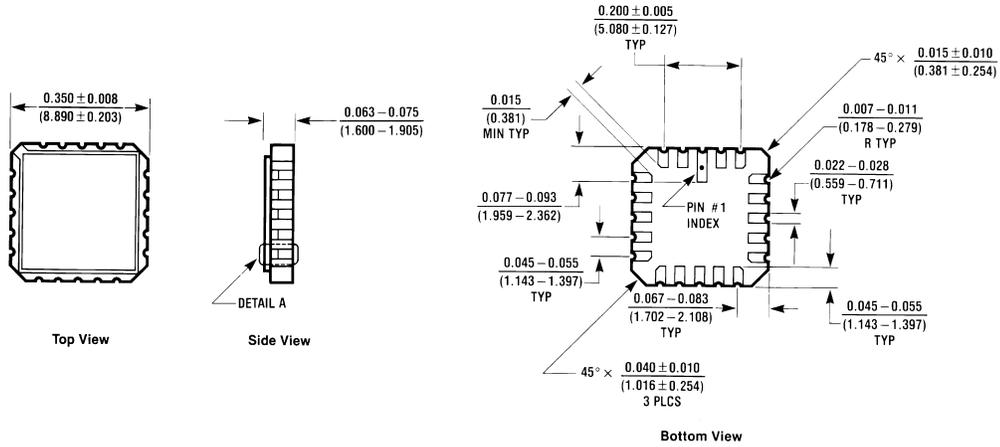


$T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $R_L = 5\text{ k}\Omega$ ,  $C_p = 1\text{ }\mu\text{F}$ ,  $f = 30\text{ KHz}$



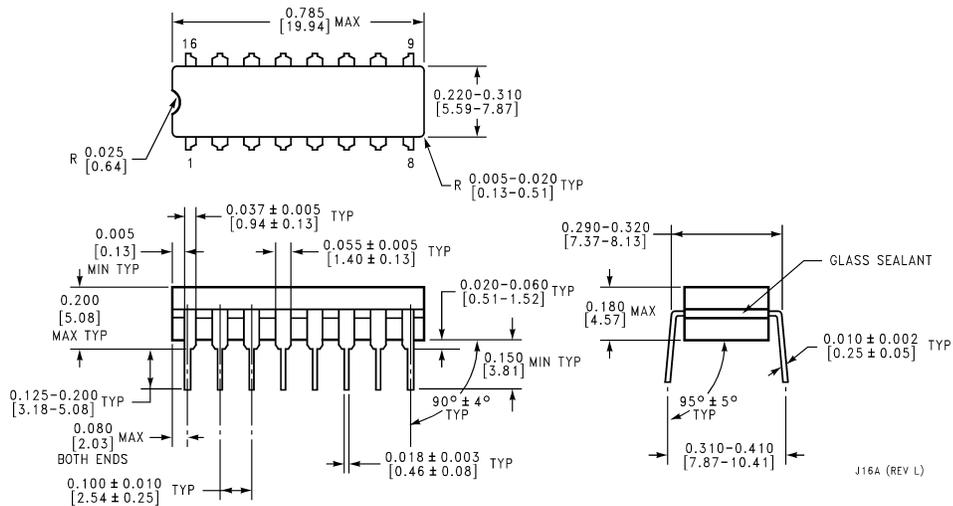
$SR = 6V/t_1$  or  $6V/t_2$ , whichever is greater.

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted



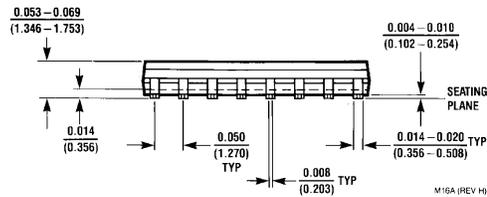
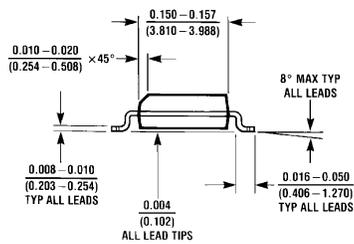
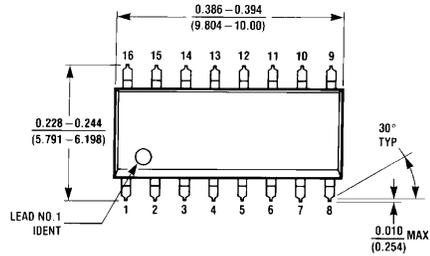
**Order Number DS14C232E/883**  
**NS Package Number E20A**

E20A (REV D)

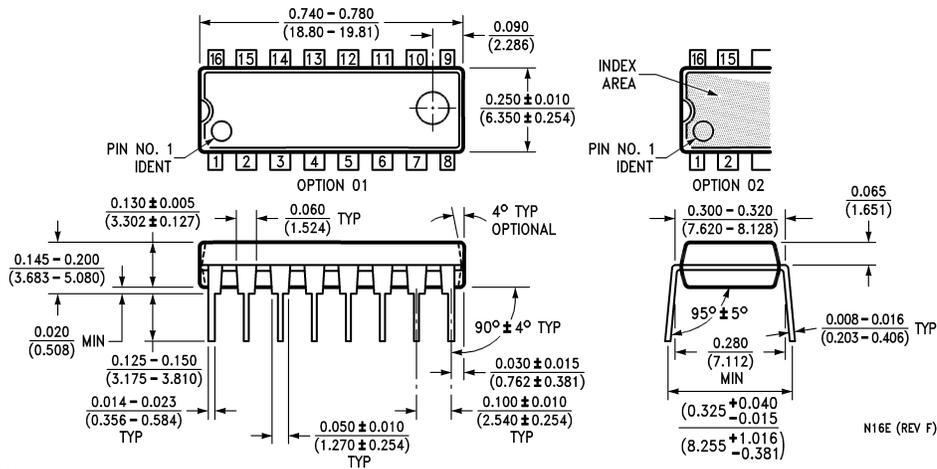


**Order Number DS14C232J/883**  
**NS Package Number J16A**

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



**Order Number DS14C232CM**  
**NS Package Number M16A**



**Order Number DS14C232CN**  
**NS Package Number N16E**

## Notes

### LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



**National Semiconductor Corporation**  
Americas  
Tel: 1-800-272-9959  
Fax: 1-800-737-7018  
Email: support@nsc.com

[www.national.com](http://www.national.com)

**National Semiconductor Europe**  
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86  
Email: europe.support@nsc.com  
Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85  
English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32  
Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58  
Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

**National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group**  
Tel: 65-2544466  
Fax: 65-2504466  
Email: sea.support@nsc.com

**National Semiconductor Japan Ltd.**  
Tel: 81-3-5639-7560  
Fax: 81-3-5639-7507

C O N T E N T S

1. FEATURES
2. MECHANICAL SPECIFICATIONS
3. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
  - 3-1. ELECTRICAL ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
  - 3-2. ENVIRONMENTAL CONDITIONS
4. ELECTRICAL CHARACTERISTICS
5. OPTICAL CHARACTERISTICS
6. INTERFACE PIN ASSIGNMENT
7. POWER SUPPLY BLOCK DIAGRAM
8. BIAS VOLTAGE GENERATION CIRCUIT
9. TIMING CHARACTERISTICS
  - 9-1. INTERFACE TIMING CHART(8080 FAMILY INTERFACE)
  - 9-2. AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS
10. INSTRUCTION SETS
  - 10-1. SYSTEM CONTROL COMMAND
    - 10-1-1. SYSTEM SET
    - 10-1-2. SLEEP IN
  - 10-2. DISPLAY CONTROL COMMAND
    - 10-2-1. DISP ON/OFF
    - 10-2-2. SCROLL
    - 10-2-3. CSRDIR

CAT # LCD-58

C O N T E N T S
-----------------

- 10-2-4. OVLAY
- 10-2-5. CG RAM ADR
- 10-2-6. HDOT SCR
- 10-3. DRAWING CONTROL COMMANDS
  - 10-3-1. CSRW
  - 10-3-2. CSRR
- 10-4. MEMORY CONTROL COMMANDS
  - 10-4-1. MWRITE
  - 10-4-2. MREAD
- 11. POWER ON/OFF SIGNAL INPUT TIMING
- 12. RELATION BETWEEN DATA AND DISPLAY
- 13. BLOCK DIAGRAM
- 14. CHARACTER FONT MAP
- 15. EXTERNAL DIMENSION
- 16. HYUNDAI LCD MODULE NUMBERING SYSTEM

# HYUNDAI

## 1. FEATURES

- \* The features of HG25504NG-01 are as follows :
- \* Display mode : STN gray positive type display
- \* Display format : 256 × 128 Dots
- \* Driving method : 1/128 Duty
- \* Viewing direction : 6 O'clock
- \* 80 Serise available

## 2. MECHANICAL SPECIFICATIONS

Item	Specification	Unit
Module Size (W × H × T)	147.0 × 116.0 × 12.0 Max	mm
Viewing Area (W × H)	127.0 × 70.0	mm
Dot Size (W × H)	0.43 × 0.43	mm
Dot Pitch (W × H)	0.47 × 0.47	mm
Weight	About 155	g

## 3. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

### 3-1. Electrical Absolute Maximum Ratings

Item	Symbol	Value			Unit	Condition
		Min.	Typ.	Max.-		
Supply voltage	Logic	$V_{DD} - V_{SS}$	0	-	7.0	$T_a = 25^\circ\text{C}$ $V_{DD} = 5V \pm 10\%$ $V_{SS} = 0V$
	LCD	$V_{DD} - V_0$	0	-	30	
Input voltage	$V_i$	-0.3	-	$V_{DD} + 0.3$	V	

## 3.2 Environmental conditions

Item	Symbol	Min.	Max.	Unit
Operating temperature	Topr	0	50	°C
Storage temperature	Tstg	-20	70	°C
Humidity (Ambient temperature=Ta)	Ta ≤ 40°C		95% RH max.	
	Ta > 40°C (Below maximum temp.)		Absolute humidity shall be less than Ta=40°C, 95% RH	

## 4. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Item	Symbol	Spec. Value			Unit	Condition	
		Min.	Typ.	Max.			
Supply voltage	Logic	VDD - VSS	4.5	5.0	5.5	V	-
	LCD	VDD - VO	-	16.5	-	V	Ta = 0 °C
			14.3	15.1	15.9	V	Ta = 25 °C
			-	13.7	-	V	Ta = 50 °C
Supply Current	Logic	IDD	-	10.0	15.0	mA	Note 1)
	LCD	IO	-	5.0	7.5	mA	
Input voltage	High level	VIH	0.8 VDD	-	VDD	V	-
	Low level	VIL	0	-	0.2 VDD	V	-

Note 1) Condition : VDD = 5 V

VDD - VO = 15.1V

Display pattern : Full dot ON

## 5. OPTICAL CHARACTERISTICS

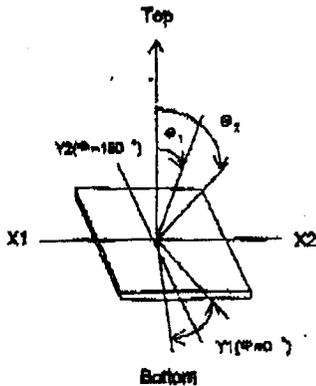
Ta = 25°C, VDD = 5V ± 10%

Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Condition	Note	
Viewing angle	$\theta_2 - \theta_1$	$\theta = 0^\circ$ (Y1-Y2)	50	60	-	deg.	Cr = 1.4	1,2
		$\theta = 90^\circ$ (X1-X2)	50	60	-			
Contrast ratio	Cr	2	4	-	-	$\theta = 0^\circ$ $\phi = 0^\circ$	3	
Response time(rise)	Tr	-	130	230	ms	$\theta = 0^\circ$ $\phi = 0^\circ$	4	
Response time(fall)	Tf	-	150	250	ms	$\theta = 0^\circ$ $\phi = 0^\circ$	4	

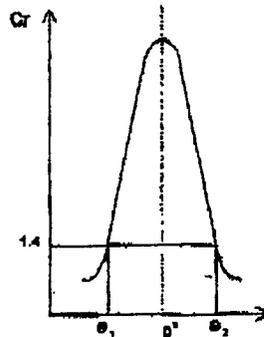
\* Above datas are measured under 1/128 duty STN gray positive mode.

\*  $\theta = 0^\circ$ ,  $\phi = 90^\circ$  means viewing direction.

