



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTONOMA
DE MEXICO

25

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA ELECTRONICO PARA ANALISIS
DE CONDUCTA EN ANIMALES DE LABORATORIO.

TESIS.

Que para obtener el título de:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

Presentan:

Baltazar Guillén Miguel.
Cruz León Miguel Angel.
Luna Zapata Vicente.
Reséndiz Marco Antonio.

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Jorge Rodríguez Cuevas.

TESIS CON
FALSA DE ORIGEN

México D.F.

FACULTAD DE INGENIERIA

1994



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN
SISTEMA ELECTRONICO
PARA ANALISIS DE LA CONDUCTA EN
ANIMALES DE LABORATORIO**

Agradecemos profundamente a todas aquellas personas que con sus conocimientos en la materia nos ayudaron a concluir la tesis. En especial a nuestro director de tesis el Ing. Jorge Rodríguez Cuevas, que estuvo asesorando y supervisando el trabajo durante todo éste tiempo.

Además es importante ofrecer un reconocimiento al Ing. Angel Zapata Ferrer, quién nos dió la idea de hacer un prototipo útil para los investigadores en conducta operante. Así como al Investigador Raúl Avila García de la facultad de Psicología, que proporcionó asesoría para realizar el proyecto.

Miguel Baltazar Guillén.

Miguel Angel Cruz León.

Vicente Luna Zapata.

Marco Antonio Reséndiz.

Esta tesis es resultado del trabajo de cuatro estudiantes de la Facultad de Ingeniería UNAM, compañeros de escuela y amigos fuera de ella.

La tesis es la culminación de muchos años de estudio, esfuerzo y perseverancia; tiempo en el que mi madre y hermanos se privaron de algo para poder ofrecerme estudios, un mejor nivel de vida y a la vez ser una persona útil a la sociedad.

Gracias a su apoyo económico y moral he terminado una carrera profesional a la cual dedicaré siempre el mejor de mis esfuerzos.

Miguel Baltazar Guillén.

No existen palabras que puedan expresar el sentimiento de una persona, sobretodo, cuando noto que ha transcurrido casi la mitad de mi vida y siempre encontré personas que ofrecieron su ayuda en forma desinteresada.

Por esto sólo puedo ofrecer la palabra GRACIAS a todas las personas que de una u otra manera participaron en mi formación profesional.

En forma especial ofrezco con todo cariño y respeto esta etapa de mis estudios a MIS PADRES Y HERMANOS, en quienes no sólo encuentro aliento para continuar adelante frente a cualquier reto, sino, además cariño y comprensión.

Miguel Angel.

A estos seres humanos:

Miguel Baltazar Guillén.

Miguel Angel Cruz León.

Marco Antonio Reséndiz.

Jorge Rodríguez Cuevas.

A mis amigos y familiares, expreso mi profundo agradecimiento,
ya que son personas de quienes he aprendido.

A mis padres :

Faustina Zapata Santillán.

Claudio Luna Ramírez.

A mis hermanos:

Gerardo.

Rúben.

Ricardo.

Quienes han sido compañeros de toda la vida, pacientes conmigo
día tras día, enseñándome el camino de fé y esperanza, de ellos
he aprendido cada día más de su bondad y cariño.

Vicente Luna Zapata.

Esta tesis se la dedico a toda mi familia por el gran apoyo que me dieron y la paciencia que tuvieron conmigo a lo largo de tantos años. Y muy especialmente quisiera agradecer a:

Mí Mamá por su ayuda, comprensión, cariño y sus consejos, que me dieron siempre alientos para continuar con mis estudios.

Este trabajo es una prueba de que sus esfuerzos no fueron en vano y es un poco de lo mucho que le quisiera dar.

A mí abuelita Elena, y a mí tía Lupe por el gran apoyo que me han dado y que con nada puedo pagar.

A mis tíos Mario y Rodolfo a quienes por su manera de ser y por sus consejos, me han guiado siempre para poder salir adelante en la vida.

A mis hermanos por tenerme confianza y apoyarme siempre.

Marco Antonio.

INDICE

PAGINA

INTRODUCCION	17
CAPITULO 1. Descripción del sistema propuesto.	21
1.1 Diagrama a bloques.	24
1.2 Características de la caja de Skinner.	27
CAPITULO 2. Diseño del estimulador eléctrico.	29
2.1 Requerimientos del sistema.	30
2.2 Diseño del circuito.	30
2.3 Interfaz para medición de corriente, frecuencia y falla de cortocircuito.	39
2.4 Interfaz de control.	42
CAPITULO 3. Diseño del estimulador auditivo.	43
3.1 Diseño del sistema.	45
3.2 Generador de ruido.	46
3.3 Generador de onda senoidal.	51
3.4 Amplificador de salida.	53
3.5 Interfaz para medición de frecuencia, amplitud y falla.	62
3.6 Interfaz de control.	65
CAPITULO 4. Diseño del estimulador fótico (estímulo por luz).	67
4.1 Diagrama a bloques del estimulador fótico.	68

4.2	Circuito RTL.	69
4.3	Circuito monoestable.	72
4.4	Circuito de potencia.	75
4.5	Interfaz para sensor estímulo fótico.	77
4.6	Interfaz de control.	78
CAPITULO 5.	Diseño del bebedero y circuitos asociados.	81
5.1	Circuitos del bebedero.	82
5.2	Gráficas de comportamiento del bebedero.	84
5.3	Interfaz para medir nivel de líquido.	86
5.4	Circuitos de control.	87
CAPITULO 6.	Diseño del comedero y circuitos asociados.	89
6.1	Funcionamiento del comedero.	89
6.2	Circuito del comedero.	91
6.3	Interfaz del comedero.	92
CAPITULO 7.	Arquitectura del sistema.	95
7.1	Selección del microcontrolador.	96
7.2	Diseño de la arquitectura del sistema.	100
CAPITULO 8.	Programación del sistema.	109
8.1	Programación del estímulo.	113
CAPITULO 9.	Diseño de las fuentes de alimentación.	135
9.1	Circuitos de carga.	136
9.2	Construcción de la fuente de poder.	138

CAPITULO 10. Pruebas en laboratorio y en campo del sistema.143

CAPITULO 11. Resultados y conclusiones. 149

Apéndice A. 153

Características del CI LM555.

Apéndice B. 161

Caracterización de la intensidad de sonido
dentro de la caja de SKINNER.

Apéndice C. 171

Listado del programa monitor.

Apéndice D. 213

Subrutinas: Teclado y Pantalla LCD.

Bibliografía. 221

INTRODUCCIÓN

No obstante los grandes avances en el conocimiento del funcionamiento del cerebro aún es mucho lo que se desconoce acerca de las relaciones del cerebro con la conducta. Sin embargo, los esfuerzos que están realizando los investigadores sobre el estudio de la conducta son enfocados hacia la obtención de distintos parámetros que puedan controlarla o modificarla.

La psiquiatría y la psicología experimental o de los procesos perceptuales, de la conducta animal o de la humana está llena de suposiciones e hipótesis sobre los principios motivacionales. Cualquier serie de sucesos o fenómenos pueden estudiarse desde muchos puntos de vista y en diferentes niveles de complejidad.

Así, la investigación en estas áreas no sólo está relacionado en la actualidad por un conjunto de enfoques situados a niveles diversos de organización como el molecular, el neuronal, el cerebral, el individual o el social, sino que empieza a formular teorías y métodos integrativos de los procesos y eventos que introducen a dichos niveles.

Una manera experimental de realizar el estudio de la conducta es por medio de lo que en psicología se denomina "causa motiva", con lo cual se intenta comprender las condiciones o estados originados en el organismo que dirigen la conducta hacia determinados objetivos.

Los motivos o impulsos pueden ser de dos tipos: los aprendidos y los naturales. Los impulsos aprendidos son aquellos que se van presentando en la vida diaria del individuo o animal dependiendo del medio ambiente en que se desarrolla.

Los naturales están fundamentalmente basados en sus necesidades fisiológicas, como son, el comer, beber, dormir, etc.

Los investigadores sustentan su estudio de la conducta en el análisis de los impulsos aprendidos creando un medio ambiente propicio para dicho análisis, por ejemplo la caja de Skinner, la cual está formada por una serie de dispositivos que generan este medio ambiente, controlando algunas variables; de ésta manera es posible realizar el análisis deseado. Los experimentos con este modelo tienen por objeto obtener datos a partir de la respuesta generada ante cierto estímulo, dos nombres con los que se le conoce a este tipo de estudio es "condicionamiento instrumental" o "condicionamiento operante".

INTRODUCCION

Actualmente en varios centros de investigación de México, los experimentos de ésta índole se realizan mediante sistemas de control de estado sólido, para ello el investigador debe realizar la interconexión de diferentes módulos electrónicos que le permiten contar eventos en un cierto intervalo de tiempo, estos datos a su vez son introducidos manualmente a una computadora, para realizar con ellos procesos estadísticos o de graficación que permitan evaluar el comportamiento del animal.

El proyecto desarrollado intenta simplificar a los usuarios, la ejecución de experimentos que incluyan diferentes parámetros. Contando con suficiente versatilidad, para obtener los datos de tales experimentos, que pueden combinar tipos de respuesta y estímulos distintos.

En la actualidad existen equipos muy sofisticados como los que utilizan los transmisores-receptores implantables y controlados por computadora o los que utilizan cámaras de video para evaluar la actividad del animal que se esté estudiando pero desafortunadamente están fuera del alcance de la mayoría de los centros de investigación.

Por lo expuesto antes se ve la necesidad de adecuar el sistema a los elementos de que se disponga dentro del medio de desarrollo de la investigación. Así el presente trabajo tiene por objetivo

ofrecerle al investigador la posibilidad de contar con un conjunto de dispositivos, tanto electrónicos como mecánicos, que además de tener las funciones de otros equipos ya conocidos, contará con algunos otros aditamentos, como la adquisición y despliegue de datos haciendo uso de un microcontrolador.

CAPITULO 1

DESCRIPCION DEL SISTEMA PROPUESTO

El sistema desarrollado simplifica algunos de los experimentos sobre condicionamiento operante por medio de la caja de Skinner. Primordialmente es capaz de contabilizar el número de veces que el animal oprima una palanca, ya sea para recibir alimento, agua o bien para evitar un castigo, como son los electrochoques por medio de la reja metálica, que conforma el piso.

Para poder realizar estos experimentos el animal ya debe haber "aprendido" a responder (oprimir la palanca) al proporcionarle algún estímulo, pero también mediante la caja de Skinner construida será posible condicionar al animal para que "aprenda" a responder a base de los estímulos que le son proporcionados, tales estímulos son conocidos como primarios y secundarios; los primarios son, de alguna manera, el premio que recibe el animal al efectuar la operación deseada, por ejemplo recibir una porción de alimento al oprimir la palanca. A este tipo de estímulos también se les conoce como refuerzos. Los estímulos o refuerzos

secundarios, sirven para mejorar la capacidad del animal a responder ante un determinado factor, tal como un sonido para "avisarle" al animal que se le va a proporcionar el premio o se le va a aplicar un castigo.

Los experimentos realizados anteriormente demuestran que los refuerzos secundarios provocan un mejor aprendizaje de la operación que debe efectuarse y por lo tanto el animal "olvida" más difícilmente dicho comportamiento (extinción).

Otra forma de estimular al animal es por medio de luz (estímulo fótico) con lo que es posible condicionar al animal a responder de determinada manera, cuando se presente éste estímulo. El tiempo durante el cual se proporciona el estímulo deberá ser controlado por el investigador, además la respuesta del animal se registra contabilizando el tiempo entre respuestas consecutivas.

Un punto importante que hay que considerar es que los mecanismos para proporcionar el alimento o el líquido deben producir el menor ruido posible para no perturbar al animal y que el experimento se realice con la menor interferencia, para esto el sistema puede ser construido por medio de actuadores electromagnéticos y amortiguadores. Además en el caso del bebedero el sistema contará con un detector que sea capaz de medir el consumo

de líquido por parte del animal.

El estimulador auditivo maneja amplitud y frecuencia suficiente para abarcar todo el rango audible de frecuencias sin que exista la posibilidad de dañar al animal debido a una intensidad de sonido alta.

La misma consideración se tiene en cuenta en el diseño de la reja del piso, de tal manera que al estar energizada (110 V_{ca}) no resulte peligrosa para la vida del animal, además está protegida contra fallas, tal como un cortocircuito.

Es importante hacer notar que el sistema es programable y evita al máximo la necesidad de que el investigador esté presente en el experimento. También cabe notar, que el sistema cuenta con elementos de protección y alarma para que el usuario se entere del inicio, avance y terminación de la prueba que esté llevándose a cabo, en caso de fallas el sistema deja de operar indicándole al usuario la presencia de un error.

1.1 DIAGRAMA A BLOQUES.

En la figura 1.1. se muestra el diagrama a bloques del sistema, cuyas características se describen a continuación.

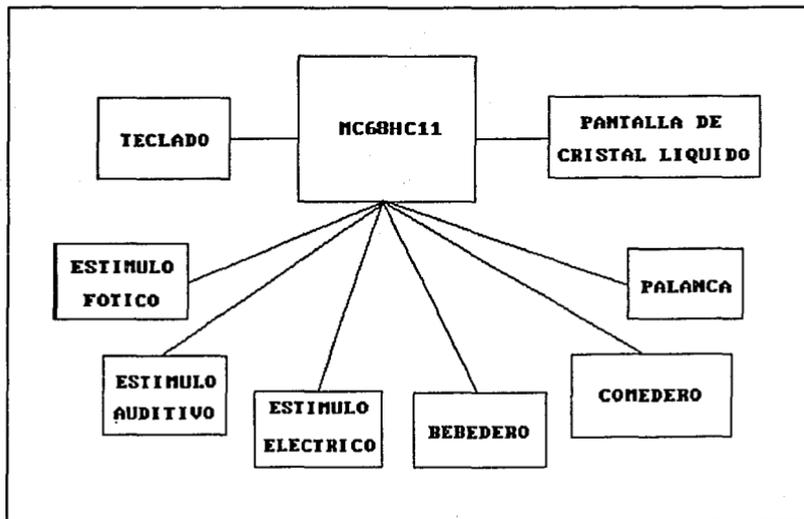


Figura 1.1 Diagrama a bloques del sistema para análisis de conducta.

Se observa que el sistema cuenta con un TECLADO cuya función es mandar datos al microcontrolador (tiempo de duración, frecuencia de muestreo, elección de estímulos, modificación de programa) para programar los estimuladores.

La PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO mostrará la información necesaria para programación del sistema y el análisis de resultados, como son:

- Corriente del estimulador eléctrico [mA].
- Frecuencia de la señal del estimulador eléctrico [Hz].
- Amplitud de la señal de audio [V_{pp}].
- Frecuencia de la señal de audio [Hz].
- Cantidad de líquido consumido [ml].
- Cantidad de raciones de alimento (pellets).
- Tiempo de reacción [s].
- Tiempo de duración del estímulo [s].
- Número de estímulos programados.

El siguiente bloque se refiere al ESTIMULADOR ELECTRICO, cuya función es proporcionar un choque eléctrico a corriente constante (c.a.), ajustable entre 0 y 5 [mA], con un voltaje máximo de 110 V_{pp} . Otra característica importante del estimulador eléctrico es que aún bajo condición de cortocircuito la corriente permanece constante y como máximo alcanza 5 [mA], además la corriente no depende del valor de la impedancia de carga.

EL ESTIMULADOR AUDITIVO genera dos tipos de señales, una senoidal y otra que es la fuente de ruido, con una amplitud máxima de 8 V_{pp} para que en el interior de la caja no se excedan

los 120 dB de intensidad de sonido en todo el rango de frecuencia que va de 20 Hz a 20kHz.

EL ESTIMULADOR FOTICO tiene como característica principal, regular la intensidad luminosa, esto se logra mediante el control del ángulo de disparo de dispositivos semiconductores (tiristores, triacs).

EL BEBEDERO tiene como finalidad proporcionar líquido al animal sujeto a investigación, en este dispositivo es necesario medir la cantidad de líquido consumido, para lo cual se cuenta con un recipiente con capacidad de hasta 25 (ml).

EL COMEDERO es el dispositivo mediante el cual se le proporciona el alimento (pellet) al animal en observación, aquí solamente, se hará el conteo de las raciones de comida que el animal pueda adquirir en un lapso de tiempo.

La parte más importante de éste sistema es el MICROCONTROLADOR (MC68HC11) ya que a través de él se realiza el control y medición de las variables de interés en cada uno de los estimuladores, además realiza la comunicación con el usuario sin que este intervenga directamente en alguno de los estimuladores; esta comunicación se lleva a cabo por medio del TECLADO y de la PANTALLA DE CRISTAL LIQUIDO.

1.2 CARACTERISTICAS DE LA CAJA DE SKINNER.

Debido a que no existe ningún patrón específico para la construcción de la caja de Skinner, se tomaron las características observadas en algunos centros de investigación donde se emplean para distintos animales y con diferentes pruebas, así las dimensiones adoptadas, para el compartimiento en el que se encuentra el animal son las siguientes:

- Altura 40 cm.
- Fondo 30 cm.
- Largo 40 cm.

Este compartimiento cuenta en su interior con los siguientes elementos:

- Reja metálica.
- Pipeta del bebedero.
- Recipiente para comida.
- Foco.
- Bocina.
- Palanca.
- Lámina de aseo.
- Ventana de observación.

La caja cuenta con otro compartimiento donde se localizan los acondicionadores de señal y las partes mecánicas de los estimuladores, que entregan las señales adecuadas para ser procesadas por el microcontrolador, y así poder obtener resultados de los experimentos realizados, además el microcontrolador revisa las señales que provienen de un funcionamiento inadecuado del sistema, generando las señales de error, indicando al usuario que debe ser corregido el problema. Algunos de estos elementos se muestran en la figura 1.2.

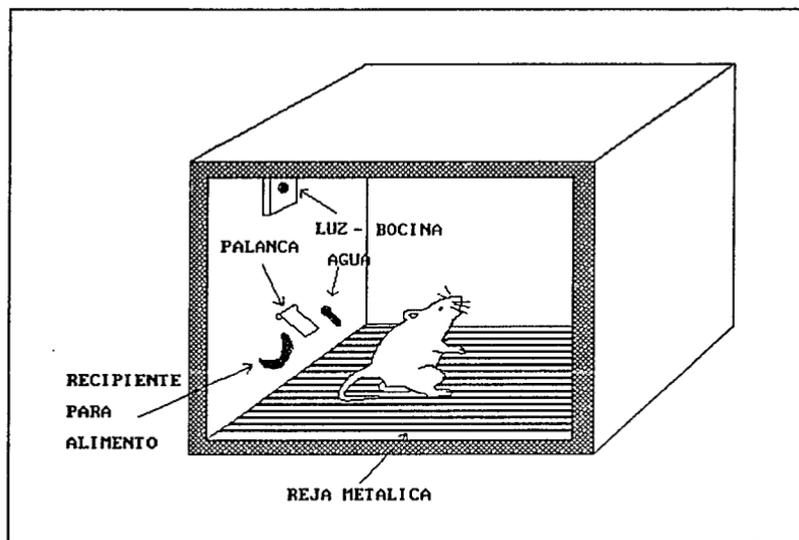


Figura 1.2 Elementos de la caja de Skinner.

CAPITULO 2

DISEÑO DEL ESTIMULADOR ELECTRICO

El estimulador eléctrico es un dispositivo electrónico que el investigador en conducta operante, utilizará en la caja de Skinner, para proporcionar choques eléctricos, que generan un estímulo aversivo, obteniendo una respuesta por parte del animal bajo análisis, es muy importante que el circuito cuente con suficiente seguridad y evite daño al animal, por lo que el diseño se realizó considerando esto como punto principal.

El rango de operación que manejan en diferentes centros de investigación es de: 110 V_{CA} y 5 mA como máximo, lo que se ha tomado como condición de diseño en la realización del proyecto, además se tiene la seguridad de superar el umbral de sensación y no llegar a valores de corriente que puedan provocar daño al animal.

2.1 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

Como se mencionó en la introducción, el dispositivo para energizar la reja metálica, localizada en el piso de la caja de Skinner, debe proporcionar estímulos (eléctricos) que no dañen al animal; así la máxima corriente que se entrega a la reja es de 5 mA (límite observado en algunos centros de investigación).

El choque eléctrico se obtiene a partir de una señal de C.A. de 110 V_{pp}. Para obtener una corriente constante aún cuando el valor de la impedancia de carga varíe, es necesario ajustar el voltaje a dicho valor de la impedancia de carga.

Para lograr esto se hace uso de un amplificador de potencia de simetría complementaria protegido contra cortocircuito, el arreglo del cual se partió es el mostrado en la figura 2.1.

2.2 DISEÑO DEL CIRCUITO.

Del circuito mostrado en la figura 2.1 puede observarse que los transistores T₃ y T₄ entrarán a la región de activa directa cuando su voltaje base emisor (V_{BE}) llegue a ser de 0.65 V aproximadamente, lo cual sucede cuando la corriente de emisor de T₁ o de T₂ sobrepasa el límite de corriente que se desee fijar por medio de R₁ y R₂.

Al estar en conducción T_3 o T_4 (sólo uno cada semiciclo de la señal) la corriente de base de T_1 y T_2 se divide en dos, una parte será la corriente de colector de T_3 y T_4 y otra sigue siendo la corriente de base, suficiente para que sólo circule la corriente preestablecida, de esta manera la corriente de emisor de los transistores de salida no proporcionarán una corriente mayor que la seleccionada.

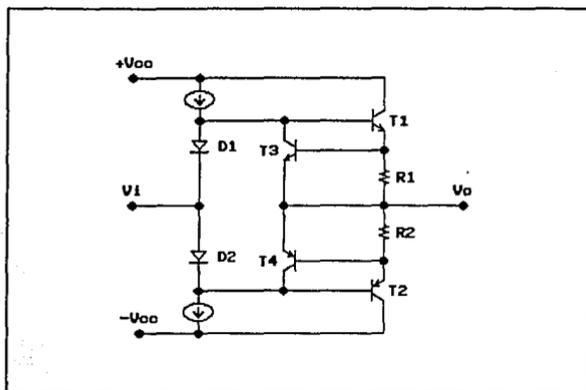


Figura 2.1 Circuito básico del amplificador de potencia protegido contra cortocircuito.

Debido a que la corriente tiene que poder ser ajustada en el rango de 0 a 5 mA, se substituyeron R_1 y R_2 por potenciómetros que permitan variar el límite de dicha corriente, además se añadió una resistencia en serie con cada potenciómetro para fijar la

corriente máxima que circulará (esto sucede cuando R_1 y R_2 son mínimas), para la corriente mínima el límite estará impuesto por: El valor máximo de R_1 y R_2 , y por la corriente de base de T_1 y T_2 .

Fue necesario añadir diodos de protección para evitar que en la unión base emisor (BE) de T_1 se presente el efecto de avalancha, ya que esta unión queda polarizada en inversa cuando simultáneamente conducen T_2 y T_4 (se está limitando la corriente del semiciclo negativo). Otro problema que pudo solucionarse utilizando diodos fue el que se presentó en la unión BC de T_3 que quedaba polarizada en directa para las mismas condiciones mencionadas antes.

De esta manera el circuito resultante es el mostrado en la figura 2.2, con el cual se satisfacen las características deseadas.

Realizando el análisis de corriente alterna del circuito, el modelo de señal pequeña queda como se muestra en la figura 2.3. Donde r_d son las resistencias dinámicas de los diodos y r_x es la impedancia de salida de las fuentes de corriente, como se observa i_{b3} es una parte de la corriente de base de T_1 , debido a que esta es pequeña comparada con su corriente de colector se tienen las siguientes relaciones:

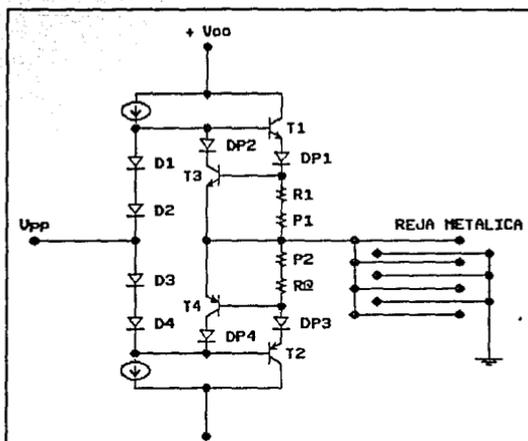


Figura 2.2 Circuito resultante para el estimulador eléctrico.

$$r_{e3} = B/g_m \approx B/40I_{CQ}$$

Donde:

B = ganancia de corriente del transistor.

g_m = transconductancia del transistor.

$$g_m \approx 40 I_{CQ} \text{ a } 25^\circ\text{C.}$$

Como la corriente de colector de T_3 (I_{C3}) es del orden de los μA , para I_C en mA, entonces se observa que:

$$r_{e3} \gg R_1, \text{ además: } i_{b3} \ll i_{e1}$$

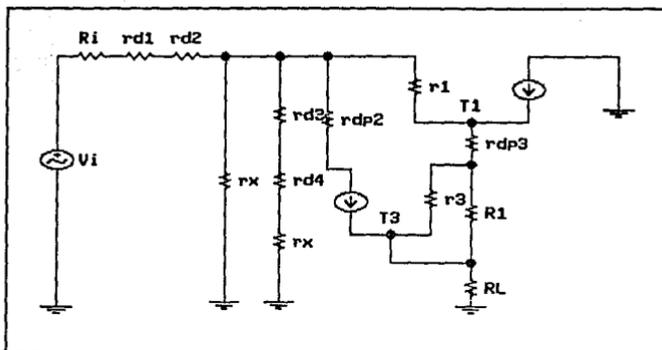


Figura 2.3 Modelo en señal pequeña del amplificador de potencia protegido contra cortocircuito.

Por lo anterior el modelo de señal pequeña puede ser simplificado, y realizar sólo el análisis del circuito emisor seguidor de la figura 2.4.

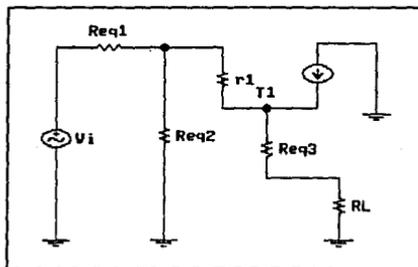


Figura 2.4 Modelo de señal pequeña simplificado del estimulador eléctrico.

En el caso de nuestro sistema, que es manejado completamente por un microcontrolador, se pensó en la posibilidad de manejar transistores de efecto de campo (FET) en lugar de R_1 y R_2 , los cuales estarían trabajando en la región óhmica, de esta manera la resistencia entre drenaje (drain) y fuente (source) puede ser variada por medio del voltaje de compuerta a fuente (gate-source V_{GS}), obteniéndose así una resistencia controlada por voltaje. El circuito puede ser elaborado como se muestra en la figura 2.5.

El circuito no fué construido, ya que en el mercado nacional no es posible adquirir transistores FET con las características requeridas, así es que se decidió construir el circuito con transistores bipolares de juntura (TBJ) (figura 2.6).