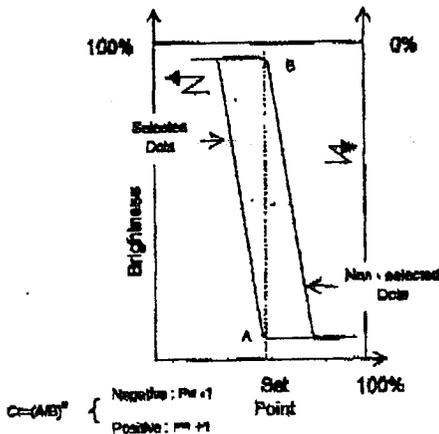
Note 1. Definition of angle  $\theta$  and  $\phi$



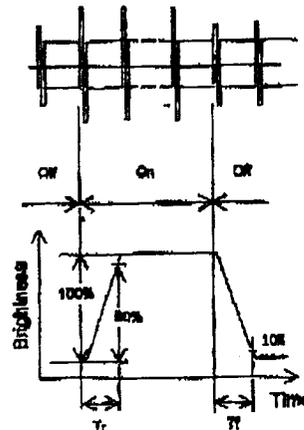
Note 2. Definition of viewing angle  $\theta_1$  and  $\theta_2$



Note 3. Definition of contrast Cr



Note 4. Definition of Optical response



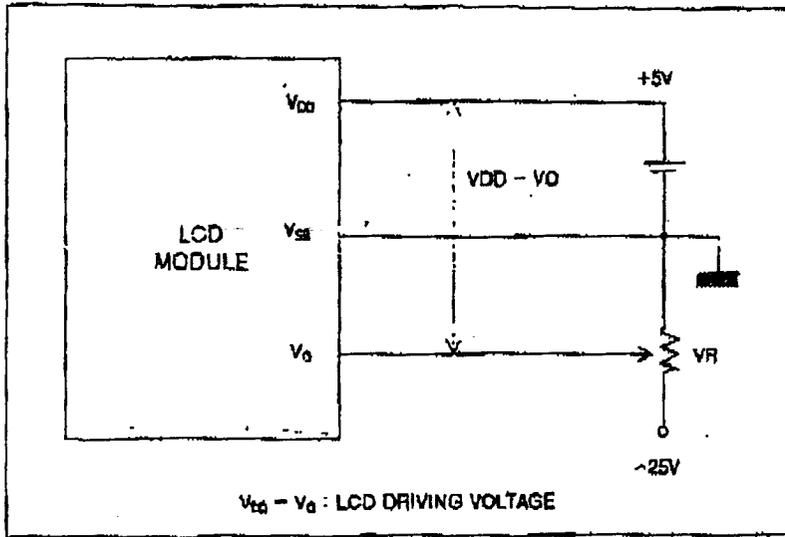
## 6. INTERFACE PIN ASSIGNMENT

Pin No.	Symbol	Level	Function
1	FG	0V	Frame ground
2	V <sub>SS</sub> (GND)	0V	Ground
3	V <sub>DD</sub> (V <sub>CC</sub> )	+5V	Power supply voltage for logic and LCD
4	V <sub>0</sub>	-	Operating voltage for LCD (variable)
B4	/RES	H/L	Reset signal
B5	/RD	H/L	Read signal
B6	/WR	H/L	Write signal
B7	/CS	H/L	Chip select signal
B8	A0	H/L	Data type select signal
D0	DB0	H/L	Display data bit 0
D1	DB1	H/L	Display data bit 1
D2	DB2	H/L	Display data bit 2
D3	DB3	H/L	Display data bit 3
D4	DB4	H/L	Display data bit 4
D5	DB5	H/L	Display data bit 5
D6	DB6	H/L	Display data bit 6
D7	DB7	H/L	Display data bit 7

*Sel 1  
 and  
 Sel 2 are already tied to GND*

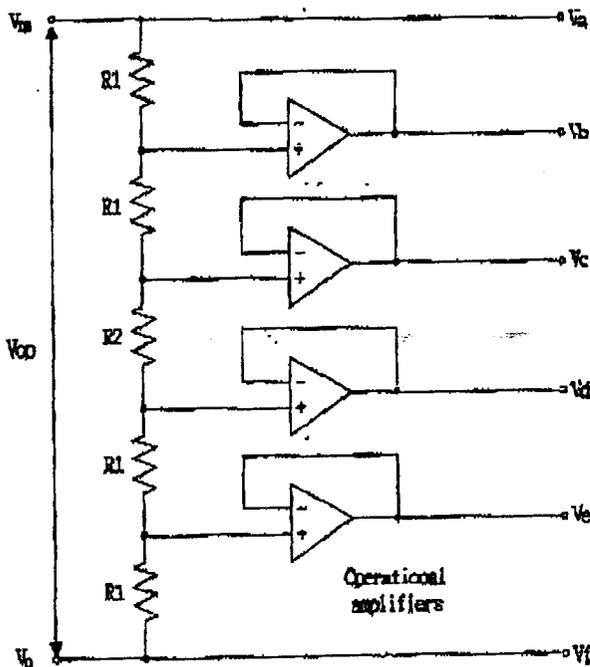
*Separate Function  
 /RD  
 /WR*

## 7. POWER SUPPLY BLOCK DIAGRAM



## 8. BIAS VOLTAGE GENERATION CIRCUIT

Six levels of voltage,  $V_a$  to  $V_f$  are applied to the common and segment drivers. The voltage is generated through operational amplifier by resistance-division from liquid crystal operating voltage ( $V_{op}$ ). Here, an operation amplifier is used as a voltage follower.



$V_a$	Common and segment selection high level
$V_b$	Common non-selection high level
$V_c$	Segment non-selection high level
$V_d$	Segment non-selection low level
$V_e$	Common non-selection low level
$V_f$	Common and segment selection low level

## 9. TIMING CHARACTERISTICS

### 9-1. Interface timing chart ( 8080 family interface )

$V_{DD} = 5\text{ V}$ ,  $V_{SS} = 0\text{ V}$ ,  $T_a = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Signal	Symbol	Parameter	Rating		Unit
			Min.	Max.	
AO, /CS	tAH	Address hold time	10	-	.CL = 100pF+1 TTL load
	tAW	Address setup time	30	-	
/WR, /RD	tCYC	System cycle time	Note1)	-	
	tCC	Strobe pulse width	220	-	
D0 - D7	tDS	Data setup time	120	-	
	tDH	Data hold time	10	-	
	tACC	/RD access time	-	120	
	tOH	Output disable time	10	50	

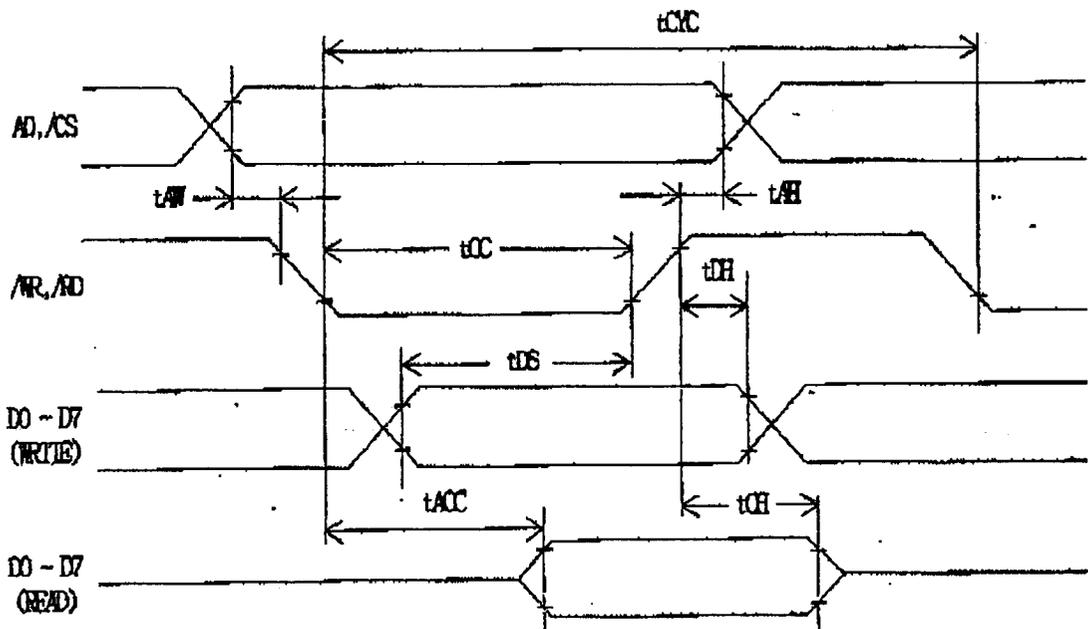
Note1)

For memory control and system control commands:

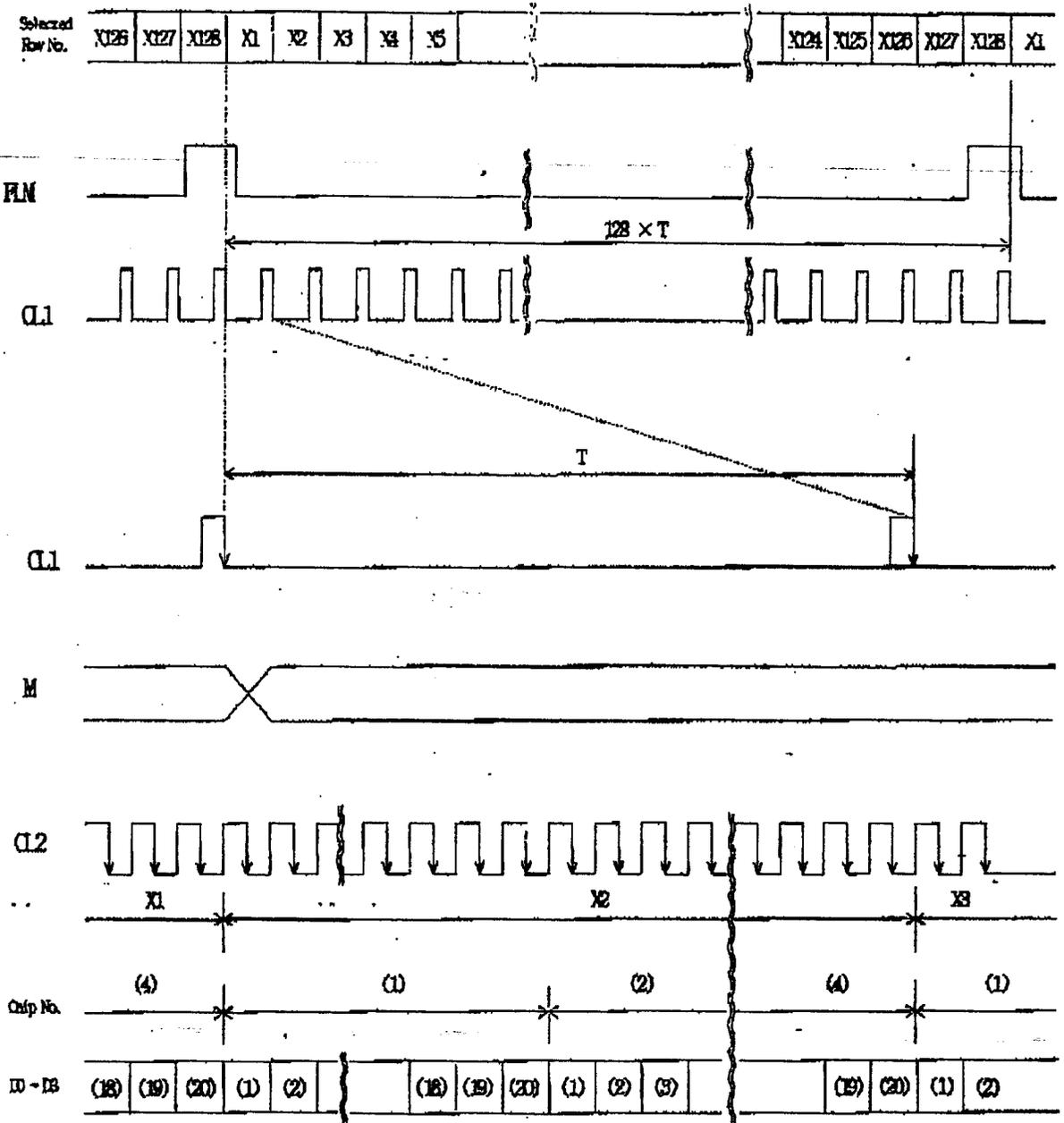
$$t_{CYC} = 4t_C + t_{CC} - 45 > 3t_C + 125$$

For all other commands:

$$t_{CYC} = 4t_C + t_{CC} + 30$$



## 9-2. AC electrical characteristics



# HYUNDAI

## 10. INSTRUCTION SETS

Class	Command	CODE												Hex	Description
		/RD	/WR	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0			
System Control	SYSTEM SET	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	40	Initialize device and display.
	SLEEP IN	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	53	Enter standby mode.	
Display Control	DISP ON/OFF	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	D	58 59	Enable and disable display and display flashing.	
	SCROLL	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	44	Set display start address and display regions.	
	CSRFORM	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	5D	Set cursor type.	
	CGRAM ADR	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	5C	Set start address of character generator RAM.	
	CSRDIR	1	0	1	0	1	0	0	1	1	C D 1	C D 0	4C to 4F	Set direction of cursor movement.	
	HDOT SCR	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5A	Set horizontal scroll position.	
	OVLAY	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	5B	Set display overlay format.	
Drawing Control	CSRW	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	46	Set cursor address.	
	CSRR	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	47	Read cursor address.	
Memory Control	MWRITE	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	42	Write to display memory.	
	MREAD	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	43	Read from display memory.	

## 10-1. SYSTEM CONTROL COMMANDS

### 10-1-1. SYSTEM SET

Initializes the device, sets the window sizes and selects the LCD interface format. Since this command sets the basic operating parameters of the LCD module (HG25504NG-01), an incorrect SYSTEM SET command may cause other commands to operate incorrectly.

	MSB				LSB			
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
C	0	1	0	0	0	0	0	0
P1	0	1	IV	1	W/S	N2	M1	NO
P2	WF	0	0	0	← FX →			
P3	0	0	0	0	← FY →			
P4	← C/R →							
P5	← TC/R →							
P6	← L/F →							
P7	← APL →							
P8	← APB →							

#### 10-1-1-1. C

This control byte performs the following.

1. Resets the internal timing generator.
2. Disables the display.
3. Cancels sleep mode.

The parameters following P1 are not needed to cancel sleep mode.

#### 10-1-1-2. NO

Selects the internal or external character generator ROM. The internal character generator ROM contains 160, 5×7-pixel characters as shown in character font. These characters are fixed at fabrication by the metalization mask. The external character generator ROM, on the other hand, can contain up to 256 user-defined characters.

NO = 0 : Internal CG ROM  
 NO = 1 : External CG ROM

Note that if the CG ROM address space overlaps the display memory address space, that portion of the display memory cannot be written to.

#### 10-1-1-3. M1

Selects the memory configuration for user-definable characters. The CG RAM codes select one of the 64 codes. (M1=0) No D6 correction  
 The CG RAM1 and CG RAM2 address spaces are not contiguous.

# HYUNDAI

The CG RAM1 address space is treated as character generator RAM and the CG RAM2 address space is treated as character generator ROM.

M1 = 1 : D6 correction

The CG RAM1 and CG RAM2 address spaces are contiguous and both treated as character generator RAM.

## 10-1-1-4. M2

Selects the height of the character bitmaps. Characters more than 16 pixels high can be displayed by creating a bitmap for each portion of each character and using the LCD module's graphics mode to reposition them.

M2 = 0 : 8-pixel character height.

M2 = 1 : 16-pixel character height.

## 10-1-1-5. W/S

Selects the LCD drive method.

W/S = 0 : Single-panel drive

W/S = 1 : Two-panel drive

## 10-1-1-6. IV

Screen origin compensation for inverse display. IV is usually set to 1.

The best way of displaying inverted characters is to Exclusive-OR the text layer with the graphics background layer. However, inverted characters at the top or left of the screen are difficult to read as the character origin is at the top-left of its bitmap and there are no background pixels either above or to the left of these character.

The IV flag causes the LCD module to offset the text screen against the graphics back layer by one vertical pixel.

Use the horizontal pixel scroll function (HDOT SCR) to shift the text screen 1 to 7 pixels to the right. All characters will then have the necessary surrounding background pixels that ensure easy reading of the inverted characters.

IV = 0 : Screen top-line correction

IV = 1 : No screen top-line correction

## 10-1-1-7. FX

Defines the horizontal character size as shown in the following table. The character width in pixels is equal to FX + 1, where FX can range from 00 to 07H inclusive. If data bit 3 is set (FX is in the range 08 to 0FH) and an 8-pixel font is used, a space is inserted between characters.

# HYUNDAI

HEX	FX				[FX] character width(pixels)
	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	1
01	0	0	0	1	2
	↓	↓	↓	↓	↓
07	0	1	1	1	8

FX

since the LCD module handles display data in 8-bit units, characters larger than 8-pixels wide must be formed from 8-pixel segments.

In graphics mode, the normal character field is also 8-pixels. If a wider character field is used, any remainder in the second 8-bits is not displayed.

## 10-1-1-8. WF

Selects the AC frame drive waveform period, WF is usually set to 1.

WF = 0 : 16-line AC drive

WF = 1 : two-frame AC drive

In two-frame AC drive, the WF period is twice the frame period.

In 16-line AC drive, WF inverts every 16 lines.

Although 16-line AC drive gives a more readable display, horizontal lines may appear when using high LCD drive voltages or at high viewing angles.

## 10-1-1-9. FY

Sets the vertical character size as shown in the following table. The height in pixels is equal to FY + 1, where FY can range from 00 to 0FH inclusive.

Set FY to zero (vertical size equals one) when in graphics mode.

HEX	FY				[FY] character height(pixels)
	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	1
01	0	0	0	1	2
	↓	↓	↓	↓	↓
07	0	1	1	1	8
	↓	↓	↓	↓	↓
0E	1	1	1	0	15
0F	1	1	1	1	16

FY

## 10-1-1-10. C/R

Sets the address range covered by one display line as shown in the following table. The address range is the number of characters less one, multiplied by the number of horizontal bytes per character, and C/R can range from 0 to 239.

# HYUNDAI

C/R									[C/R] bytes /display line
HEX	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
4F	0	1	0	0	1	1	1	1	80
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
EE	1	1	1	0	1	1	1	0	239
EF	1	1	1	0	1	1	1	1	240

## 10-1-1-11. TC/R

Sets the length, including horizontal blanking of one line as shown in the following table. The line is equal to  $TC/R + 1$ , where  $TC/R$  can range from 0 to 255.  $TC/R$  must be greater than or equal to  $C/R + 4$ .

TC/R									[TC/R] line length (bytes)
HEX	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
52	0	1	0	1	0	0	1	0	83
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FE	1	1	1	1	1	1	1	0	255
FF	1	1	1	1	1	1	1	1	256

## 10-1-1-12. L/F

Sets the height, in lines, of a frame as shown in the following table. The height in lines is equal to  $L/F + 1$ , where  $L/F$  can range from 0 to 255.

L/F									[L/F] lines / frame
HEX	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
7F	0	1	1	1	1	1	1	1	128
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FE	1	1	1	1	1	1	1	0	255
FF	1	1	1	1	1	1	1	1	256

If  $W/S$  is set to 1, thus selecting two-screen display, the number of lines must be even and  $L/F$  must, therefore, be an odd number.

## 10-1-1-13. AP

Defines the horizontal address range of the virtual screen as shown in the following table.  $APL$  is the least significant byte of the address.

50h  
00h

APL

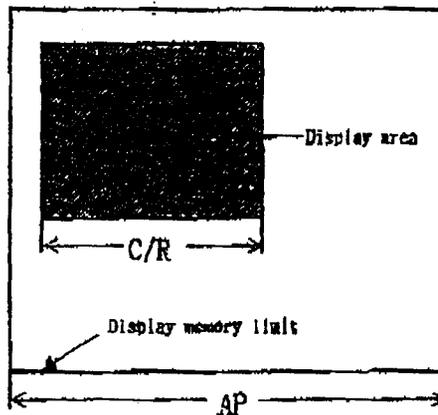
AP7	AP6	AP5	AP4	AP3	AP2	AP1	AP0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

APH

AP15	AP14	AP13	AP12	AP11	AP10	AP9	AP8
------	------	------	------	------	------	-----	-----

- AP parameters -

Hex code				[AP] address / line
APH		APL		
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
↓	↓	↓	↓	↓
0	0	5	0	80
↓	↓	↓	↓	↓
F	F	F	E	$2^{16} - 2$
F	F	F	F	$2^{16} - 1$



AP and C/R relationship

### 10-1-2. SLEEP IN

Puts the device into the sleep state. This command has no parameter bytes.

At least one blank frame after receiving this command, the LCD module halts all internal operations, including the oscillator, and enters the sleep state.

Blank data is sent to the X-drivers, and the Y-drivers have their bias supplies turned off by the YDIS signal. Using the YDIS signal to disable the Y-drivers guards against any spurious displays.

The internal registers of the LCD module maintain their values during the sleep state. The display memory control pins maintain their logic levels to ensure that the display memory is not corrupted.

The LCD module can be removed from the sleep state by sending the SYSTEM SET command with only the P1 parameter. The DISP ON command should be sent next to enable the display.

	MSB						LSB
C	0	1	0	1	0	0	1

-- SLEEP IN command --

1. The YDIS signal goes LOW between one and two frames after the SLEEP IN command is received. Since YDIS forces all display driver outputs to go to the deselected output voltage, YDIS can be used as a power-down signal for the LCD unit. This can be done by having YDIS turn off the relatively high-power LCD drive supplies at the same time as it blanks the display.
2. Since all internal clocks in the LCD module are halted while in the sleep state, a DC voltage will be applied to the LCD panel if the LCD drive supplies remain on. If reliability is a prime consideration, turn off the LCD drive supplies before issuing the SLEEP IN command.
3. Note that, although the bus lines become high impedance in the sleep state, pull-up or pull-down resistors on the bus will force these lines to a known state.

## 10-2. DISPLAY CONTROL COMMANDS

### 10-2-1. DISP ON/OFF

Turns the whole display on or off. The single-byte parameter enables and disables the cursor and layered screens, and sets the cursor and screen flash rates. The cursor can be set to flash over one character or over a whole line.

C	<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> <span>MSB</span> <span>LSB</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span>0</span> <span>1</span> <span>0</span> <span>1</span> <span>1</span> <span>0</span> <span>0</span> <span>D</span> </div>
P1	FP5 FP4 FP3 FP2 FP1 FP0 FC1 FC0

-- DISP ON/OFF command --

#### 10-2-1-1. D

Turns the display ON or OFF. The D bit takes precedence over the FP bits in the parameter.

D = 0 : Display OFF

D = 1 : Display ON

#### 10-2-1-2. FC

Enables/disables the cursor and sets the flash rate as shown in the following table. The cursor flashes with a 70% duty cycle (ON/OFF).

FC1	FC0		Cursor display
0	0		OFF (blank)
0	1		No flashing
1	0	ON	Flash at $f_{FR}/32\text{Hz}$ (approx. 2 Hz)
1	1		Flash at $f_{FR}/64\text{Hz}$ (approx. 1 Hz)

# HYUNDAI

## 10-2-1-3. FP

Each pair of bits in FP sets the attributes of one screen block as shown in the following table.

FP1	FP0	First screen block(SAD1)	
FP3	FP2	Second screen block (SAD2, SAD4). See note.	
FP5	FP4	Third screen block(SAD3)	
0	0	OFF (blank)	
0	1	ON	No flashing
1	0		Flash at $f_{FR}/32\text{Hz}$ (approx. 2 Hz)
1	1		Flash at $f_{FR}/4\text{Hz}$ (approx. 17 Hz)

### Note

If SAD4 is enabled by setting W/S to 1, FP3 and FP2 control both SAD2 and SAD4. The attributes of SAD2 and SAD4 cannot be set independently.

## 10-2-2. SCROLL

### 10-2-2-1. C

Sets the scroll start address and the number of lines per scroll block as shown in the following table. Parameters P1 to P10 can be omitted if not required.

C		MSB								LSB							
		0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
P1	(SAD 1 L)	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
P2	(SAD 1 H)	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8
P3	(SL 1)	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
P4	(SAD 2 L)	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
P5	(SAD 2 H)	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8
P6	(SL 2)	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0
P7	(SAD 3 L)	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
P8	(SAD 3 H)	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8
P9	(SAD 4 L)	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
P10	(SAD 4 H)	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

(SCROLL COMMAND)

### Note

Set the parameter P9 and P10 only if both two-screen drive(W/S=1) and two-layer configuration are selected. SAD4 is the fourth screen block display start address.

# HYUNDAI

## 10-2-2-2. SL1, SL2

SL1 and SL2 set the number of lines per scrolling screen, the number of lines is SL1 or SL2, plus one.

SL1, SL2									[S/L] screen lines
HEX	L7	L6	L5	L4	L3	L2	L1	L0	
00	0	0	0	0	0	0	0	0	1
01	0	0	0	0	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
7F	0	1	1	1	1	1	1	1	128
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
FE	1	1	1	1	1	1	1	0	255
FF	1	1	1	1	1	1	1	1	256

## 10-2-2-3. CSRFORM

Sets the cursor size and shape. Although the cursor is normally used only in text displays, it can also be used in graphics display when displaying special characters.

	MSB				LSB			
C	0	1	0	1	1	1	0	1
P1	0	0	0	0	X3	X2	X1	X0
P2	CM	0	0	0	Y3	Y2	Y1	Y0

(CSRFORM command)

## 10-2-2-4. CRX

Sets the horizontal size of the cursor from the character origin as shown in the following table. CRX is equal to the cursor size less one. CRX must be less than or equal to FX.

CRX					[CRX] Cursor width (pixels)
HEX	X3	X2	X1	X0	
0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
4	0	1	0	0	9
↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	1	1	1	0	15
F	1	1	1	1	16

# HYUNDAI

## 10-2-2-5. CRY

Sets the location of an underscored cursor, in lines, from the character origin as shown in the following table. When using a block cursor, CRY sets the vertical size of the cursor from the character origin. CRY is equal to the number of lines less one.

HEX	CRY				[CRY] Cursor height (lines)
	Y3	Y2	Y1	Y0	
0	0	0	0	0	Illegal
1	0	0	0	1	2
↓	↓	↓	↓	↓	↓
8	1	0	0	0	9
↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	1	1	1	0	15
F	1	1	1	1	16

## 10-2-2-6. CM

Sets the cursor shape. Always set CM to 1 when in graphics mode.

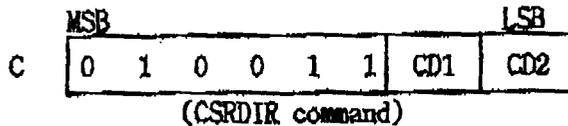
CM = 0 : Underscore cursor

CM = 1 : Block cursor

## 10-2-3. CSRDIR

Sets the direction of automatic cursor increment as shown in the following table. The cursor can move left or right one character, or up or down by the number or bytes specified by the address pitch, AP.

When reading from and writing to display memory, this automatic cursor increment controls the display memory address increment on each read or write.



C	CD1	CD1	Shift direction
4CH	0	0	Right
4DH	0	1	Left
4EH	1	0	Up
4FH	1	1	Down

## 10-2-4. OVLAY

Selects layered screen composition and screen text/graphics mode.

	MSB							LSB
C	0	1	0	1	1	0	1	1
P1	0	0	0	OV	DM2	DM1	MX1	MX0

(OVLAY command)

## 10-2-5. CGRAM ADR

Specifies the CG RAM start address.

	MSB							LSB
C	0	1	0	1	1	1	0	0
P1	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
P2	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8

(CGRAM ADR command)

(SAGL)  
(SAGH)

## 10-2-6. HDOT SCR

While the SCROLL command only allows scrolling by characters, HDOT SCR allows the screen to be scrolled horizontally by pixels. HDOT SCR cannot be used on individual layers.

	MSB							LSB
C	0	1	0	1	1	0	1	0
P1	0	0	0	0	0	D2	D1	D0

(HDOT SCR command)

HEX	P1			Number of pixels to scroll
	D2	D1	D0	
00	0	0	0	0
01	0	0	1	1
02	0	1	0	2
↓	↓	↓	↓	↓
06	1	1	0	6
07	1	1	1	7

### 10-2-6-1. D0 to D2

Specifies the number of pixels to scroll as shown in the following table. The C/R parameter has to be set to the number of horizontal characters plus one before using HDOT SCR. Smooth scrolling can be simulated if the controlling microprocessor repeatedly issues the HDOT SCR command to the LCD module.

## 10-3. DRAWING CONTROL COMMANDS

### 10-3-1. CSRW

The 16bit cursor address register contains the display memory address of the data at the cursor position.

Note that the microprocessor cannot directly access the display memory. The MREAD and MWRITE commands use the address in the register.

	MSB		LSB		
C	0 1 0 0 0 1 1 0				
P1	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0				(CSRL)
P2	A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8				(CSRH)
	(CSRW command)				

The cursor address register can only be modified by the CSRW command and by the automatic increment after an MREAD or MWRITE command. It is not affected by display scrolling. If a new address is not set, display memory accesses will be from the last set address or the address after previous automatic increments.

### 10-3-2. CSRR

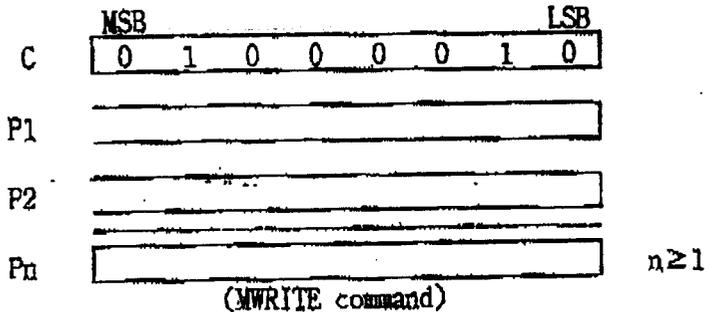
Reads from the cursor address register. After issuing the command, the data read address is read twice, for the low byte and then the high byte of the register.