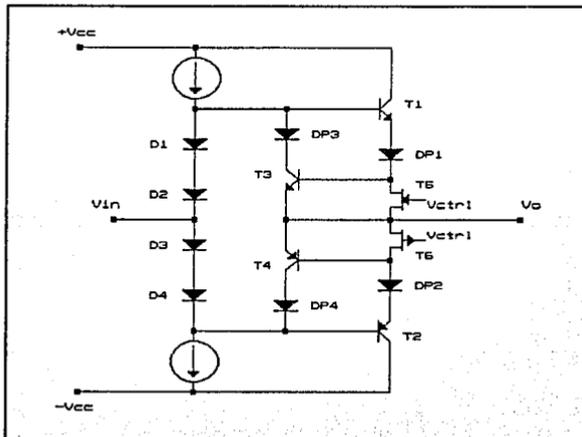
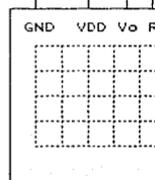
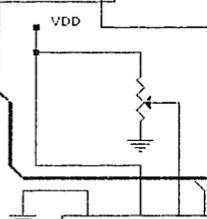
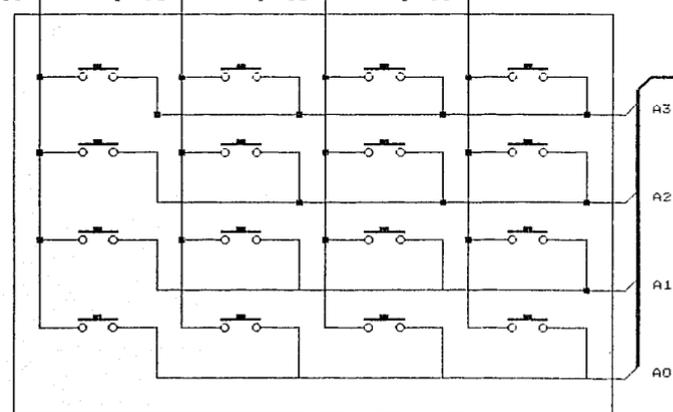
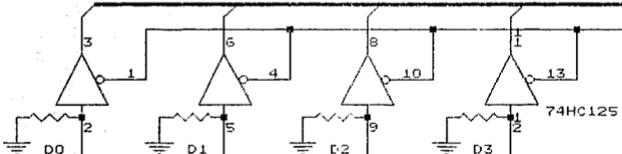
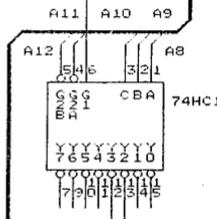
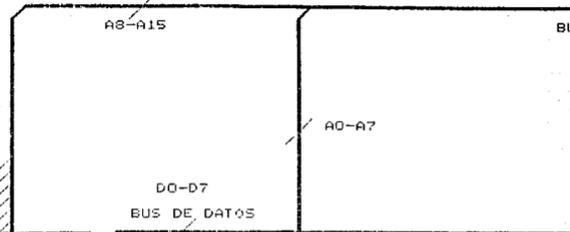
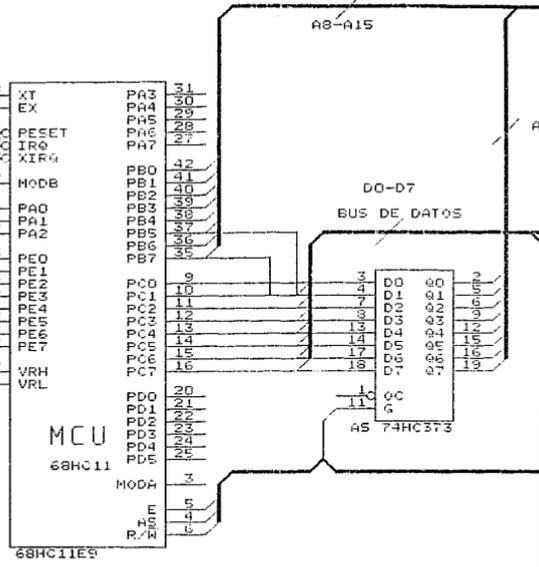
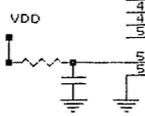
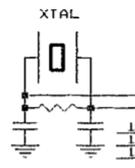
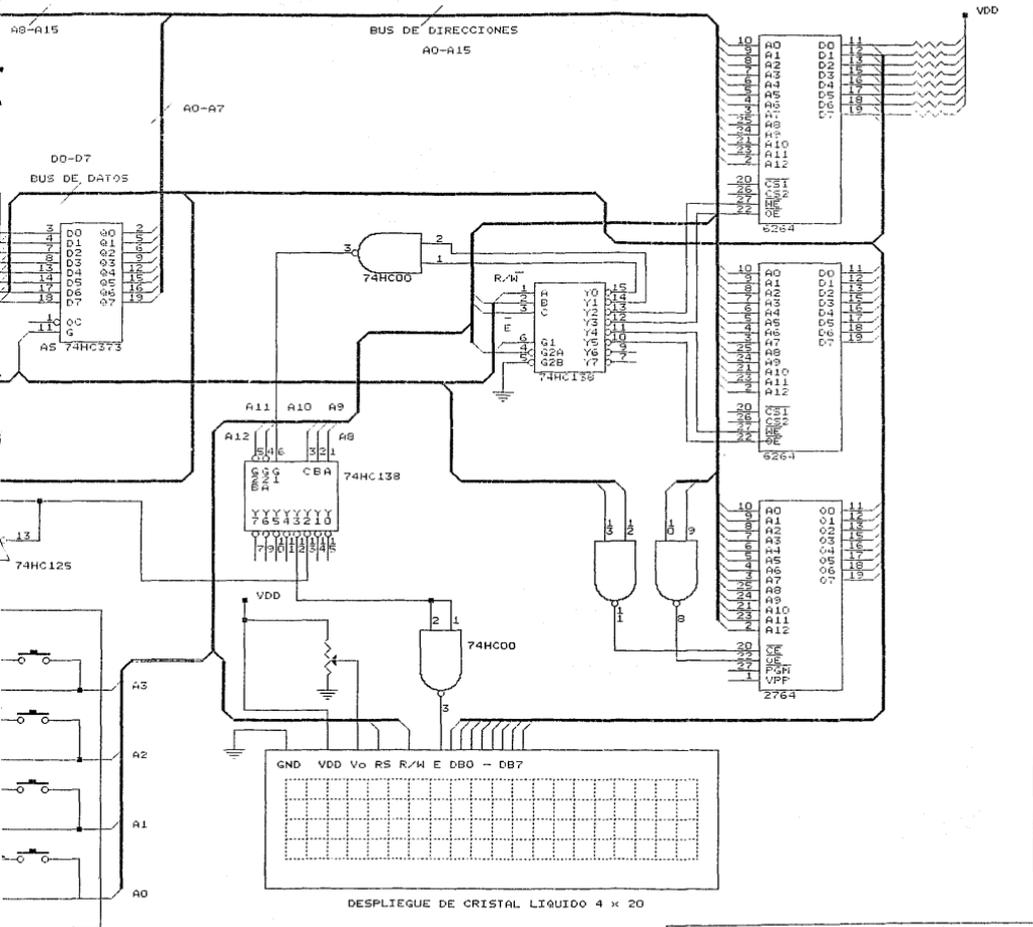


Figura 2.5 Circuito limitador de corriente controlado por voltaje.



TECLADO MATRICIAL

DESPL



DESPLIEGUE DE CRISTAL LIQUIDO 4 x 20

2.3 INTERFAZ PARA MEDICION DE CORRIENTE, FRECUENCIA Y FALLA DE CORTOCIRCUITO.

Es necesario que el investigador, pueda realizar mediciones de corriente y frecuencia del estímulo eléctrico, esta información es proporcionada por medio de la pantalla de cristal líquido manejada por el microcontrolador, la información a desplegar es adquirida por medio del convertidor analógico-digital para medir corriente y de una terminal de captura de flanco (input capture) para medir frecuencia. Es necesario que las señales del estimulador (110 V_{ca}, 5 mA_{ca}, 10-150 Hz) sean proporcionadas al microcontrolador sin superar sus niveles de operación, por lo cual es empleado el circuito mostrado en la figura 2.7 para medir corriente.

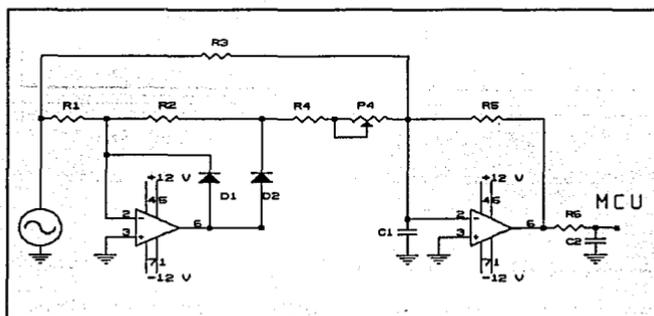


Figura 2.7 Circuito para medición de corriente.

En la figura 2.8 se muestra el circuito que hace compatible la señal del estimulador eléctrico con los niveles adecuados para ser procesados por el microcontrolador y de esta manera determinar la frecuencia del estímulo. Como se observa de la figura 2.8 el circuito de acoplamiento es un comparador con histéresis.

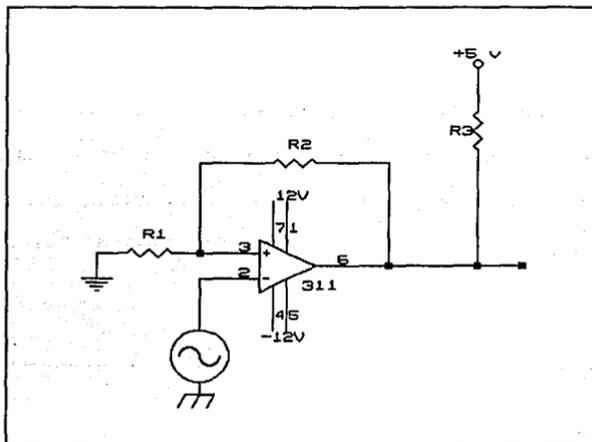


Figura 2.8 Circuito de acoplamiento para determinar frecuencia del estímulo eléctrico.

El circuito mostrado en la figura 2.9, es utilizado para determinar el momento en que ocurre un cortocircuito.

Cuando se programa el estimulador eléctrico, las rejillas que se encuentran dentro de la caja de Skinner son energizadas, si por

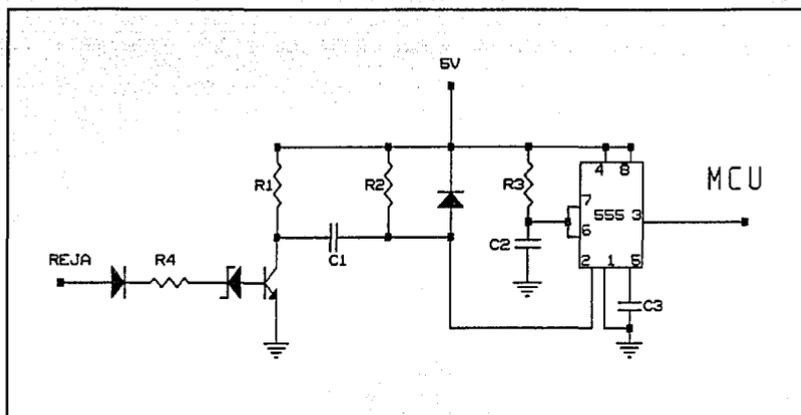


Figura 2.9 Comparador-monoestable para determinar falla en la reja eléctrica debido a cortocircuito.

un descuido o porque el animal con el cual se está experimentando reacciona de tal manera que pueda ocasionar un cortocircuito, se encuentra un dispositivo que detecta esta falla y la envía al microcontrolador que a su vez comunica al usuario que hay un problema con el estimulador eléctrico.

El circuito mostrado en la figura 2.9 (comparador-monoestable) detecta que la señal aplicada a la reja no tenga una amplitud menor a $20 V_{pp}$, mientras la señal supera este voltaje el arreglo de diodo zener y transistor generan una serie de pulsos con niveles de voltaje TTL los cuales sirven de disparo a un circuito LM555 en configuración monoestable, cuya salida se

mantiene en nivel alto para ésta condición, el microcontrolador detecta el nivel, mientras esté presente no se genera la señal de error y el sistema sigue funcionando normalmente.

2.4 INTERFAZ DE CONTROL.

Los circuitos del estimulador eléctrico son alimentados con un transformador que está conectado a la línea de C.A., sin embargo estos circuitos permanecen sin energizar, hasta que no se programe dicho estímulo. Una vez seleccionado el estímulo mediante programa, el microcontrolador manda un nivel alto de habilitación para conectar a la línea de C.A. el transformador.

La conexión entre el transformador y el microcontrolador se realiza con un optoaislador y unos SCR's como se muestra en la figura 2.10.

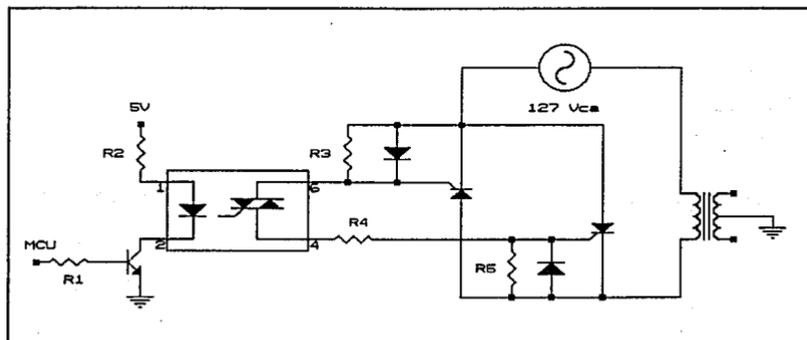


Figura 2.10 Circuito de control para habilitar el estimulador eléctrico.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL ESTIMULADOR AUDITIVO.

Las señales del estimulador auditivo (senoidal y/o ruido blanco), se usan con fines biomédicos en tres tipos diferentes de aplicaciones: Simulación, medición y terapéuticas.

Es posible simular el comportamiento de un sistema biológico y las señales que lo afectan, por medio de un sistema electrónico, debido a sus semejanzas. Por ejemplo el ruido blanco (en un sistema electrónico) modela a las señales aleatorias que afectan a un sistema biológico.

La medición de las respuestas de sistemas biológicos a estímulos auditivos son de interés en estudios fisiológicos. Un sistema muy estudiado, es el auditivo humano, cuya respuesta a las señales de audio y/o ruido pueden consistir en un enmascaramiento de las señales, esto equivale a un bloqueo de las señales escuchadas, en forma momentánea o permanente (fatiga o daño).

Una interesante aplicación terapéutica del ruido, se encuentra

en la inducción de sueño, o bien suprimiendo el dolor con la técnica dental denominada audioanalgesia. El paciente bajo tratamiento dental es sometido a escuchar por medio de audífonos una señal de ruido (señal aleatoria), que puede incrementar su intensidad gradualmente, de tal forma que la sensación de dolor no la perciba el cerebro.

De esta manera el ruido aleatorio se utiliza como un anestésico sin llegar a dañar los órganos auditivos del paciente. Aunque no se conocen bien los factores fisiológicos o psicológicos responsables de este fenómeno, los datos recolectados por diferentes centros de investigación muestran que la audioanalgesia tiene casi el mismo nivel de efectividad que la morfina.

El estimulador auditivo es empleado en las cajas de Skinner para realizar experimentos con ratas o palomas, pero también es utilizado en especies mayores como gatos, perros o monos.

El objetivo del diseño del circuito es proporcionar una onda senoidal y/o un ruido aleatorio, y con ellas obtener el estímulo y la atenuación de señales externas que puedan perturbar el experimento.

3.1 DISEÑO DEL SISTEMA.

El diseño del estimulador auditivo tiene las siguientes características:

- Intensidad de sonido menor de 120 dB en el interior de la caja.
- Control manual de la amplitud de salida.
- Ancho de banda de 20 kHz.
- Rango de frecuencia ajustable de 20 Hz a 20 kHz.