	MSB		LSB		
C	0 1 0 0 0 1 1 1				
P1	A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0				(CSRL)
P2	A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8				(CSRH)
	(CSRR command)				

## 10-4. MEMORY CONTROL COMMANDS

### 10-4-1. MWRITE

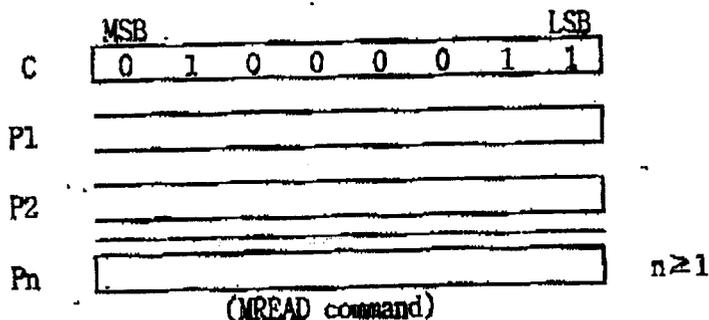
The microprocessor may write a sequence of data bytes to display memory by issuing the MREAD command and then writing the bytes to the LCD module. There is no need for further MWRITE commands for the microprocessor to update the cursor address register after each byte as the cursor address is automatically incremented by the amount set with CSRDIR, in preparation for the next data write.



Note  
P1, P2, ..., Pn : Display data

### 10-4-2. MREAD

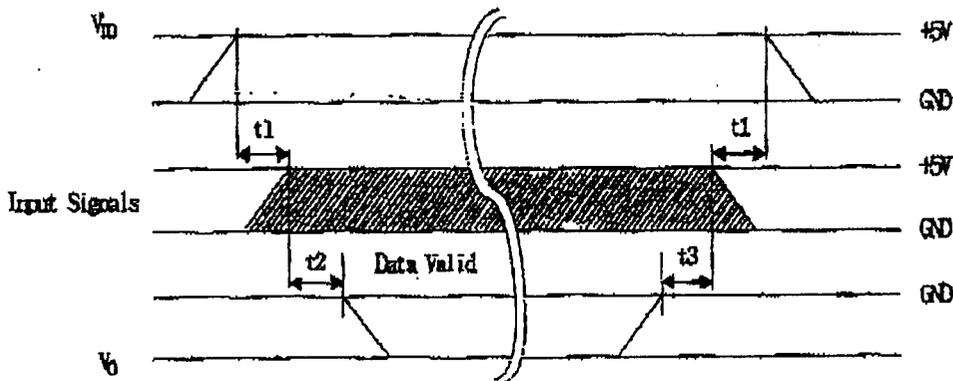
Puts the LCD module into the data output state. On the MREAD command, the display memory data at the cursor address is read into a buffer in the LCD module. Each time the microprocessor reads the buffer the cursor address is incremented by the amount set by CSRDIR and the next data byte fetched from memory, so a sequence of data bytes can be read without further MREAD commands or by updating the cursor address register. If the cursor is displayed, the read data will be from two positions ahead of the cursor.



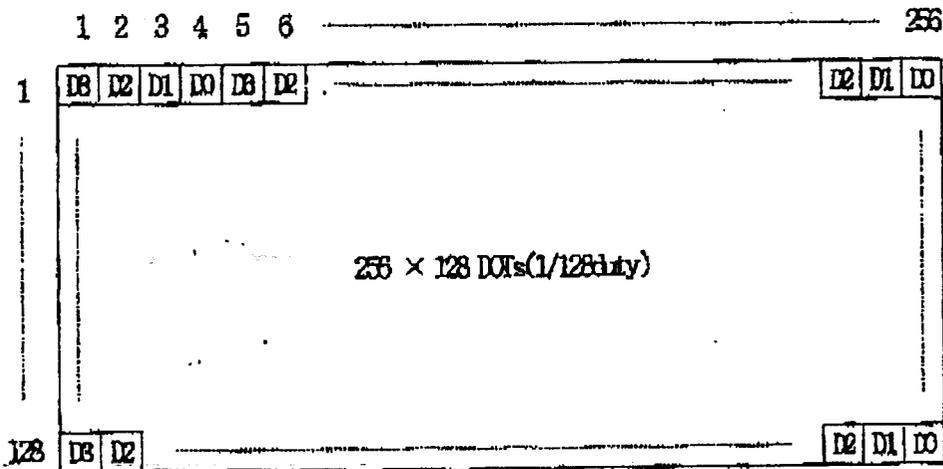
## 11. POWER ON/OFF AND SIGNAL INPUT TIMING

Power ON/OFF and signal input should be performed according to the timing shown in the figure below in order not to damage the LCD driving circuit and the LCD panel.

ITEM	Min.	Max.	Unit
t1	0	20	ms
t2	20	-	ms
t3	0	-	ms



## 12. RELATION BETWEEN DATA AND DISPLAY

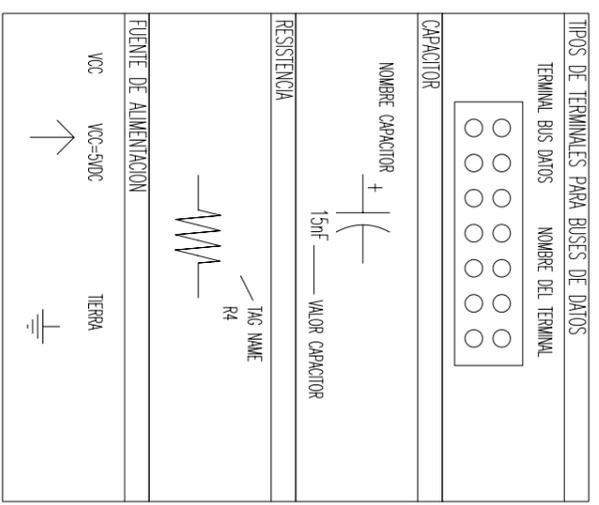
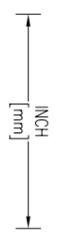
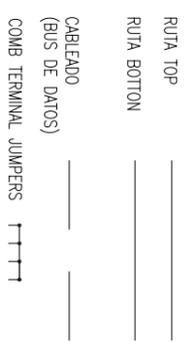
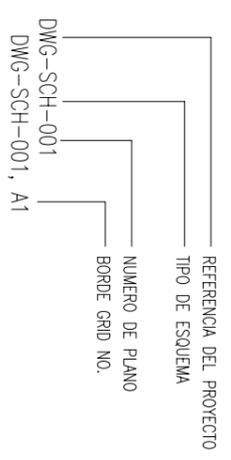


# **ANEXO 4**

## **PLANOS ESQUEMATICOS**

PLANO	REV	DESCRIPCION
DWG-SCH-001	1	INDICE DE PLANOS
DWG-SCH-002	1	PLACA CENTRAL CONTROLADOR 16F877A
DWG-SCH-003	1	PCB PLACA CENTRAL CONTROLADOR 16F877A
DWG-SCH-004	1	PLACA RELAYS
DWG-SCH-005	1	PCB PLACA RELAYS
DWG-SCH-006	1	PLACA ADAPTACION REEMPLAZO BOTONES
DWG-SCH-007	1	PCB PLACA ADAPTACION REEMPLAZO BOTONES
DWG-SCH-008	1	PLACA DE CONTROL AUXILIAR
DWG-SCH-009	1	PCB PLACA DE CONTROL AUXILIAR
DWG-SCH-010	1	PLACA ACTIVACION CANALES 1 & 2
DWG-SCH-011	1	PCB PLACA ACTIVACION CANALES 1 & 2

LEYENDA:



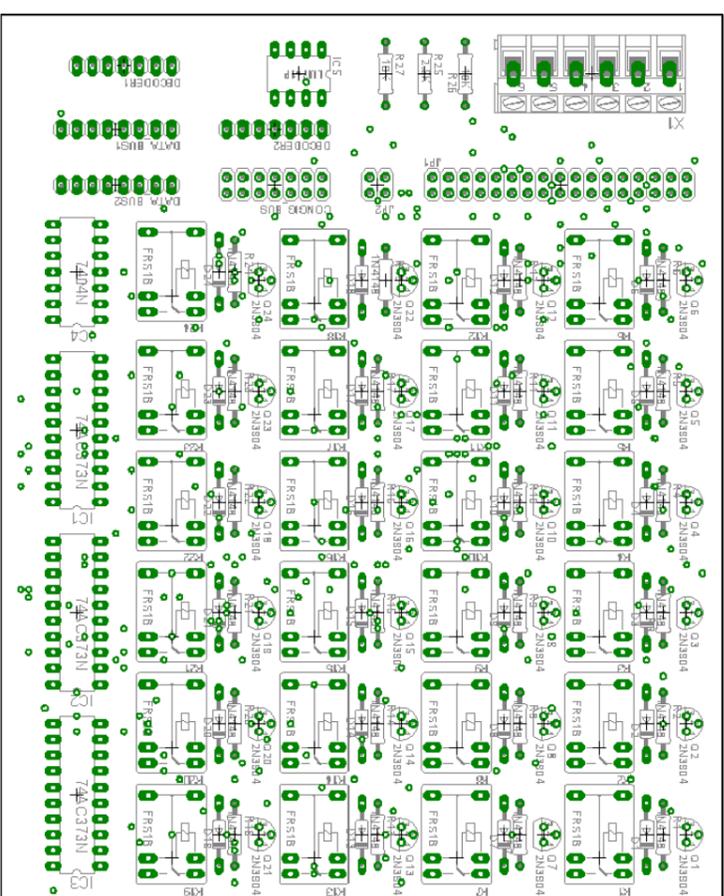
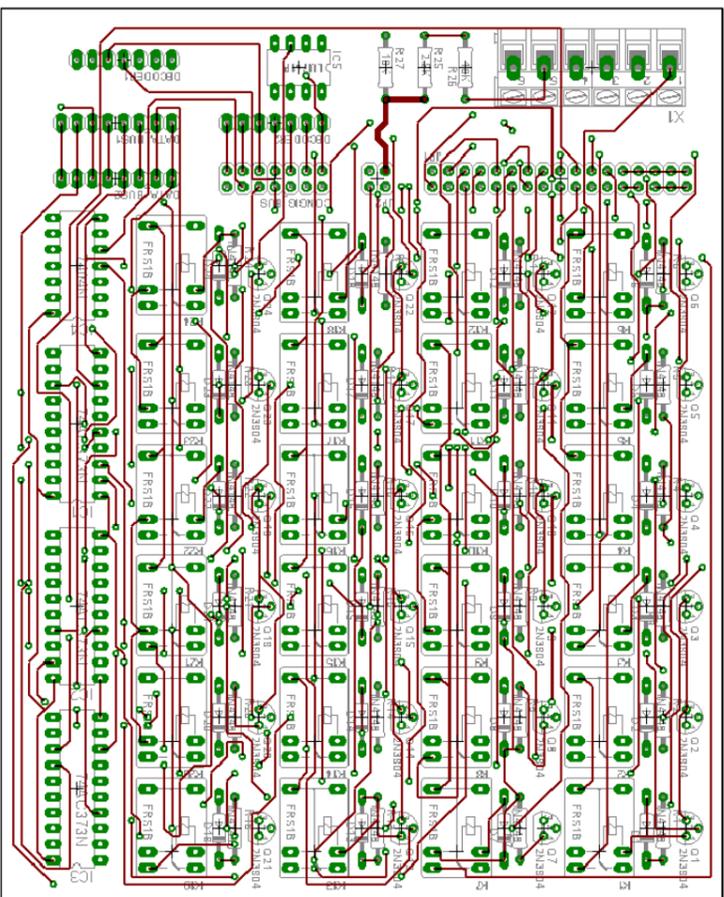
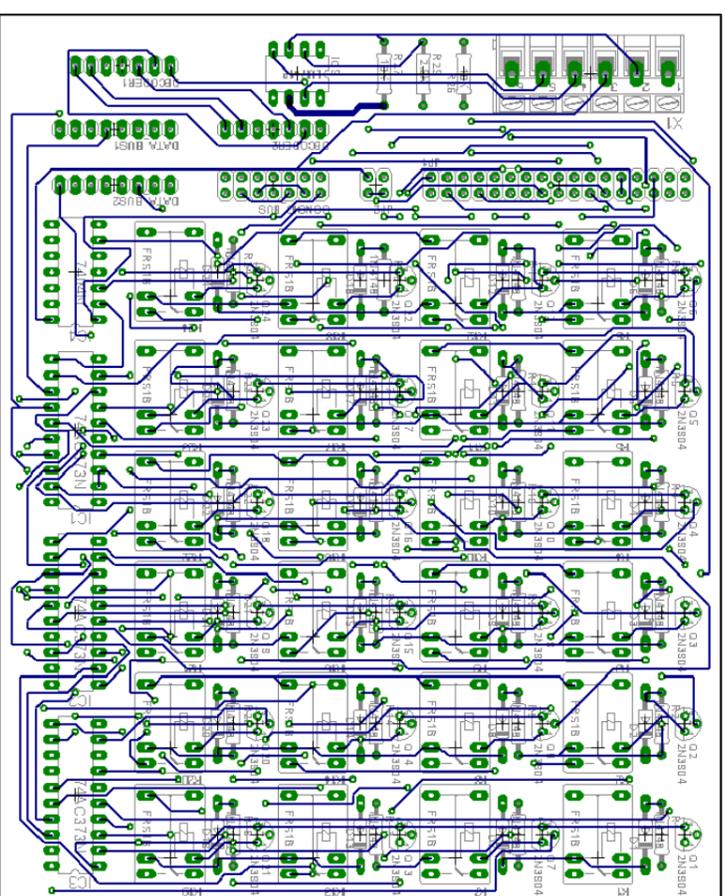
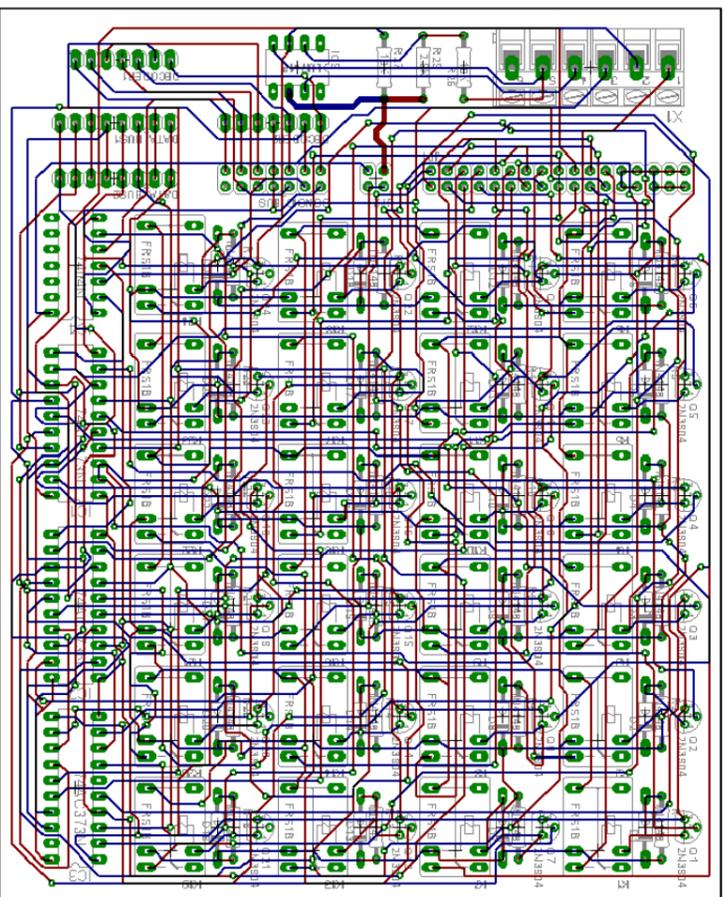
GENERAL NOTES:

NUMBER	REFERENCE DRAWING	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DRWING	CHECKED	APPR	ENGINEERING / DESIGN / RECORD	SING	DATE	PROJECT	DESCRIPTION	DRAWING N°	SHEET	REV.
1		AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO	1		2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	E. FLORES		2005-10-23	EDGAR PATRICKO FLORES CRUZ VICTOR GEORJANT AGUILAR PALACIOS	MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32	DWG-SCH-001	1/1	1

NOTA 1: PLANOS CONSTRUUIDOS Y DIAGRAMAS EXPORTADOS EN EAGLE 4.09R

ESTI PLANO CONTIENE INFORMACION IMPORTANTE DE DISEÑO, LISTAS Y VECTORES ADICIONALES. QUEDA PROHIBIDO REPRODUCIR, COPIAR O USAR SIN AUTORIZACION ESCRITA.

THIS DRAWING CONTAINS IMPORTANT AND CONFIDENTIAL INFORMATION. ANY REPRODUCTION, COPIING OR USE OF IT WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF EDGAR FLORES OR VICTOR AGUILAR IS PROHIBITED.



GENERAL NOTES:

NOTA 1: Placa activador de decodificadores canales 1 y 2  
 WIRING SUPERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO  
 WIRING INFERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO

REFERENCE DRAWING

NUMBER	DESCRIPTION
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO

REVISIONS

DATE	BY	CHKD.	APP.
2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO

ENGINEERING DESIGN RECORD

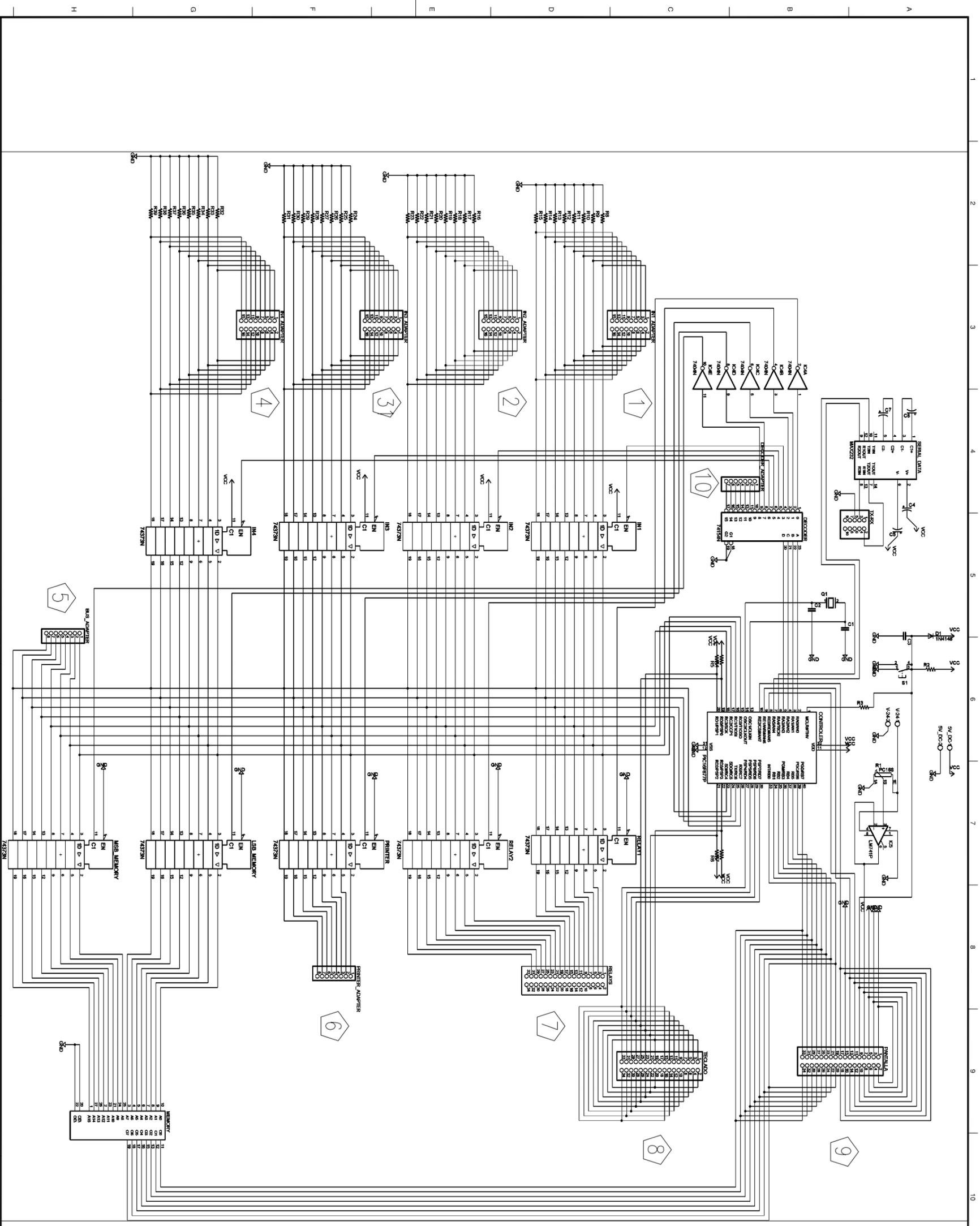
DATE	DESIGN	CHECKED	PROJECT ENG.	CLIENT APPROVAL
2005-10-23	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	
2005-10-23	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	
2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	

DATE	2005-10-23
SCALE	A3



PROJECT: MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32  
 DESCRIPTION: PCB PLACA ACTIVACION CANALES 1 Y 2

DRAWING Nº: DWG-SCH-011  
 SHEET: 1/1  
 REV: 1



- REFERENCIA CRUZADA
- 1 LSB SELECTOR MODO DE OPERACION
  - 2 MSB SELECTOR MODO DE OPERACION
  - 3 LSB SELECTOR FRECUENCIA OPERACION
  - 4 MSB SELECTOR FRECUENCIA OPERACION
  - 5 DWG-SCH-010 , H4
  - 6 DWG-SCH-008 , E8
  - 7 DWG-SCH-004 , B1
  - 8 CONEXION TECLADO MATRICIAL
  - 9 CONEXION PANTALLA LCD
  - 10 DWG-SCH-010 , G4

GENERAL NOTES:

- NOTA 1: PRONTER, ADAPTER ENVIYA INFORMACION AL CONTROLADOR AUXILIA
- NOTA 2: DECODER, ADAPTER ASIGNA DIRECCIONES A PUERTOS IO
- NOTA 3: BUS ADAPTER BUS DE DATOS DEL SISTEMA
- NOTA 4: TODAS LAS RESISTENCIAS SON DE 10 K OHMS A MENOS QUE SE INDIQUE
- NOTA 5: VCC FUENTE DE ALIMENTACION 5 VDC

REFERENCE DRAWING

NUMBER	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DRAWN	CHECKED	APPR.	ENGINEERING / DESIGN / RECORD	SING	DATE
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO	1		2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO			2005-10-23

REVISIONS

DATE	BY	REASON
2005-10-23	E. FLORES	
2005-10-2	E. FLORES	
2005-06-14	V. AGUILAR	

CLIENT APPROVAL:

V. PROANO



EDGAR PATRICKO FLORES CRUZ  
VICTOR GERMAN AGUILAR PALACIOS

PROJECT:  
MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32  
DESCRIPTION:  
PLACA CENTRAL CONTROLADOR 16F877A

DRAWING N°:  
DWG-SCH-002

SHEET:  
1/1

REV:  
1

SCALE:  
A3

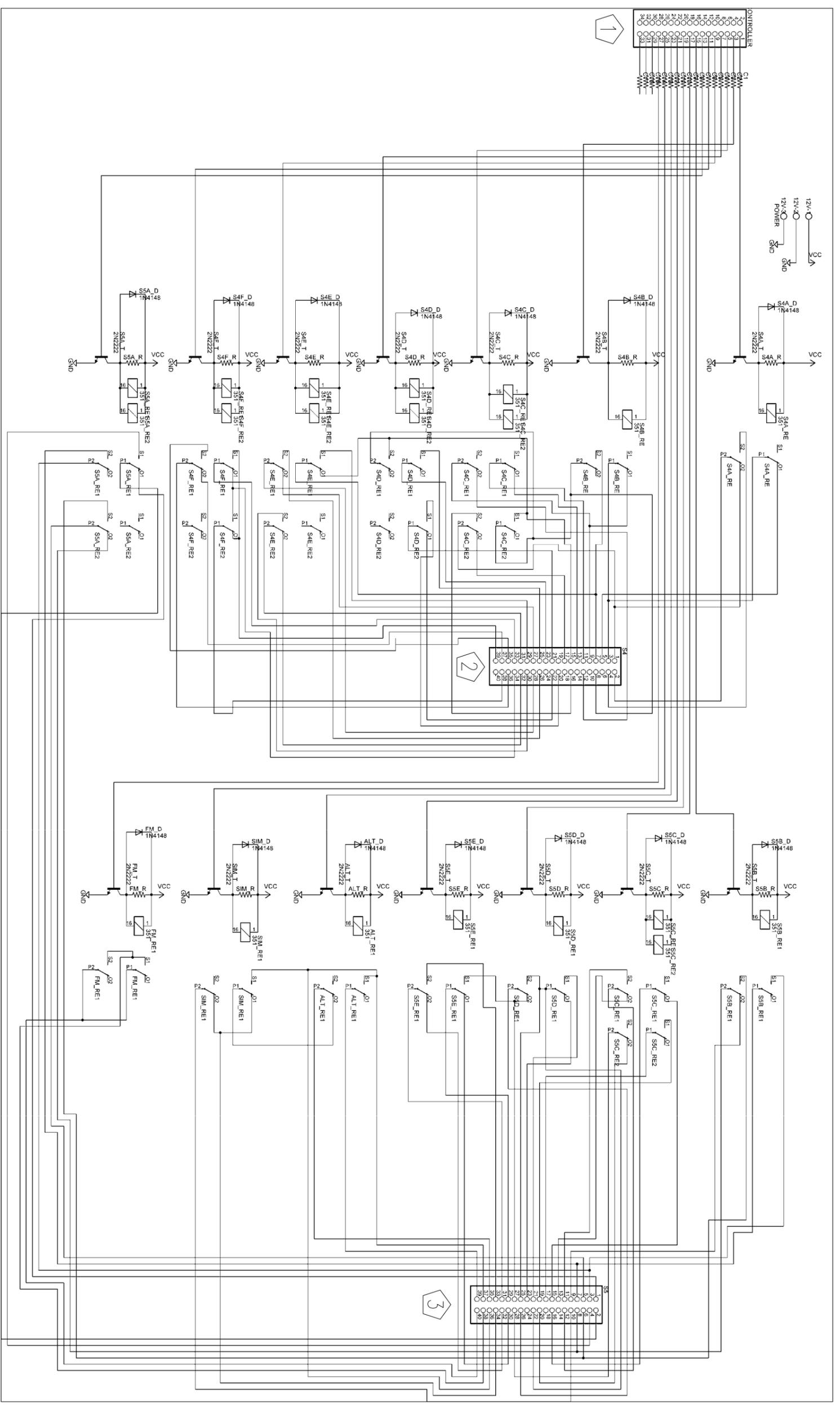
DATE:  
2005-06-14

DATE:  
2005-10-23

DATE:  
2005-10-2

DATE:  
2005-06-14





REFERENCIAS CRUZADAS:

- ① DWG-SCH-002,D9 (RELAYS OUTPUT)
- ② DWG-SCH-006,D9 (JP1 CHANNEL ONE)
- ③ DWG-SCH-006,D9 (JP1 CHANNEL TWO)

GENERAL NOTES:

- NOTA 1: RELAYS CON FUENTE DE OPERACION 12 VDC
- NOTA 2: RESISTENCIAS SON DE 10K A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- NOTA 3: PLACA PARA REEMPLAZAR LOS BOTONES DEL PANEL PRINCIPAL

REFERENCE DRAWING		REVISIONS		ENGINEERING / DESIGN / RECORD		DATE		PROJECT	
NUMBER	DESCRIPTION	DATE	BY	CHECKED	APPR.	DATE	DATE	DESCRIPTION	DRAWING NO.
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO	2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	2005-10-23	2005-10-23	MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32	DWG-SCH-004
						2005-10-23	2005-10-23	PLACA RELAYS	
						2005-06-14	2005-06-14		