Para el diseño del estimulador auditivo se tomó en cuenta el diagrama a bloques de la figura 3.1.

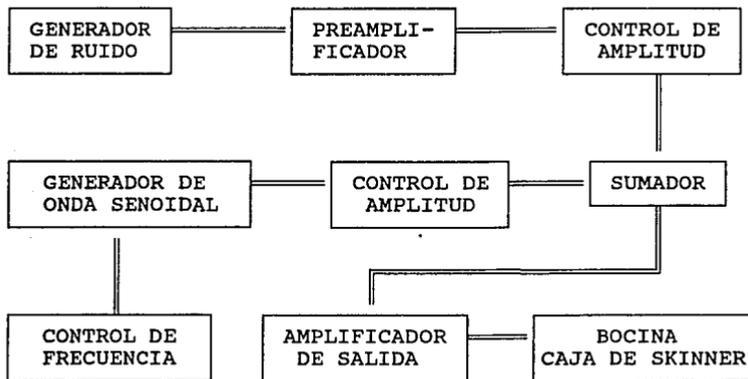


Figura 3.1. Diagrama a bloques del estimulador auditivo.

3.2 GENERADOR DE RUIDO.

El ruido aleatorio es una señal, cuyo comportamiento no puede predecirse en un momento dado, no puede describirse mediante una expresión matemática que proporcione su valor a cada instante, pero sí puede modelarse probabilísticamente.

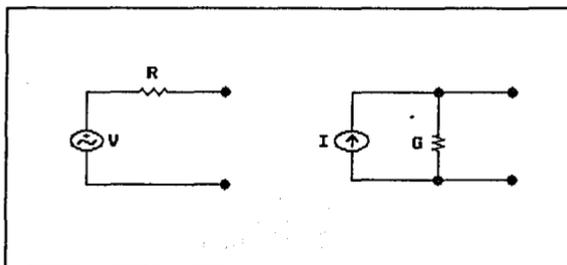
Existen fuentes de ruido aleatorio naturales y artificiales. El ruido artificial es generado por el hombre, por ejemplo, en máquinas eléctricas, lámparas de arco de alto voltaje, etc. Este tipo de ruido puede reducirse o eliminarse en la misma fuente productora, ya que en la mayoría de los casos no se desea. El ruido natural es causado por radiación cósmica, debido a fuentes galácticas y solares, fenómenos atmosféricos como relámpagos durante tormentas eléctricas, y el causado por materiales conductores (ruido térmico) y semiconductores (ruido de disparo).

El ruido térmico es generado por el movimiento aleatorio de los electrones libres en un conductor, dando lugar a una tensión de ruido en las terminales del mismo conductor, aún cuando el elemento no reciba energía de una fuente externa. Este voltaje de ruido es conocido como ruido Johnson.

El ruido de disparo es originado por flujo de corriente directa en semiconductores, tales como diodos y transistores; está formado por el movimiento aleatorio de los portadores minorita-

rios (ruido térmico) y la difusión de portadores mayoritarios que cruzan la barrera de la unión PN.

Un generador de ruido, está representado por una fuente de voltaje "V" en serie con una resistencia "R" no ruidosa (equivalente de Thevenin) como se muestra en la figura 3.2.a. Otra forma de representar el voltaje de ruido, es con el circuito de la figura 3.2.b, que utiliza una fuente de corriente "I" en paralelo con una conductancia "G" (equivalente Nórton).



(a) Equivalente Thevenin (b) Equivalente Norton

Figura 3.2. Circuitos equivalentes del generador de ruido.

Entre las diferentes fuentes de ruido, una muy importante es la formada por una unión PN, que es necesario polarizar con una corriente directa (C.D.).

Este efecto fue analizado por W.Schottky en 1918, quién demostró

que la corriente RMS de ruido de disparo esta dada por la expresión mostrada en la ecuación (3.1).

$$I_{rd} = (2qBI_d)^{1/2} \quad (3.1)$$

Donde:

q = Carga del electrón [1.59×10^{-19} Coul].

B = Ancho de banda del sistema de medición [Hz].

I_d = Corriente promedio del diodo de D.C. [A].

Por otra parte la corriente de la unión PN polarizada en directa es:

$$I_d = I_s(e^{(qV_{ak}/KT)} - 1)$$

Donde:

I_s = Corriente de saturación de la juntura P-N.

K = Constante de Boltzman [1.38×10^{-23} J/°K].

V_{ak} = Voltaje anodo-cátodo de la unión PN.

T = Temperatura absoluta [°K].

La figura 3.3 muestra el modelo del ruido de disparo en un semiconductor (diodo o transistor) polarizado en directa, y está representado por un generador de corriente de disparo " I_{rd} " conectado en paralelo con la resistencia dinámica " r_d " del semiconductor, y aplicándole una fuente externa de corriente se

hace fluir una corriente de directa "I" a través del diodo polarizado en directa, lo cual origina una corriente de disparo

I_{rd} .

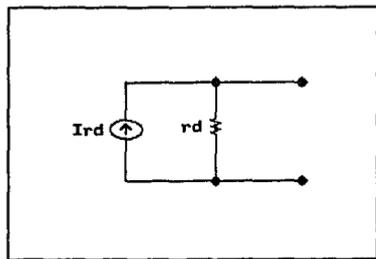


Figura 3.3. Circuito de ruido de disparo.

De ésta manera el voltaje RMS de ruido, en las terminales de la unión PN está dado por el producto de la corriente de ruido de disparo (I_{rd}) y la resistencia dinámica (r_d), como se expresa en la ecuación (3.2):

$$V_{rd} = I_{rd}r_d \quad (3.2)$$

Donde, la resistencia dinámica está dada por:

$$r_d = KT/qI_d \quad (3.3)$$

El circuito que se utilizó para generar ruido es el que se muestra en la figura 3.4. Se seleccionó este circuito porque la magnitud de ruido que se obtiene al polarizar en inversa la unión base-emisor (BE) de un transistor, es hasta diez veces mayor que

la obtenida al polarizarlo en directa, y mucho más grande que la magnitud de ruido obtenida exclusivamente por el efecto térmico en otros elementos.

Al polarizar en inversa la unión base-emisor del transistor, ocurre un proceso de multiplicación de avalancha, por lo que la generación de ruido es muy alta comparada con la de otros elementos.

La resistencia variable P_1 se emplea para variar el voltaje de polarización inversa de la unión base-emisor del transistor, como se muestra en la figura 3.4. y con esto obtener la mayor amplitud del voltaje de ruido, obteniendo experimentalmente un voltaje pico a pico de 10 mV aproximadamente.

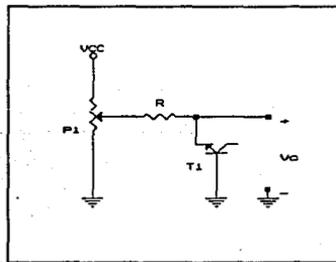


Figura 3.4. Generador de ruido blanco.

3.3 GENERADOR DE ONDA SENOIDAL.

La señal senoidal utilizada es periódica, por lo tanto su comportamiento puede predecirse en cualquier momento, y es descrito por la expresión matemática:

$$V(t) = V_m \cos(\omega t + \phi) \quad (3.4)$$

Donde:

V_m = Amplitud máxima.

ω = Frecuencia angular.

ϕ = Angulo de defasamiento.

La señal senoidal debe ser generada con la menor distorsión posible, o sea que no contenga armónicas. El circuito que se utilizó para generar la onda senoidal es el circuito integrado XR2206. Este C.I. es empleado en instrumentos de laboratorio y mediciones eléctricas. La forma de generar la onda senoidal es señalada en las notas de aplicación. La configuración que se seleccionó es la mostrada en la figura 3.5.

El circuito de la figura 3.5, se diseñó para operar con una polarización de ± 12 V, proporcionando una señal senoidal que puede variar por medio de R_6 de 0 V a 12 Vpp. La frecuencia se selecciona con los elementos C_3 , R_4 y R_5 , en un rango de 20 Hz a 20 kHz. La distorsión armónica es ajustable con R_7 , obteniendo

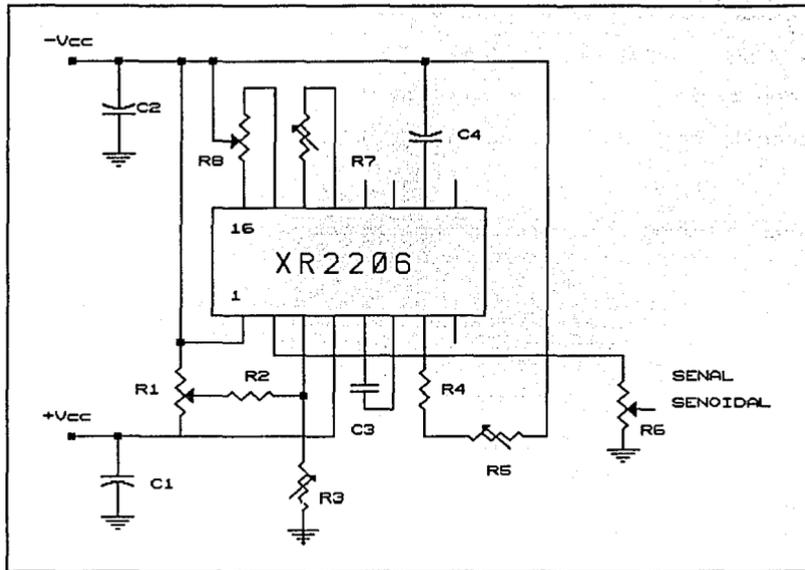


Figura 3.5. Generador de onda senoidal.

una distorsión menor del 1% de 20 Hz a 10 kHz y menor del 3% de 10 kHz a 20 kHz. El nivel de D.C. se eliminó con R_1 , y por medio de R_3 se calibra la simetría de la onda senoidal.

Las siguientes ecuaciones son las empleadas para el diseño del generador de onda senoidal:

$$f_1 = 1/C_3 R_4 \quad (3.5)$$

$$C_3 = 1/f_1 R_4$$

Haciendo:

$$R_4 = 1000 \Omega$$

$$f_1 = 20 \text{ kHz}$$

Calculamos:

$$C_3 = 0.05 \mu\text{f}$$

$$f_2 = 1 / (R_4 + R_5) \quad (3.6)$$

$$R_5 = (1 / f_2 C_3) - R_4$$

$$f_2 = 20 \text{ Hz}$$

obtenemos:

$$R_5 = 999 \text{ k}\Omega$$

por lo tanto:

$$R_5 = 1 \text{ M}\Omega$$

3.4 AMPLIFICADOR DE SALIDA.

El sistema de notación decibel (dB) se encuentra frecuentemente en sistemas de medición de intensidad de sonido.

El Bel (B) no es una unidad, es un término que se emplea para relacionar dos intensidades de sonido con una notación logarítmica, ecuación (3.7).

$$B = \log(I/I_0) \quad (3.7)$$

Donde:

I = Intensidad de sonido.

I_0 = Intensidad mínima audible (1×10^{-15} w/cm², 0 dB).

I_M = Intensidad máxima tolerable (1×10^{-4} w/cm², 120 dB).

Así I_M e I_0 marcan el intervalo de intensidad sonora donde el oído es sensible.

Todos los sentidos humanos, tacto, vista, sensación de peso, oído, etc. tienen un comportamiento similar al del oído.

En el caso del oído humano, se ha determinado experimentalmente que la mínima variación de intensidad sonora, detectable es de 0.3 Bell y la máxima intensidad sonora que soporta el oído humano sin sufrir daño es de 120 dB.

Para satisfacer las condiciones anteriores (distorsión, intensidad mínima y máxima) el amplificador de potencia se diseñó con transistores, debido a que algunos amplificadores de circuito integrado (C.I.) distorsionan la señal de salida. La figura 3.6 muestra el diagrama del amplificador empleado.

Para calcular la potencia del amplificador se tomó en cuenta el área total (A_T) de las paredes de la caja y la intensidad sonora

máxima permisible (I_M) en su interior, la relación que existe entre estas variables es dado por la ecuación (3.8).

$$P = A_T I_M \quad (3.8)$$

Donde:

$$A_T = 8000 \text{ cm}^2$$

$$I_M = 1 \times 10^{-4} \text{ w/cm}^2$$

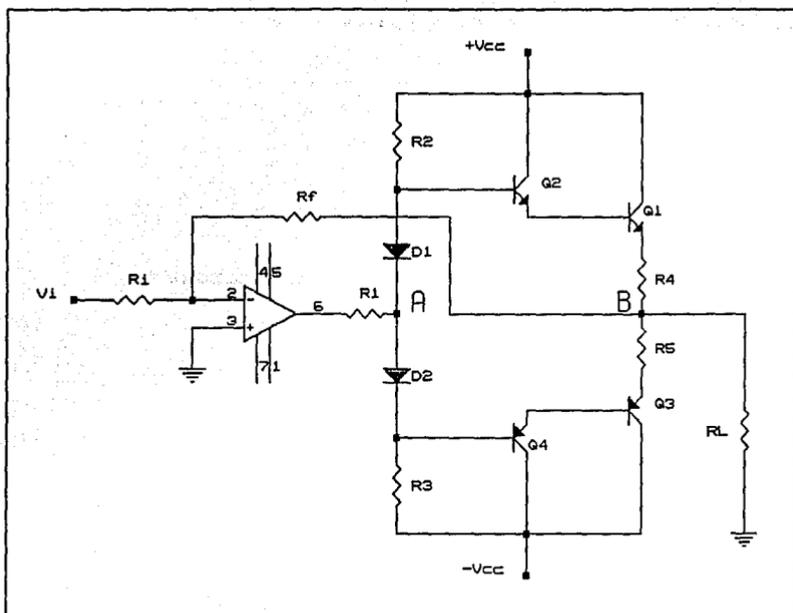


Figura 3.6. Amplificador de salida

Con lo cual la potencia máxima que debe proporcionar el amplificador es:

$$P = 0.8 W_{RMS}$$

El amplificador se diseñó dividiendo el diagrama de la figura 3.6 en dos etapas, figuras 3.7. y 3.8, debido a que el potencial en los puntos A y B de la figura 3.6 es el mismo.

Analizando el circuito de la figura 3.7. tenemos que:

$$V_o = -(R_f/R_i) V_i \quad (3.9)$$

$$G = -(R_f/R_i)$$

$$R_i = -R_f/G$$

Donde:

$$G=V_o/V_i= \text{Ganancia de voltaje del circuito.}$$

Haciendo:

$$G = 10$$

$$R_f = 100 \text{ K}\Omega$$

tenemos:

$$R_i = 10 \text{ K}\Omega$$

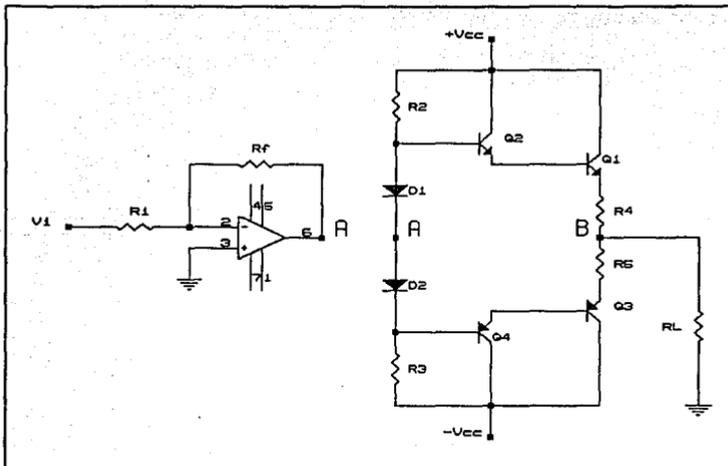


Figura 3.7.

Figura 3.8.

Circuito dividido para el análisis.

Para obtener la potencia deseada es necesario que:

$$V_o = 7.1554 [V_{pp}] ; \text{ como se demostrará más adelante.}$$

Por lo tanto:

$$V_i = V_o/G$$

$$V_i = 0.71554 [V_{pp}]$$

El voltaje V_i determina el voltaje máximo que debe aplicarse a la entrada del amplificador de salida.

Las ecuaciones de diseño de la figura 3.8. son:

$$P = V_{pp}^2 / 8R_L \quad (3.10)$$

$$V_{pp} = (8R_L P)^{1/2}$$

Donde V_{pp} es el voltaje de pico a pico aplicado a la resistencia de carga R_L .

Como:

$$R_L = 8 \Omega$$

Se tiene que:

$$V_{pp} = 7.1554 \text{ V}$$

Así la corriente de pico en la resistencia de carga está dada por:

$$I_p = V_{pp} / 2R_L \quad (3.11)$$

$$I_p = 0.4472 \text{ A}$$

como $i_E \approx i_c$ tenemos que:

$$I_c = I_p$$

$$I_{bp} = I_c / (\beta_1 \beta_2) \quad (3.12)$$

$$\beta_1 = 40$$

$$\beta_2 = 200$$

$$I_{bp} = 55.9017 \mu\text{A}$$

$$V_{cc} = V_{R3} + V_{be1} + V_{be2} + I_p (R + R_L) \quad (3.13)$$

$$R_3 = (V_{cc} - V_{be1} - V_{be2} - I_p (R + R_L)) / I_{bp}$$

Tomando:

$$R = 1 \Omega$$

$$R_3 = 117\ 624.3292 \Omega$$

$$R_3 = R_4$$

Los diodos (D) son empleados para evitar la distorsión de cruce por cero, manteniendo encendidas las uniones base-emisor de los transistores Q_1 y Q_2 , la resistencia (R) es para garantizar la estabilidad contra variaciones de temperatura, de esta manera:

$$V_D = V_{be1} + V_{be2} + V_R \quad (3.14)$$

En la figura 3.9 se muestra la etapa sumadora requerida para poder aplicar ambas señales (ruido y senoidal) en el mismo instante, o únicamente una de las dos.

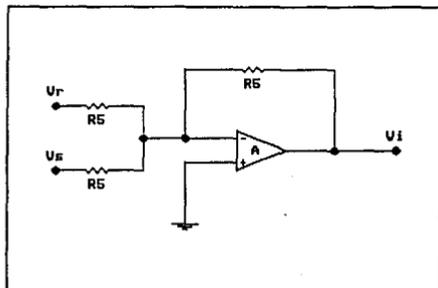


Figura 3.9 Circuito sumador.

Donde:

$$V_i = -(V_r + V_s) \quad (3.15)$$

$$R_s = 10 \text{ k}\Omega$$

La etapa preamplificadora para la señal de ruido se construyó como se muestra en la figura 3.10, empleando un C.I. TL084. Este bloque es requerido debido a que la señal de ruido es de 10 mVpp y para entrar al amplificador de potencia es necesario que tenga una amplitud máxima de 0.71554 V_{pp}.

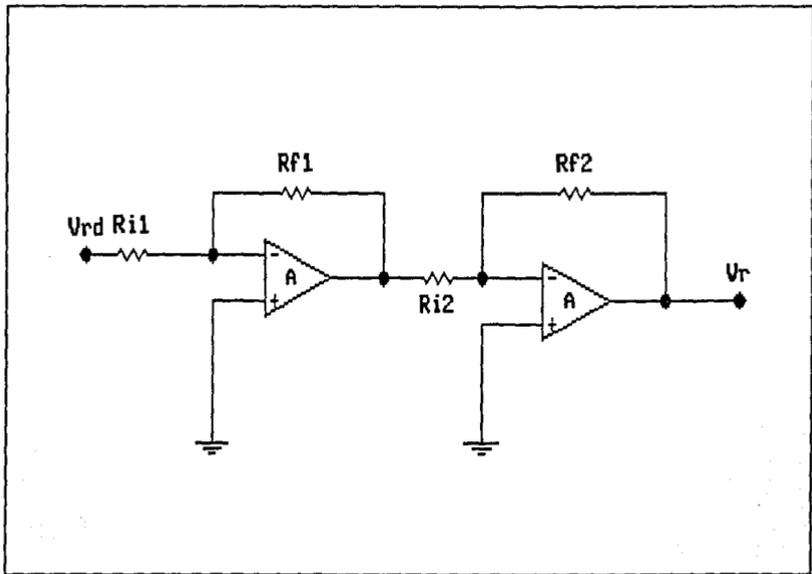


Figura 3.10. Preamplificador de ruido.

Las ecuaciones (3.15) y (3.16) indican la ganancia de cada etapa del preamplificador de ruido. El cual se elaboró en dos etapas debido a que la ganancia total del preamplificador es grande y no es conveniente tener una ganancia de voltaje elevada en una sola etapa.

$$(V/V_{rd}) = (R_{r1}/R_{i1}) \quad (3.16)$$

$$(V_r/V) = (R_{r2}/R_{i2}) \quad (3.17)$$

Donde:

$$V_r = 0.71554 \text{ V}$$

$$V_{rd} = 10 \text{ mV}$$

Por lo tanto:

$$(V_r/V_{rd}) = 71.554$$

Haciendo:

$$(R_{r1}/R_{i1}) = 10$$

La ganancia de voltaje de la segunda etapa es:

$$(R_{r2}/R_{i2}) = 7.1554$$

Proponiendo:

$$R_{r1} = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R_{r2} = 8.2 \text{ k}\Omega$$

Obtenemos:

$$R_{i1} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_{i2} = 1 \text{ k}\Omega$$

3.5 INTERFAZ PARA MEDICION DE FRECUENCIA, AMPLITUD Y FALLA.

La interfaz hacia el microcontrolador del estimulador acústico, está formada por tres partes primordiales, como se muestra en el diagrama a bloques de la figura 3.11:

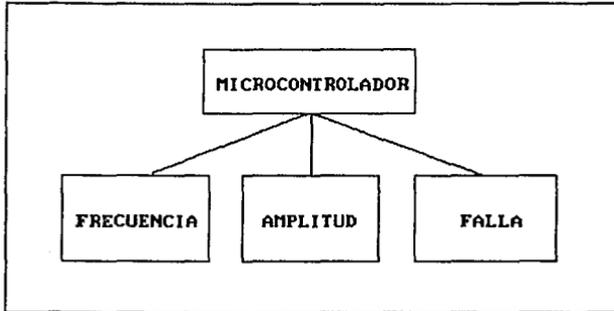


Figura 3.11. Mediciones de frecuencia, intensidad y falla del estimulador auditivo.

La figura 3.12 muestra el circuito detector, el cual genera una señal cuadrada si la amplitud de la señal senoidal supera el nivel definido para la intensidad de sonido máxima dentro de la caja de Skinner.

La señal senoidal generada por el circuito integrado entra a un comparador, cuando la señal senoidal supera el voltaje de umbral

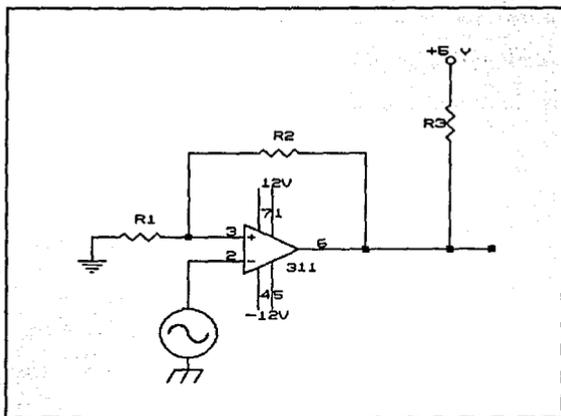


Figura 3.12 Circuito interfaz entre el generador de señal y el microcontrolador.

superior, el comparador nos entrega un '1'; cuando la señal alcanza el voltaje de umbral inferior nos entrega un '0'. Los cambios ocurridos en el comparador son registrados por el microcontrolador, y de ésta manera puede determinarse la frecuencia de la señal senoidal.

El circuito de la figura 3.13, es un rectificador de onda completa, en el cual, la señal de salida es directamente proporcional a la amplitud de la señal del estimulador auditivo.

La amplitud de la señal de audio entra al circuito rectificador de precisión, y su salida entra al convertidor analógico-digital del microcontrolador. Una vez terminada la conversión A/D se

tiene en uno de los registros del microcontrolador el equivalente en binario del voltaje de entrada, y procesando este valor se obtienen los valores que deben ser proporcionados al investigador.

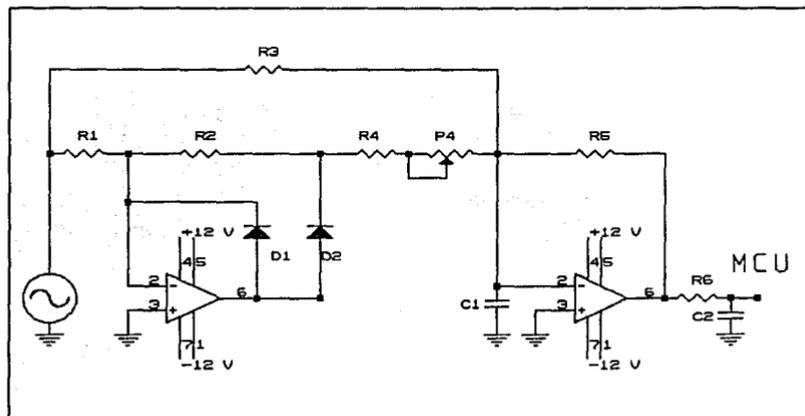


Figura 3.13 Circuito rectificador de precisión de onda completa.

La figura 3.14 nos muestra el circuito detector de intensidad de sonido máxima (120 dB) en el interior de la caja; lo cual es considerado como una falla y por lo tanto, es necesario comunicar al usuario la presencia de este evento.

Si la amplitud de la señal de entrada rebasa el límite especificado, significa que la intensidad de sonido dentro de la caja

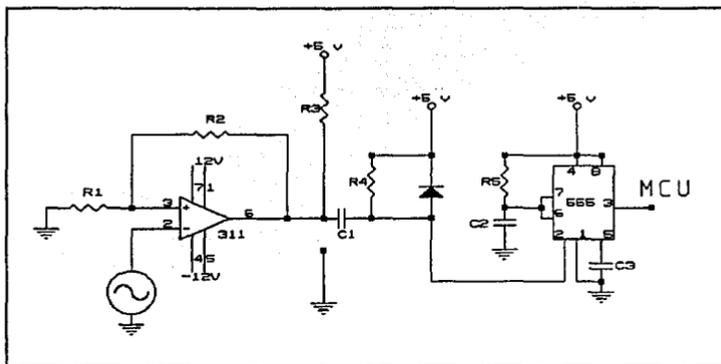


Figura 3.14. Circuito sensor de falla del estimulador auditivo.

puede superar los 120 dB. El sensor de falla nos proporciona un aviso de esta condición, y así es posible corregir el funcionamiento del sistema.

3.6 INTERFAZ DE CONTROL.

El estimulador auditivo, como todos los estimuladores, necesita ser activado o desactivado, esto se logra a través de la interfaz de control que se muestra en la figura 3.15.

Cada vez que se activa el estimulador acústico, el microcontrolador envía un pulso, de duración establecida, para activar al optoacoplador, mismo que energiza al resto de los circuitos electrónicos; que dan paso a la polarización de los circuitos de audio.

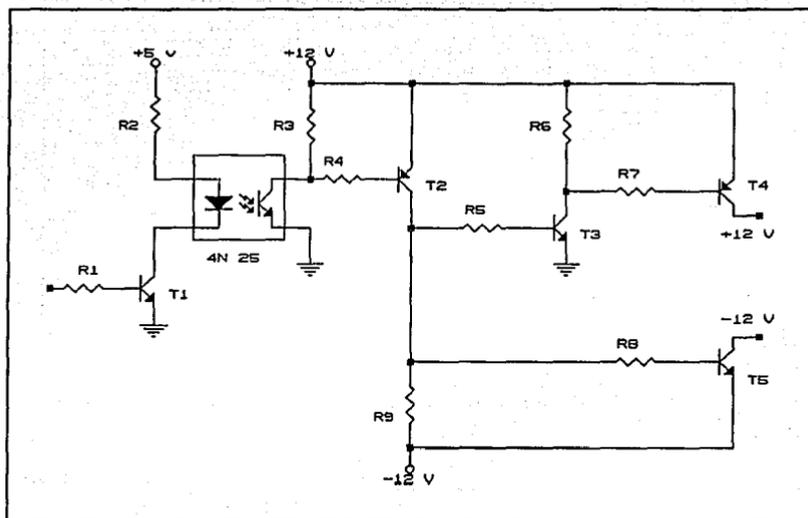


Figura 3.15 Circuito de habilitación del estimulador auditivo.

CAPITULO 4

DISEÑO DEL ESTIMULADOR FÓTICO

El estimulador fótico proporciona la intensidad luminosa que se requiere para estimular al animal, o también es utilizada como una condición ambiental dentro de la caja.

La intensidad luminosa es ajustada por medio de un control manual. De ésta manera el investigador puede controlar la cantidad de luz que estimula al animal dentro de la caja de Skinner.