EDGAR PATRICKO FLORES CRUZ  
VICIOR GERDANT AGUILAR PALACIOS

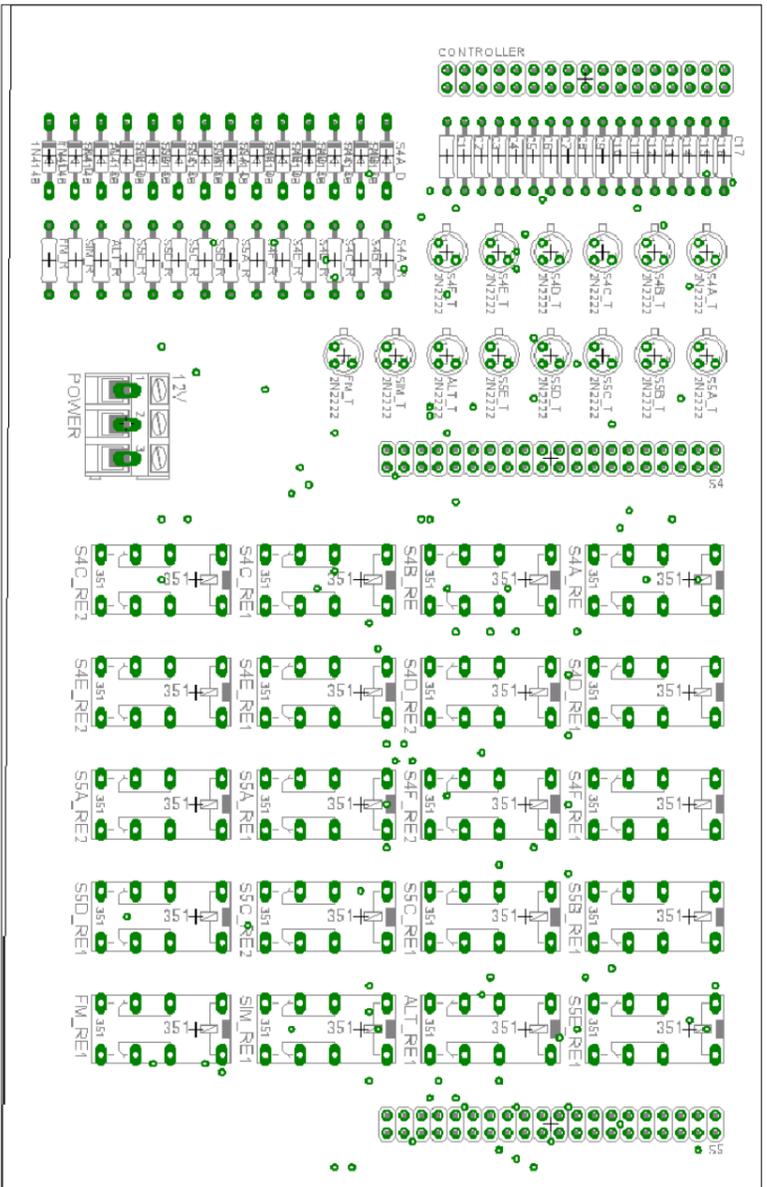
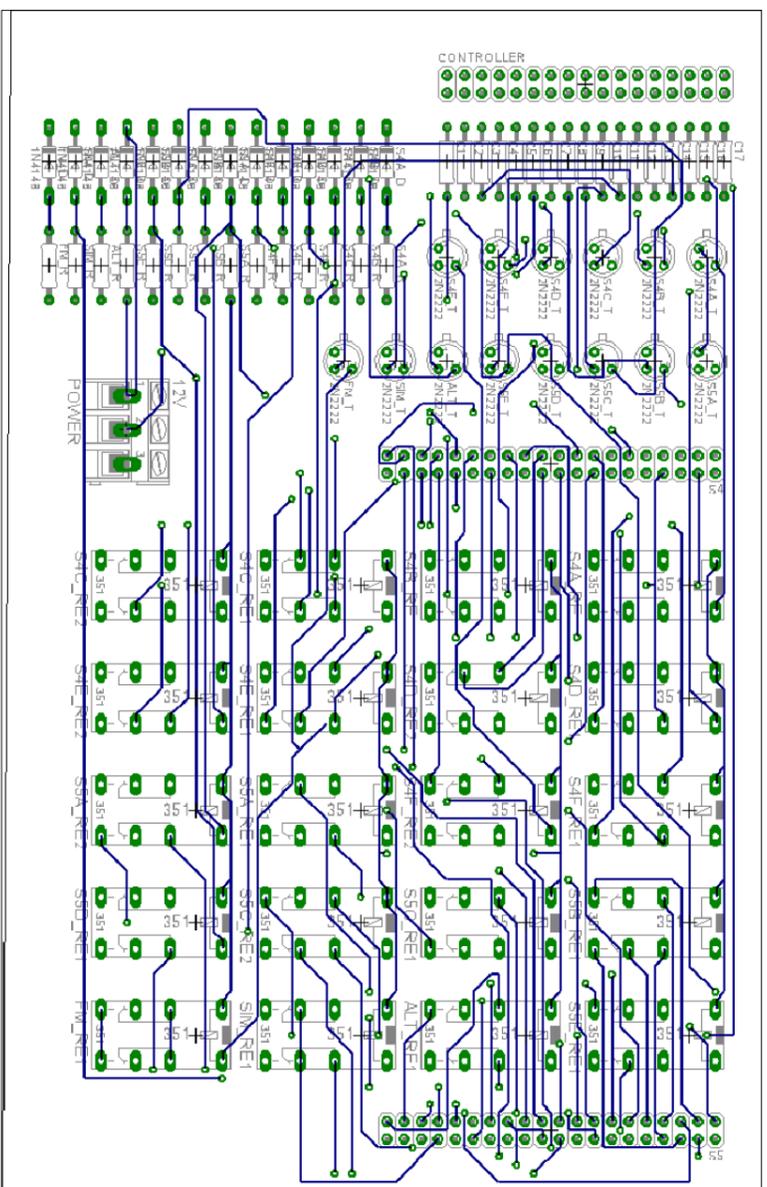
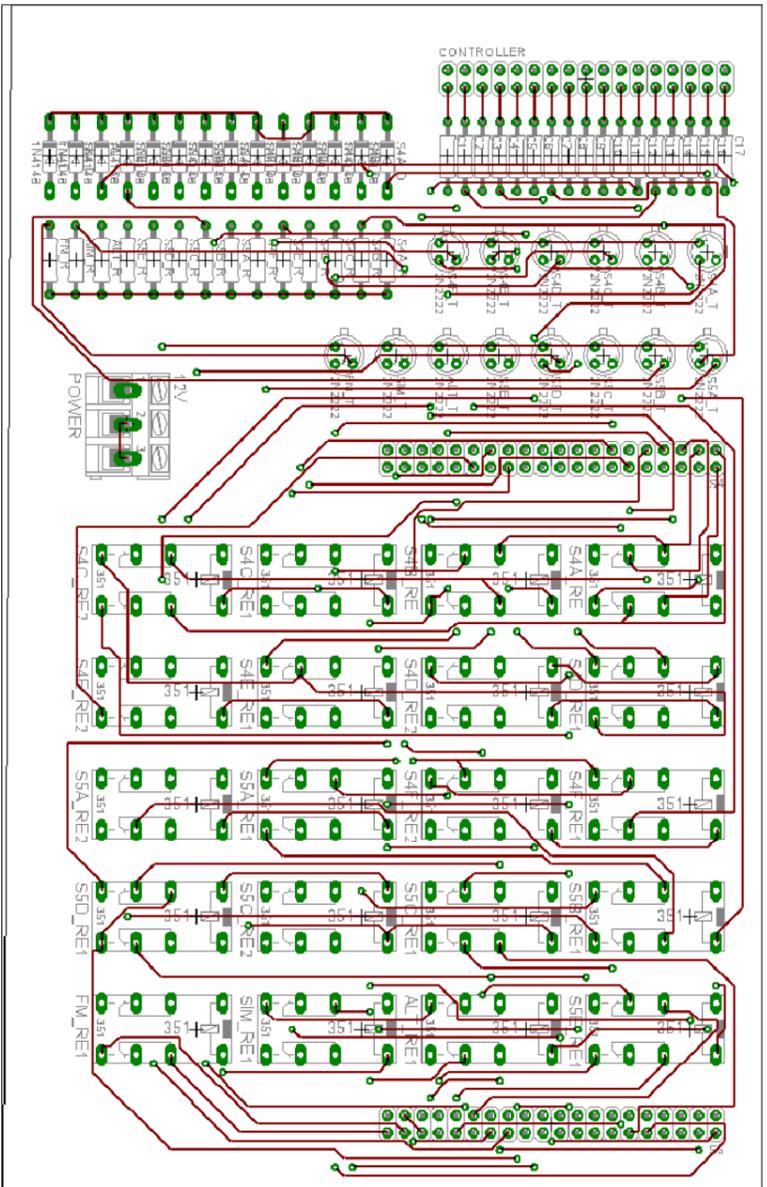
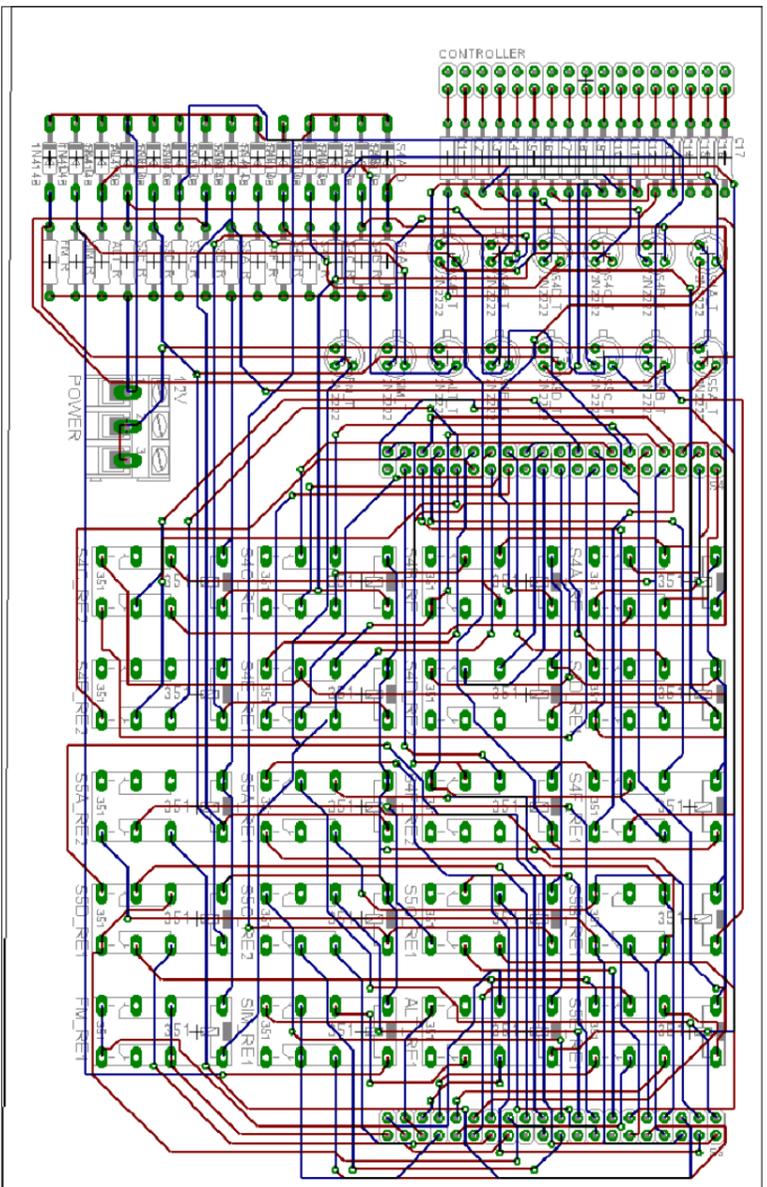
PROJECT: MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32

DESCRIPTION: PLACA RELAYS

DRAWING NO: DWG-SCH-004

SHEET: 1/1

REV: 1



GENERAL NOTES:  
 NOTA 1: Placa para reemplazar los botones del panel principal  
 WIRING SUPERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO  
 WIRING INFERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO

NUMBER	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DESIGN	CHECKED	APP.	DATE
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO			2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	2005-06-14