El estimulador fótico puede servirle al investigador para anticipar al animal que va a proporcionarle otro estímulo (eléctrico, auditivo), o que puede obtener alimento mientras que la lámpara está encendida; otra aplicación es que sólo se utilice como iluminación dentro de la caja de Skinner.

4.1 DIAGRAMA A BLOQUES DEL ESTIMULADOR FÓTICO.

El diagrama a bloques del estimulador fótico se muestra en la figura 4.1.

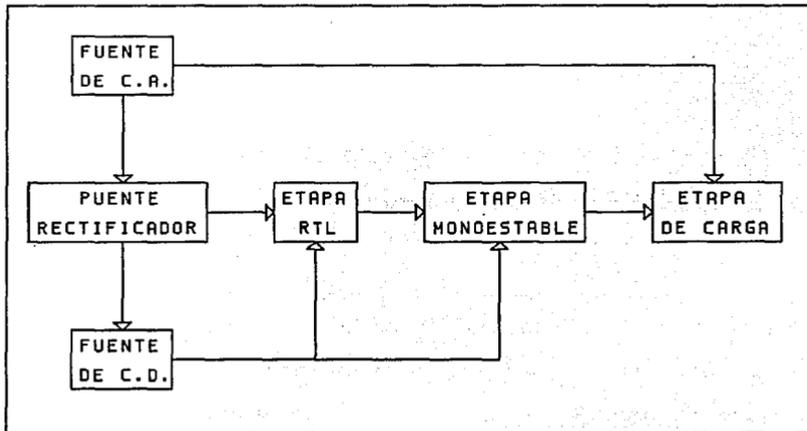


Figura 4.1 Diagrama a bloques del estimulador fótico

A continuación describiremos en forma breve el funcionamiento de cada bloque mostrado en la figura 4.1.

Un transformador proporciona la fuente C.A. de bajo voltaje que alimenta a un rectificador de onda completa, compuesto por dos diodos, y se obtiene una señal de C.D. pulsante la cual es aplicada a la etapa siguiente RTL.

El siguiente bloque representa a la fuente general de C.D. que polariza a los circuitos que regulan la intensidad luminosa.

En la etapa RTL se utiliza un circuito con lógica de transistor y resistencia, al formar un circuito con estos elementos electrónicos, obtenemos una señal cuadrada a partir de la señal proveniente del puente rectificador.

El objetivo del circuito monoestable es proporcionar pulsos de ancho variable, dependiendo del valor de la constante RC, para lograr con ello modificar la corriente promedio en la lámpara.

Por último la carga será accionada con los pulsos provenientes de la etapa monoestable, para este caso la carga es una lámpara incandescente, cuya intensidad luminosa varía de acuerdo al ancho de pulso proporcionado por la etapa del circuito monoestable.

En la figura 4.2 se muestra el diagrama del circuito completo del estimulador fótico.

4.2 CIRCUITO RTL

El diagrama de la figura 4.3 nos muestra el circuito de la etapa RTL, compuesto por un transistor y dos resistencias.

La señal entregada, por el rectificador de onda completa, hace trabajar al transistor en las regiones de corte y saturación.

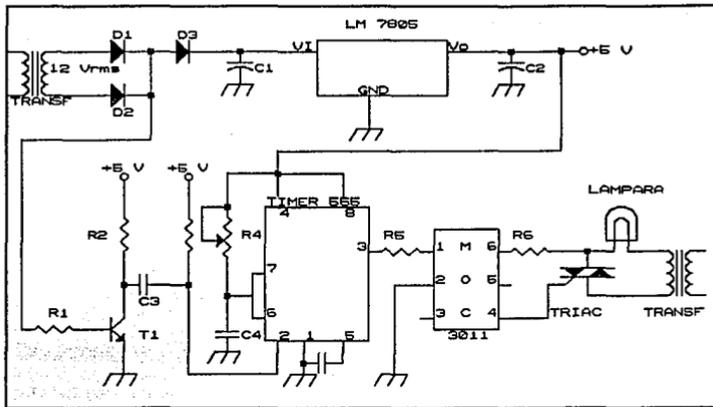


Figura 4.2 Circuitos del estimulador fótico.

Si el colector, a través de una resistencia de colector es conectado a una fuente de 5 V, se obtiene una señal cuadrada compatible con niveles TTL.

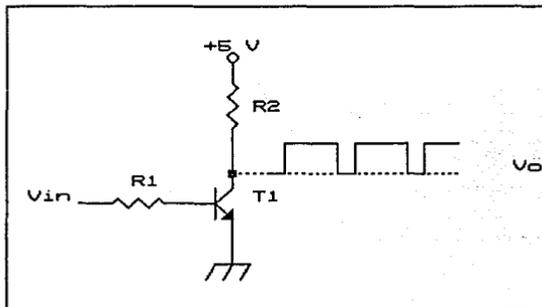


Figura 4.3 Circuito RTL.

Haciendo la consideración que el V_{CEsat} del transistor es de aproximadamente "0" V., ya que en realidad tiene una caída de aproximadamente de 0.2 V. La ecuación (4.1) se utiliza para calcular R_2 si hay una corriente de 15mA en el colector del transistor cuando esté se encuentra en saturación y con una alimentación de $V = 5V$:

$$R_2 = V/I_{Csat} = 333.33 \Omega \quad (4.1)$$

La ecuación (4.2) nos representa la corriente de base mínima, para que el transistor se encuentre en saturación.

$$I_{Bmin} = I_{Csat}/\beta \quad (4.2)$$

Utilizando la ecuación (4.2) y un transistor BC547 con β de 200, se tiene:

$$I_{Bmin} = 75 \mu A.$$

Para asegurar que está en saturación consideramos una corriente 3 veces mayor dada por la ecuación (4.3) :

$$I_{Basat} = 3I_{Bmin} \quad (4.3)$$

Analizando la malla de voltajes a la entrada del circuito se obtiene la ecuación (4.4):

$$V_{in} = (I_{Bsat}R_1) + V_{BEsat} \quad (4.4)$$

Sustituyendo $V_{BEsat} = 0.75 \text{ V}$ y un voltaje $V_{in} = 1.75 \text{ V}$, en la ecuación (4.4), encontramos el valor de R_1 necesario para llevar al transistor a saturación:

$$R_1 = 4.44 \text{ k}\Omega$$

4.3 CIRCUITO MONOESTABLE.

Este bloque utiliza un circuito integrado temporizador LM555 que tiene aplicaciones como osciladores de onda cuadrada, generadores de rampa, multivibradores de un disparo, alarmas contra robo y para monitorear voltajes.

La figura 4.4 muestra los elementos externos para funcionamiento en configuración monoestable.

La figura 4.4 es un diagrama del circuito que utiliza el CI LM555 para operación monoestable. Cuando un pulso que va a negativo (\downarrow) se aplica a la terminal 2, la salida se va a alta durante un tiempo dado por la ecuación (4.5):

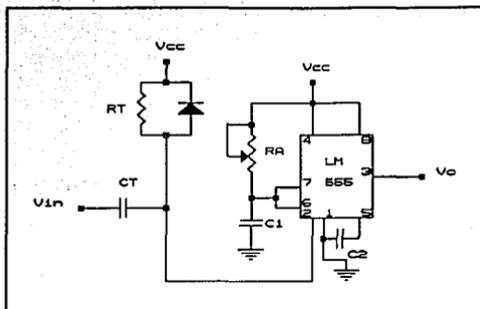


Figura 4.4 Configuración monoestable del CI LM555.

$$t_{\text{alta}} = 1.1 R_A C \quad (4.5)$$

El voltaje en C se eleva en forma exponencial con una constante de tiempo determinada por R_A y C. Cuando el voltaje en el capacitor alcanza $2/3 V_{cc}$, provoca que la salida (terminal 3) del CI cambie de alto a bajo (\downarrow).

El tiempo t_{alta} se conoce, ya que son los pulsos de entrada del temporizador LM555 a una frecuencia del doble de la línea, la ecuación (4.6) nos proporciona el valor t_{alta} :

$$t_{\text{alta}} = 1 / 2f_{\text{línea}} \quad (4.6)$$

Obteniendo:

$$t_{\text{alta}} = 8.33 \text{ ms}$$

Fijando el valor de $C = 0.33 \mu\text{f}$ el valor de R_A máxima es :

$$R_A = t_{\text{alta}} / C \ln (3) = 22.9 \text{ k}\Omega$$

Para información adicional sobre el funcionamiento del circuito integrado recurrir al apéndice A.

Debido a la alta sensibilidad del monoestable, es necesario el circuito formado por R_1 , C_1 y el diodo obteniendo un pulso único de salida para uno de entrada, el diodo evita que el temporizador LM555 tenga efecto de disparo en el flanco de subida (↑) del pulso de entrada V_{in} .

La constante de tiempo de R_1 y C_1 debe ser pequeña con respecto al intervalo de tiempo de salida t_{alta} . La ecuación (4.7) es el resultado de analizar este circuito que es similar al anterior:

$$t_x = R_1 C_1 \ln (3/2) \quad (4.7)$$

Para obtener los valores de R_1 , C_1 , fijamos el valor de t_x :

$$t_x = 1/2 t_{\text{alta}}$$

Donde:

$$t_{\text{alta}} = 8.33 \text{ ms}$$

sustituyendo en la ecuación (4.7) y fijando el valor del capacitor $C_1 = 0.33 \mu\text{f}$ obtenemos el valor de R_1 :

$$R_1 = 31.12 \text{ k}\Omega$$

4.4 CIRCUITO DE POTENCIA.

El diseño de ésta etapa consta principalmente de un circuito que aísla la parte de control de la etapa de potencia.

El MOC 3011 realiza el acoplamiento óptico, debido a que cuenta internamente con un triac de baja potencia activado por luz infrarroja, el cual va a proporcionar las señales de control hacia otro dispositivo electrónico de mayor potencia.

A continuación en la figura 4.5 se mostrará la configuración interna del MOC 3011 así como la circuitería utilizada.

De las especificaciones del MOC 3011 se tiene que una corriente de 10 [mA] que circule por el led es suficiente para encender el triac interno acoplado ópticamente. La señal de entrada son pulsos de 5 V, de esta manera podemos calcular el valor de R_3 con la siguiente expresión:

$$R_3 = V_{in}/I_{máx} = 5/10 = 500 \Omega$$

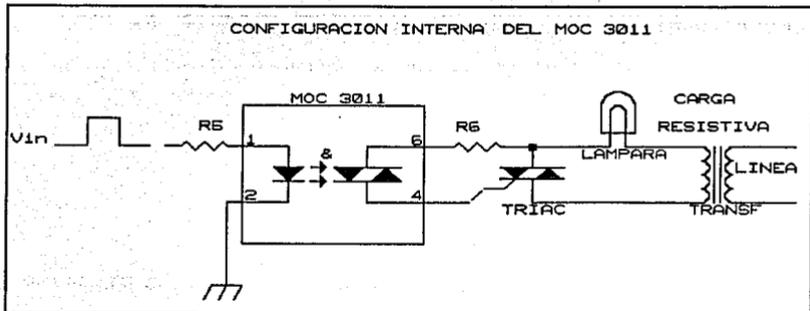


Figura 4.5 Configuración interna del MOC3011.

R_6 se calcula con la corriente máxima que soporta el triac a la salida del MOC 3011 y el voltaje de entrada pico que producen los valores de voltaje y corriente máximos de entrada para encontrar el valor de R_6 mínima.

$$R_{6\text{mínima}} = V_{\text{in pico}} / 1.2 \text{ A}$$

$$R_{6\text{mínima}} = 14.14 \ \Omega$$

Por la que se puede utilizar una resistencia comercial de:

$$R_{6\text{mínima}} = 15 \ \Omega$$

Ahora, con las especificaciones del triac de potencia, se tiene que el voltaje de entrada V_{in} necesario para disparar el triac,

estará dado por la malla de voltajes de entrada, calculando este voltaje por la siguiente relación:

$$V_{inT} = R_6 I_{GT} + V_{GT} + V_{TM}$$

$$V_{inT} = (15 \Omega)(10 \text{ mA}) + 1.25 \text{ V} + 1.7 \text{ V}$$

$$V_{inT} = 3.1 \text{ V}$$

En las expresiones anteriores:

I_{GT} = Corriente de disparo de la compuerta.

V_{GT} = Voltaje de disparo en la compuerta.

V_{TM} = Voltaje entre terminales principales
en el estado de encendido.

4.5 INTERFAZ PARA SENSAR ESTIMULO FOTICO.

La lámpara es un dispositivo eléctrico que cierra el circuito de la etapa de potencia con la línea de C.A.

Debido a que la línea de C.A. puede fallar (falso contacto, falta de alimentación), que el filamento llegue a fundirse o en general se pierda la continuidad en la malla. Cualquiera de éstas fallas, se reflejará, en el hecho de que la lámpara no emita luz; condición que es detectada por el circuito de la figura 4.6.

En el circuito formado por la lámpara, el triac y la línea de C.A., se ha intercalado en serie un transformador que proporciona

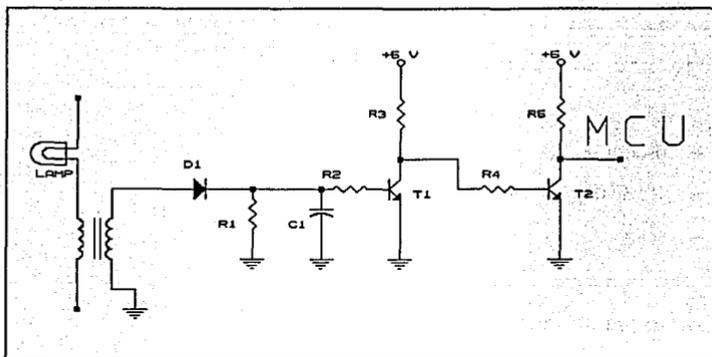


Figura 4.6 Circuito detector de falla en el estimulador fótico.

una señal de C.A. que es rectificada y enviada a un transistor para obtener señales TTL, las cuales son recibidas en el puerto E (PORT E) del microcontrolador. Si ocurre una falla en la etapa de potencia, ésta es registrada por el microcontrolador, y al programarse el estímulo fótico se desplegará en la pantalla de cristal líquido la señal de error apropiada.

4.6 INTERFAZ DE CONTROL.

Cuando se ejecuta el experimento y el estímulo fótico está programado, el microcontrolador envía un pulso de habilitación a los circuitos electrónicos de control, que activan la fuente de alimentación del estimulador fótico como se muestra en la figura 4.7.