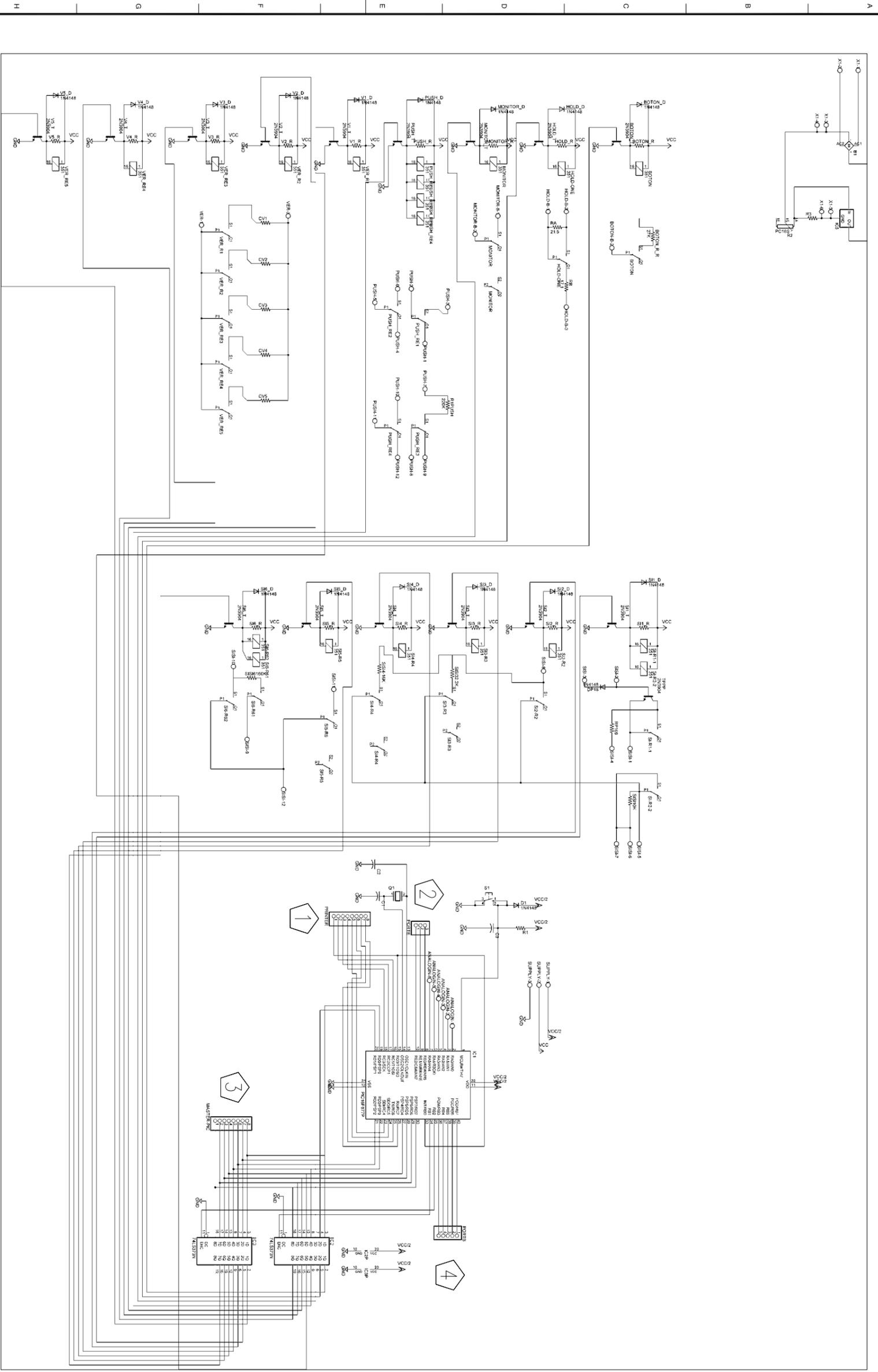
ENGINEERING / DESIGN / RECORD	SING	DATE
DRAWING: E. FLORES		2005-10-23
DESIGN: E. FLORES		2005-10-2
CHECKED: V. AGUILAR		2005-10-23
PROJECT ENG: V. PROANO		2005-06-14
CLIENT APPROVAL:		

PROJECT	DESCRIPTION	DRAWING Nº	SCALE	SHEET	REV.
MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32	POB PLACA RELAYS	DWG-SCH-005	A3	1/1	1







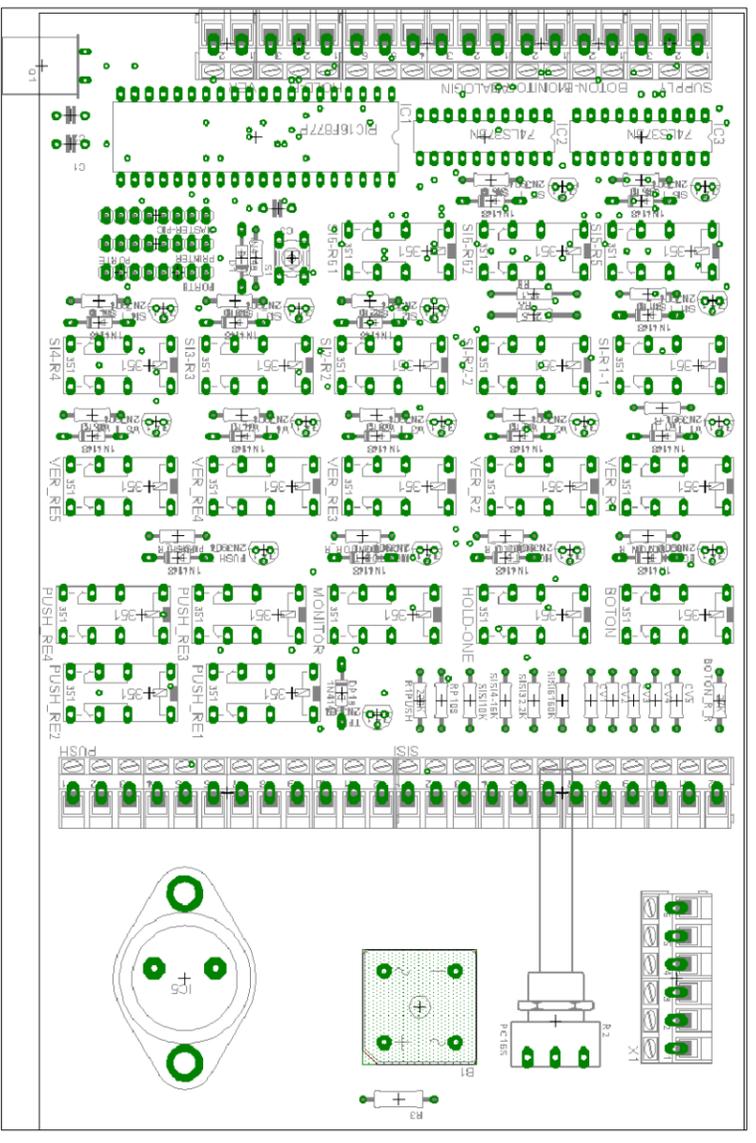
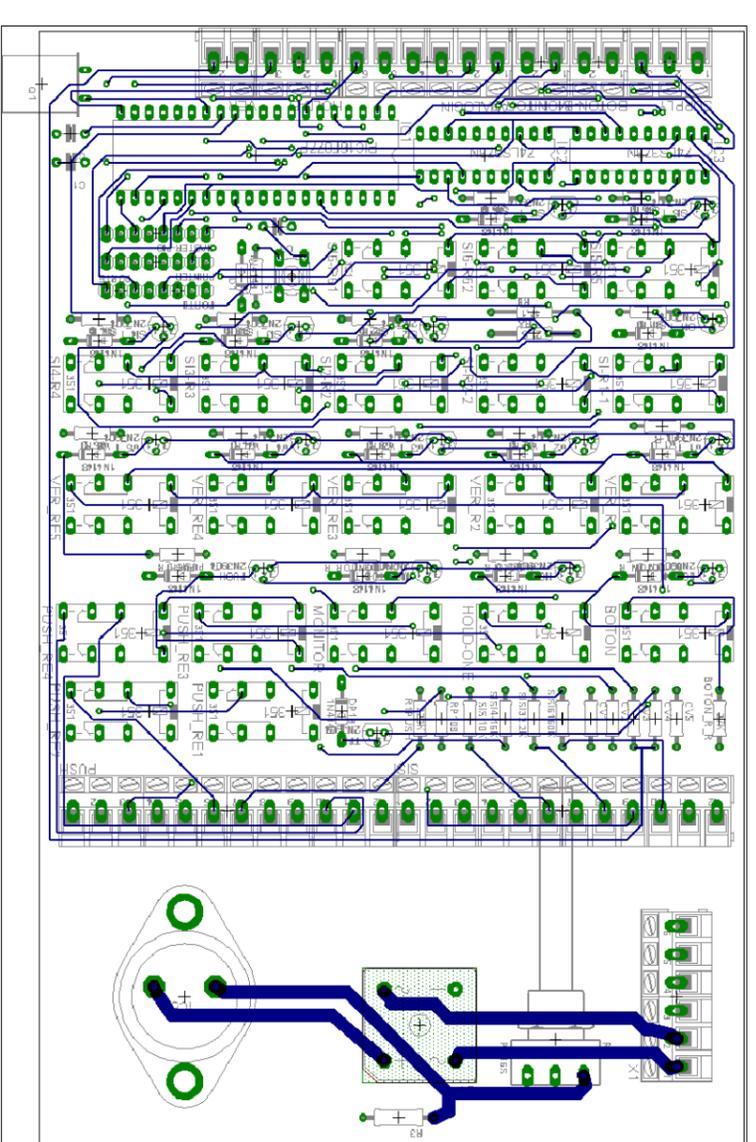
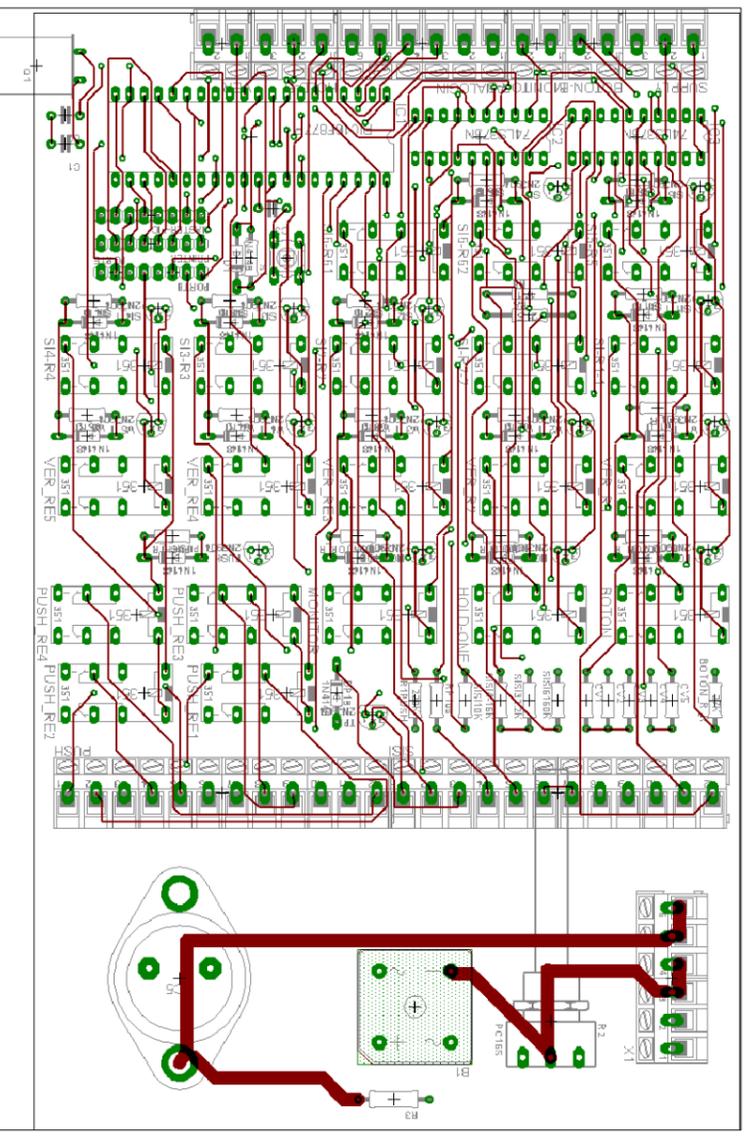
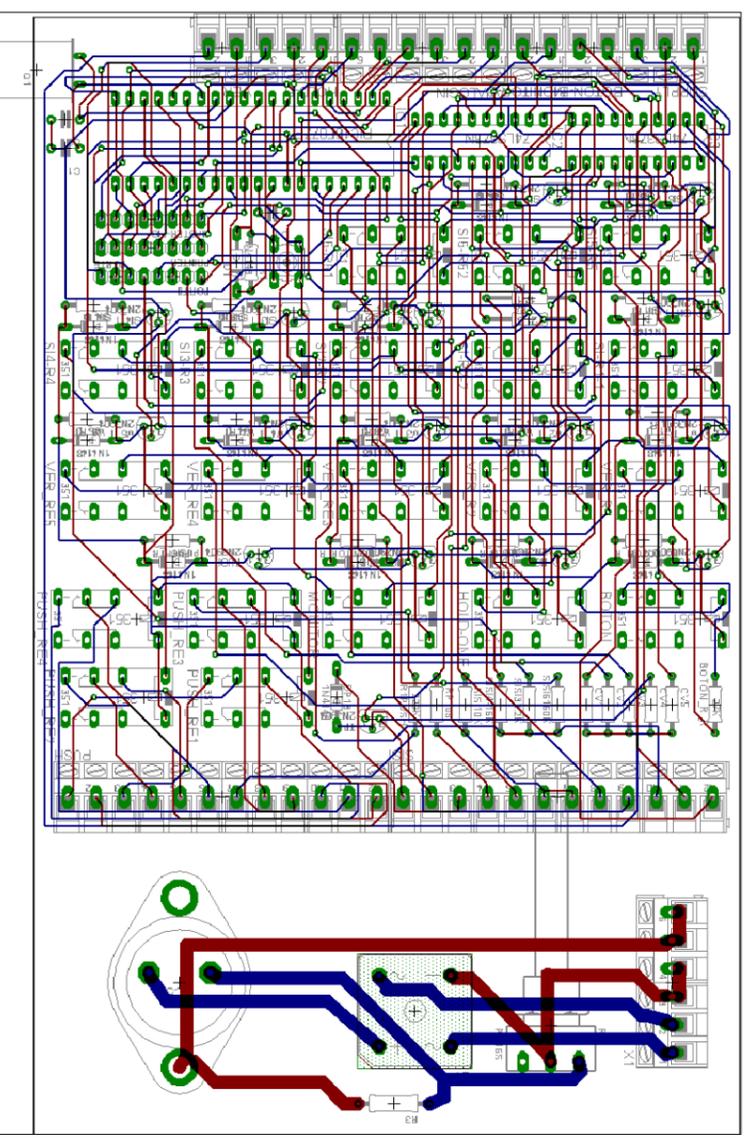
GENERAL NOTES:  
 NOTA 1: Placa de adquisición de datos auxiliares

NUMBER	DESCRIPTION	REVISIONS	DATE	DRWN.	CHECKER	APP.	ENGINEERING / DESIGN / RECORD	SING.	DATE
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO	2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO		DRAWING: E. FLORES DESIGN: E. FLORES		2005-10-23 2005-10-2 2005-10-23 2005-06-14



PROYECT:  
 EDGAR PATRICK FLORES CRUZ  
 VICTOR GEORVANT AGUILAR PALACIOS

DESCRIPCION:  
 MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32  
 PLACA DE CONTROL AUXILIAR



GENERAL NOTES:

NOTA 1: Placa para adquisición de resist de variables  
 WIRING SUPERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO  
 WIRING INFERIOR DE LA PLACA DOBLE LADO

NUMBER	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DRWN.	CHECKED	APP.	DATE
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO	1		2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	2005-06-14

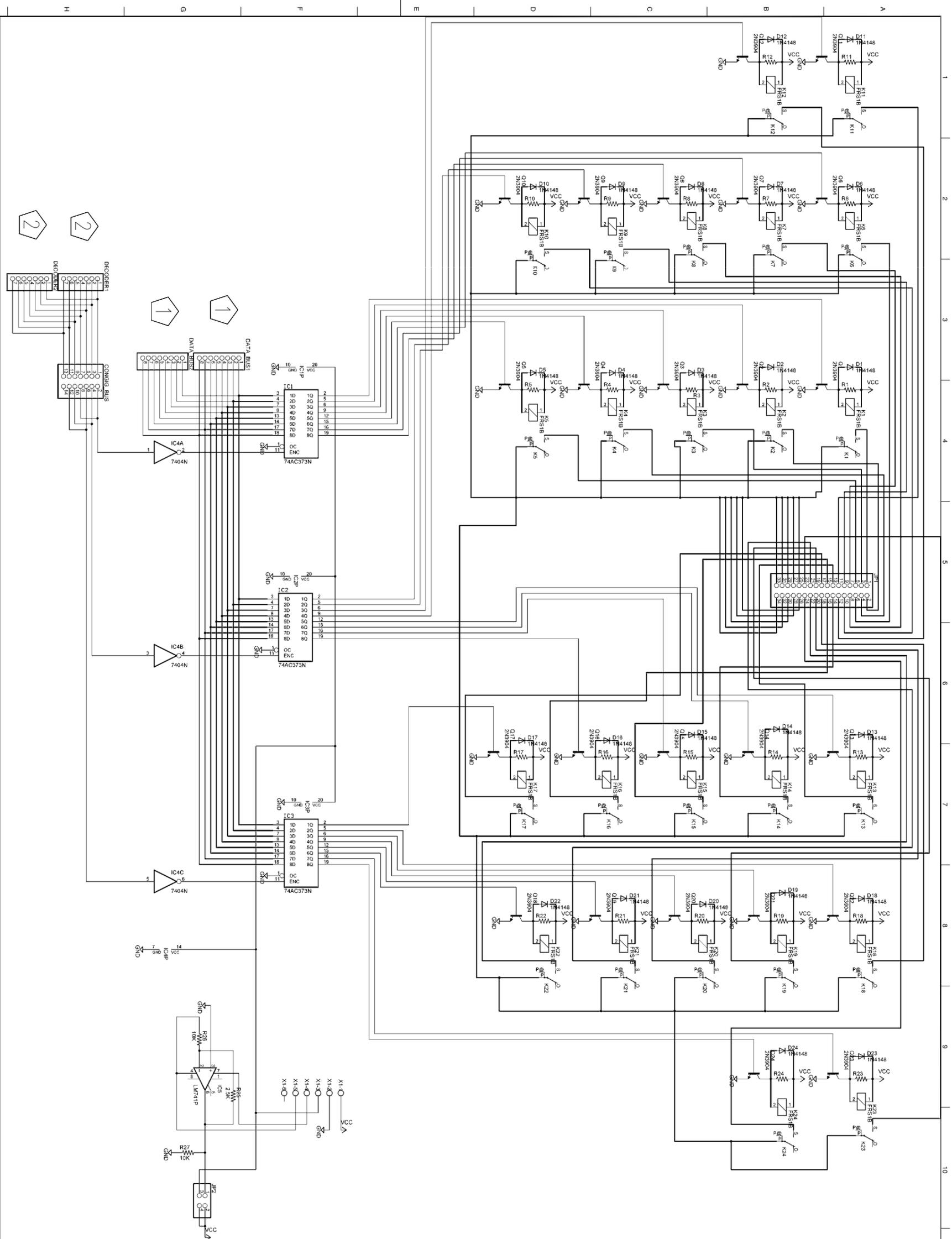
ENGINEERING / DESIGN / RECORD	SING	DATE
DRAWING: E. FLORES		2005-10-23
DESIGN: E. FLORES		2005-10-2
CHECKED: V. AGUILAR		2005-10-23
PROJECT ENG: V. PROANO		2005-06-14
CLIENT APPROVAL:		



ESTO FUE CORTADO AUTOMATICAMENTE DE LOS BORDES Y VENTAS ADJUNTA. QUEDA DESPRECISADO REQUERIR SU REVISIÓN. CORREO: E. FLORES@UNIVERSIDAD. PERU  
 THIS DRAWING CONTAINS PROPRIETARY AND CONFIDENTIAL INFORMATION. ANY DISCLOSURE OR USE OF ITS CONTENTS WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF EDCAR FLORES OR VICTOR GEDWANT AGUILAR IS PROHIBITED.

PROJECT: MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32  
 DESCRIPTION: PCB PLACA DE CONTROL SECUNDARIA

DRAWING Nº: DWG-SCH-009  
 SCALE: A3  
 SHEET: 1/1  
 REV: 1



REFERENCIA CRUZADA  
 1 DWG-SCH-002 , H6 (BUS ADAPTER)  
 2 DWG-SCH-002 , B6 (DECODER)

GENERAL NOTES:

- NOTA 1: Placa para selección de decodificadores utilizando la placa de control secundaria.
- NOTA 2 : Se fabrican dos placas iguales, una para cada canal
- NOTA 3 : Mediante el dip switch se configura las direcciones de los puertos
- NOTA 4: CONFIG BUS ES USADO PARA SELECCIONAR ACTIVACION

GENERAL NOTES:		REFERENCE DRAWING		REVISIONS		ENGINEERING DESIGN / RECORD		DATE	
NUMBER	DESCRIPTION	REV.	DESCRIPTION	DATE	DRWN.	CHECKER	APP.	DATE	DATE
1	AS BUILT / COMO SE CONSTRUYO			2005-06-14	E. FLORES	V. AGUILAR	V. PROANO	2005-10-23	2005-10-23
								2005-10-2	2005-10-23
								2005-06-14	2005-06-14

DESIGN:	E. FLORES
CHECKED:	V. AGUILAR
PROJECT ENG:	V. PROANO
CLIENT APPROVAL:	

PROJECT:	EDGAR PATRICKO FLORES CRUZ VICTOR GEORJANT AGUILAR PALACIOS
DESCRIPTION:	MODERNIZACION AUDIOMETRO MA-32 PLACA ACTIVACION DE CANALES 1 Y 2
DRAWING N°:	DWG-SCH-010
SCALE:	A3 S/E
SHEET:	1/1
REV:	1



Adicionalmente, el Instituto requería de un espacio adecuado para la práctica de dichos exámenes, en tal virtud nos solicitó que se realice el estudio técnico para la futura construcción de un centro Especializado para Audiometrías.

En vista de esto el comité de Damas del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha y las autoridades del Instituto nos solicitaron que se les brindara la colaboración en el estudio de un proyecto para la construcción de un centro especializado, que contaría con una cabina audiométrica con las características técnicas adecuadas para la ejecución de audiometrías. Posteriormente se nos autoriza ejecutar lo solicitado por el Instituto y el presente documento constituye un informe de nuestro trabajo.

## **1.2 ENTREGA RECEPCIÓN DEL AUDIOMETRO MAICO MA32**

La entrega del equipo se la realizó por parte del Doctor Roberth Barba, en las instalaciones del Instituto Enriqueta Santillán. El Audiómetro Maico MA-32, presentaba las siguientes características principales al momento de la entrega:

- Aproximadamente 15 años de creación
- Carcasa de madera.
- Panel de Controles frontal de color plateado
- Botones y ruedas selectoras analógicas para la selección de funciones, tonos, frecuencias, ganancias, etc.
- Un galvanómetro analógico para la visualización de frecuencias.
- Funcionamiento parcial de los tonos
- Un micrófono
- Audífonos especiales
- Y una diadema vibradora para audiometrías óseas

Es necesario anotar también algunos antecedentes del audiómetro. Este equipo fue entregado al instituto hace aproximadamente 6 años, gracias a una donación realizada por el Ministerio de Educación. Durante este tiempo el audiómetro ha estado guardado y fuera de operación, a pesar que se le daba mantenimiento cada cierto periodo de tiempo.

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

Figura. 2.1. Vista del panel Frontal del audiómetro Maico MA-32.....	11
Figura. 2.2. Selector OUTPUT.....	15
Figura. 2.3. Selector FREQUENCY .....	16
Figura. 2.4. Selector de dB para el CHANNEL ONE .....	17
Figura. 2.5. Selector de dB para el CHANNEL TWO.....	18
Figura. 2.6. Selector CHANNEL ONE VERNIER.....	19
Figura. 2.7. Selector SiSi dB.....	19

### CAPÍTULO III

Figura. 3.1. Diagrama de bloques de la modernización.....	23
Figura. 3.2. Circuito de la ampliación de puertos de entrada / salida.....	28
Figura. 3.3. Relé reemplazo de botones.....	29
Figura. 3.4. Circuito activación Bobina Relé.....	30
Figura. 3.5. Botón doble sustituido por dos relés .....	30
Figura. 3.6. Montaje sobre placa del audiómetro.....	31
Figura. 3.7A. Montaje sobre placa del audiómetro CHANNEL ONE.....	31
Figura. 3.7B. Montaje sobre placa del audiómetro CHANNEL TWO.....	32
Figura. 3.8. Circuito de la primera placa de relés.....	32
Figura. 3.9. Sistema codificador selectores canal uno y dos.....	33
Figura. 3.10. Sistema codificador selectores FREQUENCY y OUTPUT.....	34
Figura. 3.11. Teclado matricial 2x8 .....	35
Figura. 3.12. Códigos de barrido de teclado.....	35
Figura. 3.13. Circuito conexión teclado y microcontrolador.....	36
Figura. 3.14. Pantalla HYUNDAI HG25504NG – 01.....	37
Figura. 3.15. Diagrama de bloques SED1330F.....	38
Figura. 3.15-B. Fuente de voltaje para Vo .....	40
Figura. 3.16. Instrucción SYSTEM SET.....	42
Figura. 3.17. Manejador de panel simple.....	45
Figura. 3.18. Manejador de panel doble.....	45
Figura. 3.19. Área de visualización de caracteres.....	48
Figura. 3.19-A. Dimensiones de caracteres.....	50
Figura. 3.20. Valores utilizados instrucción SYSTEM SET.....	53
Figura. 3.21. Instrucción SLEEP IN.....	54
Figura. 3.22. Parámetros instrucción DISP ON/OFF .....	54
Figura. 3.23. Parámetros utilizados instrucción DISP ON/OFF.....	55
Figura. 3.24. Parámetros instrucción SCROLL.....	56

Figura. 3.25. Configuración del modo de display.....	57
Figura. 3.26. Parámetros de la instrucción SCROLL.....	58
Figura. 3.27. Parámetros instrucción CSRFORM. ....	58
Figura. 3.28. Parámetros utilizados en la instrucción CSRFORM .....	60
Figura. 3.29. Parámetros instrucción CSRDIR.....	60
Figura. 3.30. Parámetros instrucción OVLAY.....	61
Figura. 3.31. Ejemplos de métodos de composición. ....	62
Figura. 3.32. Parámetros utilizados instrucción OVLAY. ....	63
Figura. 3.33. Parámetros instrucción CGRAM ADR. ....	63
Figura. 3.34. Parámetros de la instrucción HDOT SCR. ....	64
Figura. 3.34-A. Parámetros instrucción CSRW. ....	65
Figura. 3.34-B. Datos enviados a capa de gráficos. ....	66
Figura. 3.35. Circuito conexión de la pantalla, memoria externa y microcontrolador. ..	69
Figura. 3.36. Circuito del Puerto Paralelo y LCD.....	70

## CAPÍTULO IV

Figura. 4.1. Pantalla de login de usuario.....	74
Figura. 4.2. Pantalla de menú principal.....	75
Figura. 4.3. Ubicación de la base de datos .....	76
Figura. 4.4. Menú de la opción tareas. ....	77
Figura. 4.5. Pantalla de cambio de claves .....	77
Figura. 4.6. Pantalla de consultas de datos. ....	79
Figura. 4.7. Pantalla de datos personales .....	79
Figura. 4.8. Pantalla búsqueda de pacientes.....	81
Figura. 4.9. Pantalla de lectura de datos del audiómetro .....	81
Figura. 4.10. Pantalla inicial del Audiómetro.....	83
Figura. 4.11. Pantalla de seteo de variables .....	83
Figura. 4.12. Pantalla de Operación. ....	84
Figura. 4.13. Menú de Canal-1.....	85
Figura. 4.14. Sub menú opción INPUT .....	85
Figura. 4.15. Despliegue información opción INPUT .....	86
Figura. 4.16. Sub menú opción MODE .....	87
Figura. 4.17. Despliegue información opción MODE .....	88
Figura. 4.18. Menú de Canal-2.....	89
Figura. 4.19. Sub menú opción MODE. ....	89
Figura. 4.20. Despliegue información opción CONT .....	90
Figura. 4.21. Sub menú opción INPUT .....	91
Figura. 4.22. Despliegue información opción INPUT. ....	92
Figura. 4.23. Menú de monitoreo de canal.....	93
Figura. 4.24. Menú OPCIÓN de la barra de menú.....	93
Figura. 4.25. Pantalla de ayuda.....	94
Figura. 4.26. Pantalla de gráfico de audiometría. ....	95

## **INDICE DE ANEXOS**

<b>ANEXO 1.....</b>	<b>Calibración del audiómetro</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>Cabina insonora</b>
<b>ANEXO 3.....</b>	<b>Data Sheets</b>
<b>ANEXO 4.....</b>	<b>Esquemáticos</b>

## **ACTA DE ENTREGA**

El proyecto de grado “Modernización del equipo de audiometría MA-32 del Centro de Audición y Lenguaje Enriqueta Santillán y diseño de un ambiente insonoro”, fue entregado a la Facultad de Ingeniería Electrónica y reposa en la Escuela Politécnica del Ejército desde:

Sangolquí.....

Elaborado por:

---

**Víctor Geovanny Aguilar Palacios**

---

**Edgar Patricio Flores Cruz**

EL DECANO DE LA F.I.E.

EL SECRETARIO ACADEMICO

---

**TCRNL. E.M. Ing. Xavier Martínez C.**

---

**Dr. Jorge Carvajal R.**