CAPITULO 5

DISEÑO DEL BEBEDERO Y CIRCUITOS ASOCIADOS

El objetivo principal del bebedero es proporcionar líquido al animal con el que se esté trabajando, en algunas pruebas el animal se encuentra sometido a los efectos causados por fármacos (ansiolíticos) que producen ansiedad desmedida por obtener líquido, en otras se encuentra bajo condiciones normales, pero de cualquier forma interesa poder determinar la cantidad de agua o líquido que el animal consume durante un cierto período de tiempo o bien en forma diferencial, esto es, cantidad bebida entre consumos sucesivos.

En el proyecto realizado solo es posible obtener las lecturas durante un intervalo de tiempo, obteniendo muestras a frecuencia constante.

5.1 CIRCUITOS DEL BEBEDERO

El bebedero típico está formado por una probeta graduada y un tubo de acero inoxidable que penetra al interior de la caja de Skinner, este tubo tiene en la punta una pequeña perforación para que el líquido solamente salga cuando la lengua del animal haga contacto con esta perforación. Con este tipo de bebedero es necesario que el investigador tome la lectura inicial y final para determinar la cantidad consumida por el animal, y además no puede tomar lecturas mientras se está desarrollando el experimento. Para resolver esta situación se diseñó un circuito electrónico de medición utilizando un fototransistor y diodos emisores de luz infrarroja; para comprender mejor el funcionamiento de este dispositivo observe la figura 5.1 donde se muestra un esquema del sistema de medición.

De la figura 5.1 podemos observar que la luz infrarroja emitida por el diodo es reflejada en el flotador, que para este efecto cuenta con una superficie reflejante, la luz reflejada es recibida por el fototransistor, en el cual circula una corriente proporcional a la luz recibida; al consumirse líquido, el flotador se aleja de la fuente luminosa provocando de esta manera que la cantidad de luz recibida por el fototransistor varíe, cambiando así la corriente de colector, ésta última es la que nos proporciona una indicación del nivel de líquido, al cambiar el voltaje de colector.

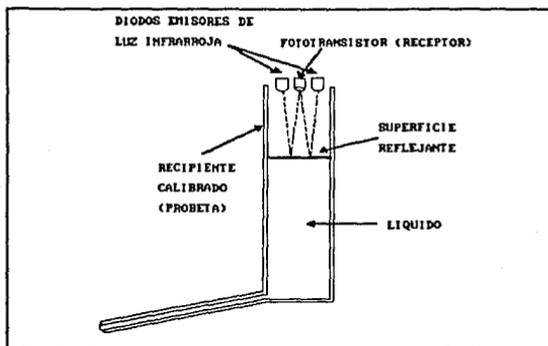


Figura 5.1 Medición de nivel de líquido.

El circuito electrónico diseñado es el mostrado en la figura 5.2.

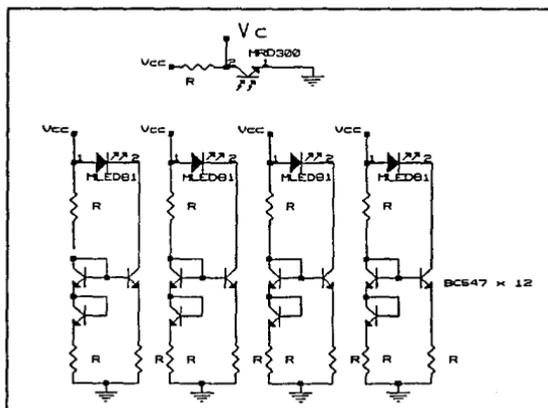


Figura 5.2. Circuito electrónico para medición de nivel de líquido.

5.2 GRAFICAS DE COMPORTAMIENTO DEL BEBEDERO

El comportamiento del voltaje de colector del fototransistor con respecto al nivel de líquido fué determinado experimentalmente, ya que tiene una variación no lineal; de esta manera se obtuvo un comportamiento como el de la gráfica mostrada en la figura 5.3.

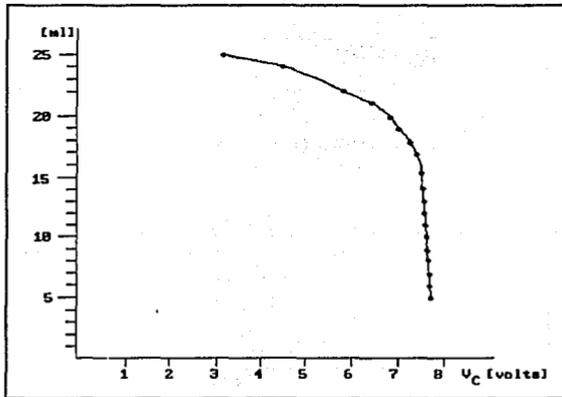


Figura 5.3 Comportamiento del bebedero V_c vs. ml.

Como se observa en la gráfica, el voltaje de colector tiene una componente de corriente directa (C.D.), por lo cual, para poder realizar la medición es necesario modificar este nivel y adecuar la amplitud de la señal a que corresponda con valores que puedan ser manejados por el microcontrolador. Donde, por medio de programación será obtenida la lectura en mililitros (ml). y desplegada en la pantalla de cristal líquido, de esta forma el

usuario tiene acceso a la información sin interrumpir el desarrollo del experimento.

Debido a la relación no lineal entre V_C y cantidad consumida en ml. se planteó como solución la aproximación de dicha curva por medio de segmentos de recta, los cuales pueden ser simulados más fácilmente por medio de programación.

Con lo anterior se obtiene un comportamiento como el mostrado en la figura 5.4, así los datos adquiridos por medio del convertidor analógico digital (A/D) con que cuenta el microcontrolador sirven para evaluar la ecuación correspondiente a cada segmento de recta¹.

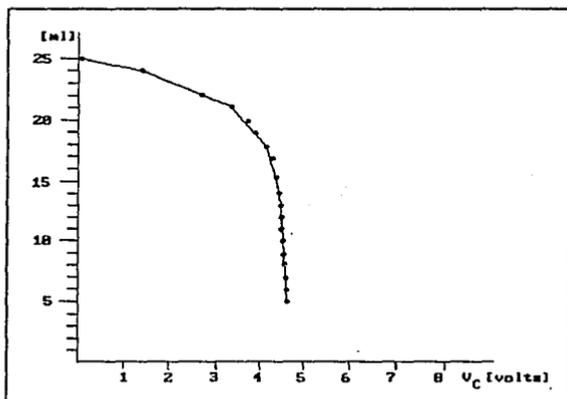


Figura 5.4 Aproximación del comportamiento V_C vs. ml.

¹ Recuerde que el voltaje de colector es proporcional a el nivel de líquido en [ml]

Finalmente por medio del procedimiento anterior se obtiene una aproximación de la cantidad de líquido consumida por el animal, además estos datos pueden ser almacenados para un análisis posterior.

5.3 INTERFAZ PARA MEDIR NIVEL DE LIQUIDO.

Las variaciones de corriente que hay en el fototransistor mostrado en la figura 5.2, ocasiona cambios de voltaje que entran a un circuito amplificador-cambiador de nivel como el que se muestra en la figura 5.5.

Este circuito nos entrega una señal proporcional a las fluctuaciones de nivel de líquido, que son registradas por el convertidor A/D del microcontrolador (PUERTO E).

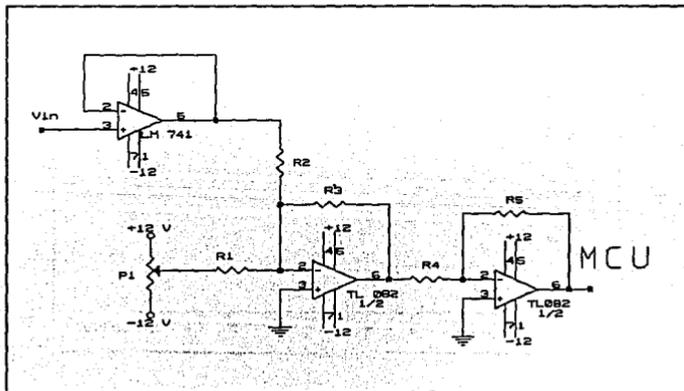


Figura 5.5. Circuito del medidor de líquido.

5.4 CIRCUITO DE CONTROL

El circuito de control para el bebedero es el que se muestra en la figura 5.6.

Cuando se ha seleccionado el bebedero, el microcontrolador manda un pulso de duración igual al tiempo programado a un optoacoplador y este energiza un circuito de potencia el cual le proporciona la polarización a todos los circuitos del bebedero. Siendo posible durante este tiempo que el microcontrolador realice mediciones y despliegue los resultados correspondientes.

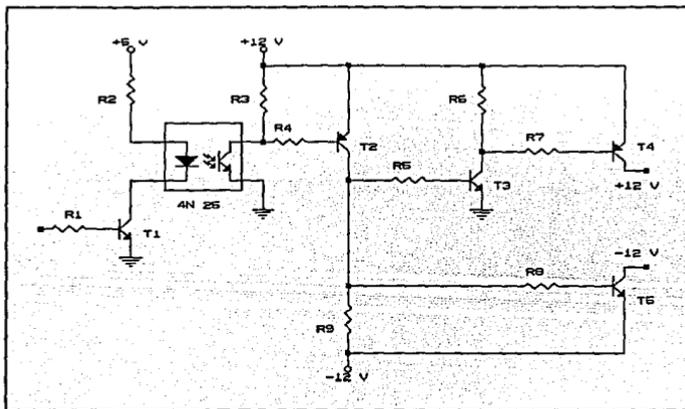


Figura 5.6. Circuito de control de el bebedero.

CAPITULO 6

DISEÑO DEL COMEDERO Y CIRCUITOS ASOCIADOS

El uso principal que tiene el comedero es el de proporcionar alimento (pellets) al animal en observación. Esto es utilizado por el investigador para poder dar un premio al animal o ver la capacidad de respuesta de éste, al recibir un estímulo.

Además de proporcionarle alimento al animal, también se contabiliza el número de veces que es oprimida la palanca; con esta información se determina el comportamiento del animal ante diferentes situaciones o condiciones dadas por el investigador.

6.1 FUNCIONAMIENTO DEL COMEDERO.

El sistema del comedero consta de un depósito donde se va a tener el alimento, este depósito tiene un orificio en la parte inferior para que por ahí puedan ir saliendo uno a uno los pellets, los cuales van a ser colocados en una leva, la que los llevará a un ducto que se encarga de llevarlos hasta el recipiente al que

tiene acceso el animal.

La leva se acciona por medio de un solenoide y éste a su vez por medio de un circuito electrónico activado por la palanca que se encuentra acoplada mecánicamente a un interruptor.

En la figura 6.1 se muestra el funcionamiento del comedero.

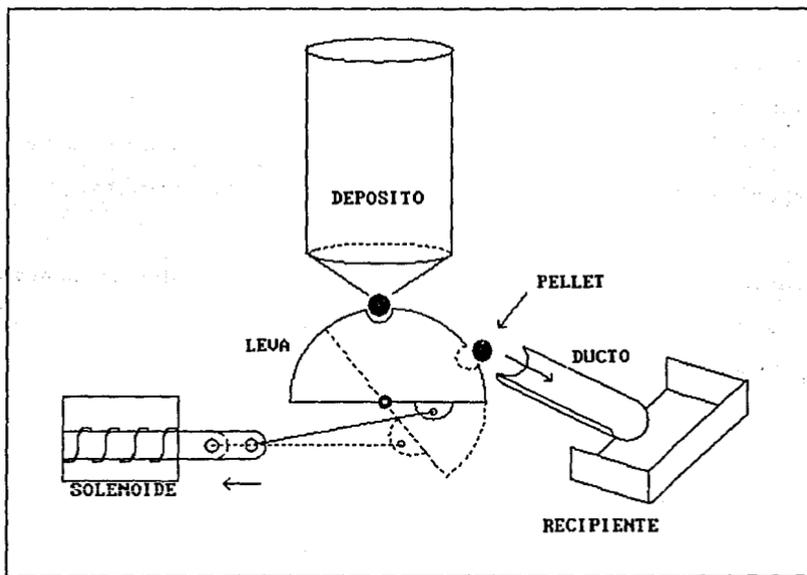


Figura 6.1 Comedero.

6.2 CIRCUITO DEL COMEDERO.

En la figura 6.2 se muestra el circuito del comedero. Cuando la palanca es accionada se cierra el interruptor, disparando el circuito monoestable que activa la etapa de potencia, estableciendo un circuito de baja impedancia con tierra en una de las terminales del relevador, esta etapa fué diseñada para soportar una corriente de 4 A, y se construyó con un arreglo de transistores en configuración darlington. La otra terminal del relevador es conectada a la fuente de alimentación, que a su vez es activada por medio de la interfaz con el microcontrolador.

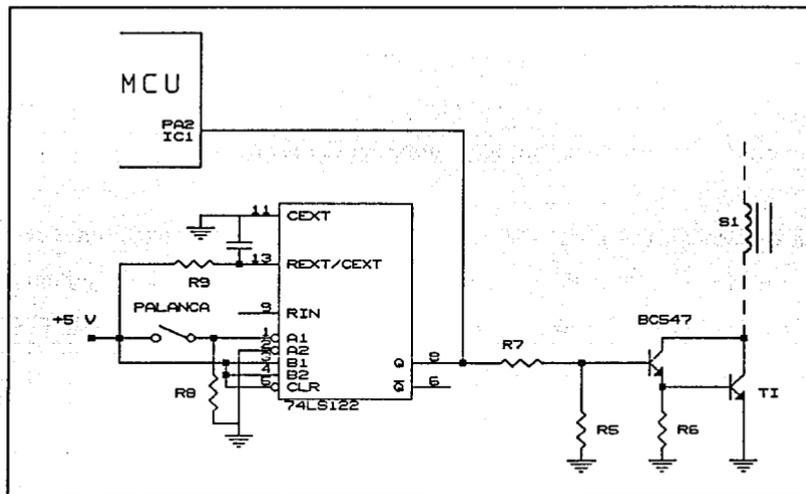


Figura 6.2 Circuito del comedero.

Cada vez que hay un pulso en la salida del monoestable, sabemos que la palanca ha sido oprimida por el animal, esta señal entra al puerto A del microcontrolador, para así poder contar el número de veces que la palanca a sido accionada.

6.3 INTERFAZ DEL COMEDERO.

El microcontrolador activa una fuente de C.D. que sirve de alimentación al circuito del comedero, tiene capacidad para entregar una corriente hasta de 4 A a 12 V_{CD}, la fuente permanece activa durante el tiempo que se haya programado, de esta manera el animal solo puede obtener alimento en el intervalo de tiempo fijado. La interconexión del comedero con el microcontrolador se realiza usando un optoaislador, protegiendo de esta manera al sistema de control contra fallas en la etapa de potencia (sobrecorrientes y sobrevoltajes).

La construcción se llevó a cabo utilizando un CI 4N25, resistores y un arreglo de transistores en configuración darlington. El circuito es mostrado en la figura 6.3., y en la figura 6.4 se muestra el circuito completo del comedero.

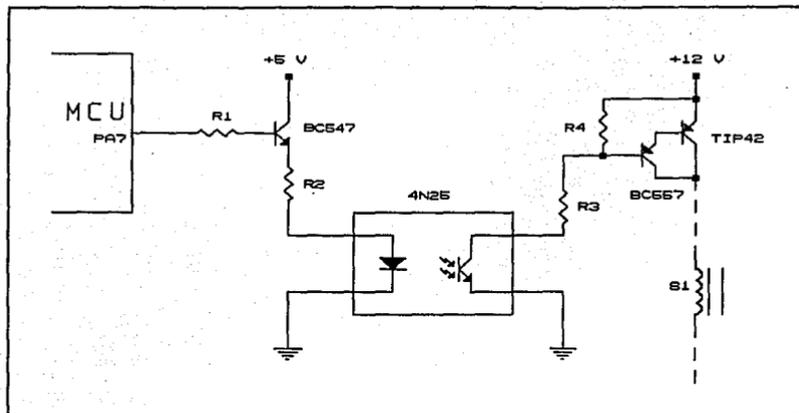


Figura 6.3 Fuente de alimentación del comedero
activada por el microcontrolador.

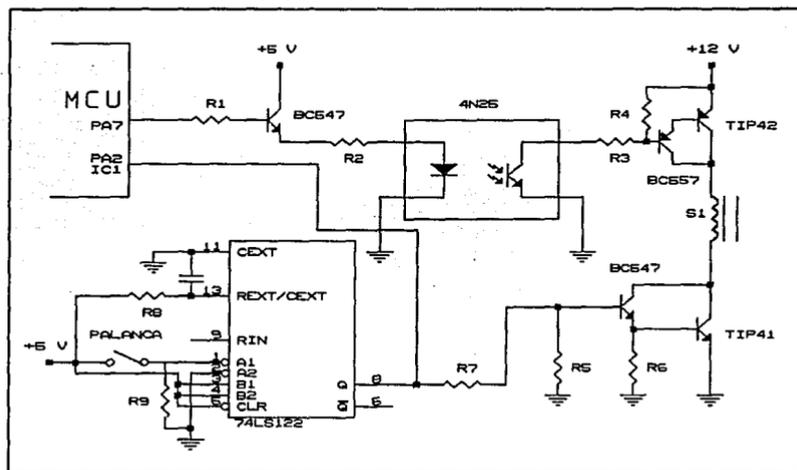


Figura 6.4 Circuito completo del comedero.

CAPITULO 7

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Durante el diseño del sistema se vió la necesidad de controlar y medir señales eléctricas, ya que representan variables que pertenecen a los diferentes estímulos, entre las que se encuentran: magnitud de voltaje y frecuencia en el estimulador acústico, frecuencia y corriente del estimulador eléctrico, niveles de líquido del bebedero y el número de veces que se oprime la palanca, además se controla la activación de los estímulos y la detección de las señales de error.

Las señales analógicas como frecuencia, corriente y voltaje son ajustadas por medio de controles externos accionados manualmente. Para efecto de control, estas variables dependen del estímulo con que se esté trabajando, por ejemplo: El estimulador eléctrico sólo tiene como variables a controlar corriente y frecuencia.

Para simplificar la forma en que tradicionalmente se llevan a cabo este tipo de experimentos es indispensable contar con un sistema de control sofisticado, que necesariamente debe ser

programado, con el cual se seleccione y active el (los) estímulo(s) y además sean registradas las variables.

La comunicación del usuario con el sistema de control se lleva a cabo con un teclado y una pantalla de cristal líquido (LCD), logrando con esto un análisis más sencillo de los resultados y de la selección de los estímulos.

A continuación se expone la manera en que fué seleccionado el microcontrolador, que lleve a cabo las funciones mencionadas.

7.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL.

Un microcontrolador es un dispositivo electrónico capaz de realizar operaciones aritméticas y lógicas con información que puede entrar o salir del dispositivo, dependiendo si se reciben datos o se entregan resultados.

Con el uso del microcontrolador es posible realizar la evaluación de eventos en tiempo real y procesar automáticamente los datos. Además, es posible determinar y cambiar, los programas y datos de acuerdo a una necesidad específica.

Entre una gran variedad de microcontroladores, se seleccionó el MC68HC11E9 de Motorola para realizar el trabajo de control de nuestro sistema electrónico. El cual debe manejar un número

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

determinado de variables (tiempo, voltaje, corriente y señales de error), que pertenecen a estímulos, sensores, y sistemas de protección. Por esto el microcontrolador debe contar con puertos de entrada y salida, los de entrada se utilizan para la comunicación con el teclado, para sensar fallas, y para la obtención de datos en los estímulos; los puertos de salida, son usados para activar los diferentes estímulos, y también para presentar información en la pantalla de cristal líquido.

Además es necesario que el microcontrolador cuente con un convertidor analógico-digital (A/D), ya que se deben procesar señales analógicas (voltaje y corriente). Para el análisis de estas señales es suficiente que el convertidor sea de 8 bits, ya que la precisión obtenida con esto, es la adecuada para las aplicaciones dentro de la caja de Skinner.

Como ya se mencionó, de los microcontroladores que fabrica MOTOROLA, se eligió el microcontrolador MC68HC11E9, ya que este circuito combina tamaño reducido y altas velocidades con bajo consumo de potencia y alta inmunidad al ruido. Por estas características el MC68HC11E9 es ideal para la presente aplicación.

El microcontrolador seleccionado contiene un sistema de memoria

con 12 Kbytes de ROM, 512 bytes de EEPROM y 512 de RAM. Además, incluye un convertidor analógico-digital con 8 canales de 8 bits, una interfaz de comunicación serial asíncrona, una interfaz periférica serial síncrona, cuenta también con un sistema temporizador, formado por un contador de carrera libre que trabaja en conjunto con tres líneas de entrada de captura, cinco líneas de salida de comparación, y una línea que permite el uso de interrupciones en tiempo real.

Además, cuenta con un acumulador de pulsos de 8 bits que puede utilizarse para contar eventos o medir períodos de señales externas, y con un sistema de monitoreo para protección contra fallas en el sistema; por ejemplo, un sistema que vigila la operación adecuada (Computer Operating Properly COP) y protege contra errores de software, otro sistema de protección es el de monitoreo de reloj, que genera un reset en caso de que cambie la velocidad del oscilador. La figura 7.1 muestra el diagrama a bloques interno del MC68HC11E9.

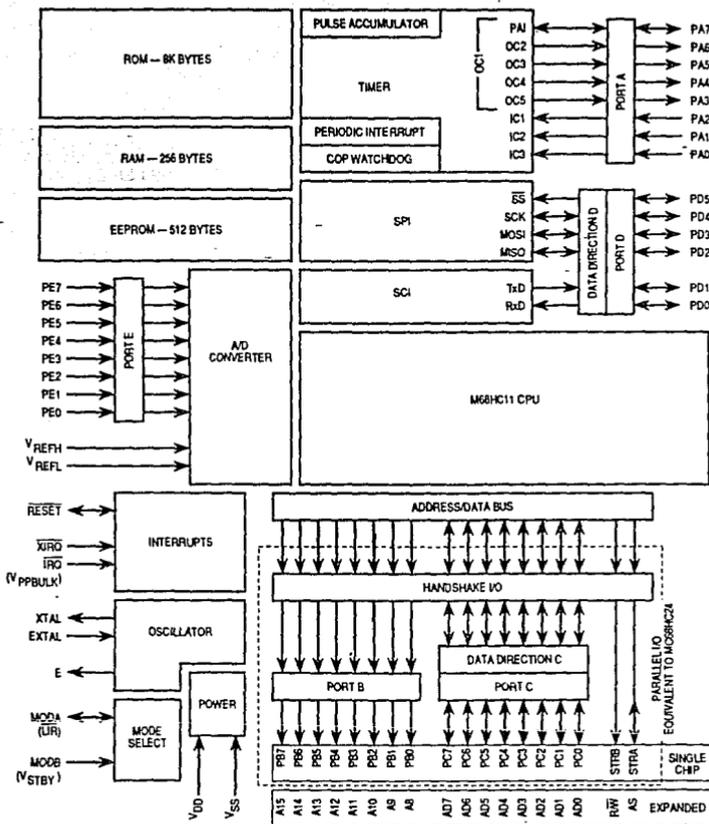


Figura 7.1 Diagrama a bloques del MC68HC11E9.

7.2 DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DEL SISTEMA.

Para el diseño de la arquitectura del sistema se tomó como estructura principal la capacidad de direccionamiento de memoria del MC68HC11E9, como se muestra en la figura 7.2.

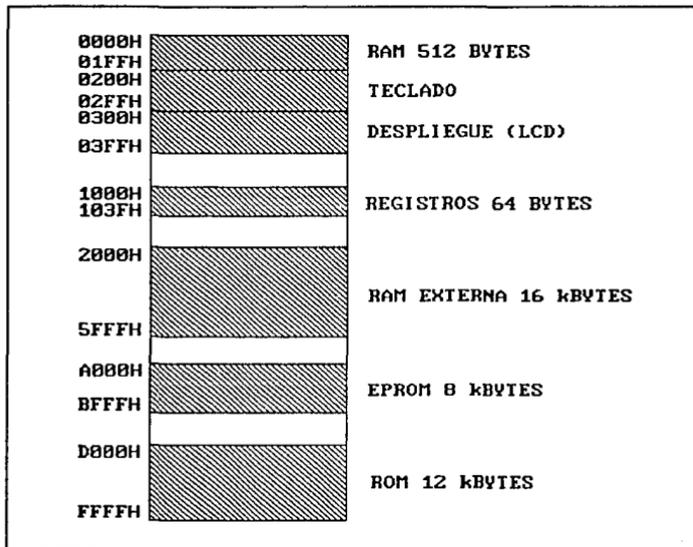


figura 7.2 Mapa de memoria del MC68HC11E9.

De la figura 7.2, se observa que en modo simple, el MC68HC11E9 cuenta con una memoria RAM de 512 bytes que va de la localidad 0000H a la 01FFH, también cuenta con un bloque de 64 bytes donde se localizan los registros que controlan: Los puertos de entrada-

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

salida de datos, el sistema temporizador, ubicación de memoria RAM y EEPROM etc. y se localizan desde la localidad 1000H a la 103FH, una memoria EEPROM de 512 bytes que va de la B600H a la B7FFH y finalmente se tiene también una memoria ROM de 12 Kbytes y se encuentra localizada de la dirección D000H hasta la FFFFH. En la memoria ROM se tiene un bloque de vectores de salto que fijan la dirección de inicio del programa después de un RESET.

En modo expandido, se cuenta con los mismos espacios de memoria que en modo simple, con la diferencia que éste modo se puede utilizar para direccionar dispositivos externos.

En el primer diseño de la arquitectura del sistema se consideró el uso del microcontrolador en modo simple, pero debido a que el programa total de control de los circuitos del sistema (estimulador fótico, estimulador eléctrico, estimulador auditivo, bebedero y comedero), ocupa una cantidad de memoria que supera los 512 bytes de EEPROM disponibles, además, los datos que se manejan, variables y resultados, ocupan una gran cantidad de memoria RAM, siendo por éstas razones que se optó por utilizar el microcontrolador MC68HC11E9 en modo expandido.

Los espacios vacíos que hay en el mapa de memoria en modo simple son utilizados en modo expandido para direccionar dispositivos

electrónicos externos. Dos memorias RAM de 8 Kbytes cada una (MC6264) son utilizadas para almacenar datos, la primera memoria RAM está ubicada de la dirección 2000H a la 3FFFH, la segunda RAM se encuentra de la dirección 4000H hasta la 5FFFH; además se colocó una memoria EPROM de 8 Kbytes (MC27C64) localizada de la dirección A000H hasta la BFFFH; donde es grabado el programa monitor que permite el funcionamiento del sistema en forma independiente.

También se encuentra en la arquitectura del sistema un teclado matricial y una pantalla de cristal líquido (LCD), el teclado se encuentra decodificado en la parte más baja del mapa de memoria, de la dirección 0200H hasta la 02FFH y es utilizado para introducir datos al microcontrolador, la pantalla LCD es decodificada de la dirección 0300H hasta la 03FFH y es utilizado para indicar acciones y desplegar los resultados, una vez que las variables medidas son procesadas por el microcontrolador.

Cuando el microcontrolador trabaja en modo expandido, el puerto C se encuentra multiplexando los 8 bits menos significativos del bus de direcciones con el bus de datos. El primer valor que presenta el puerto C en sus salidas es la parte baja de las direcciones y enseguida se activa la señal Address Strobe (AS), que en nuestro caso sirve como flanco de captura (Latch Enable) en el circuito integrado (CI) 74HC373 logrando mantener la

dirección mientras se está realizando una operación de lectura o escritura; cuando finaliza la operación, la señal AS es desactivada.

Para decodificar las memorias RAM, la memoria EPROM, el teclado y la pantalla (LCD) se han utilizado, dos decodificadores 74HC138, compuertas NAND 74HC00, el bus de direcciones, las líneas de control Read/Write (R/W) y Address Strobe (AS), que provienen del microcontrolador; y también es usada la señal de reloj (E) para sincronizar los dispositivos externos.

Uno de los decodificadores permite seleccionar cada una de las memorias RAM o la UVEPROM, con lo cual podemos tener acceso a la información almacenada, o modificarla en el caso de la RAM; además nos permite seleccionar uno de los otros dos dispositivos externos (teclado y pantalla LCD).

En la figura 7.3 se muestra el diagrama completo de la arquitectura del sistema en modo expandido.

Las terminales de cada uno de los puertos son utilizadas de la siguiente forma; el puerto A se empleó para medir: La frecuencia del estimulador acústico en la entrada PA0, PA1 para medir la frecuencia del estimulador eléctrico, PA2 para contabilizar eventos y calcular el tiempo de reacción, y las entradas PA3-

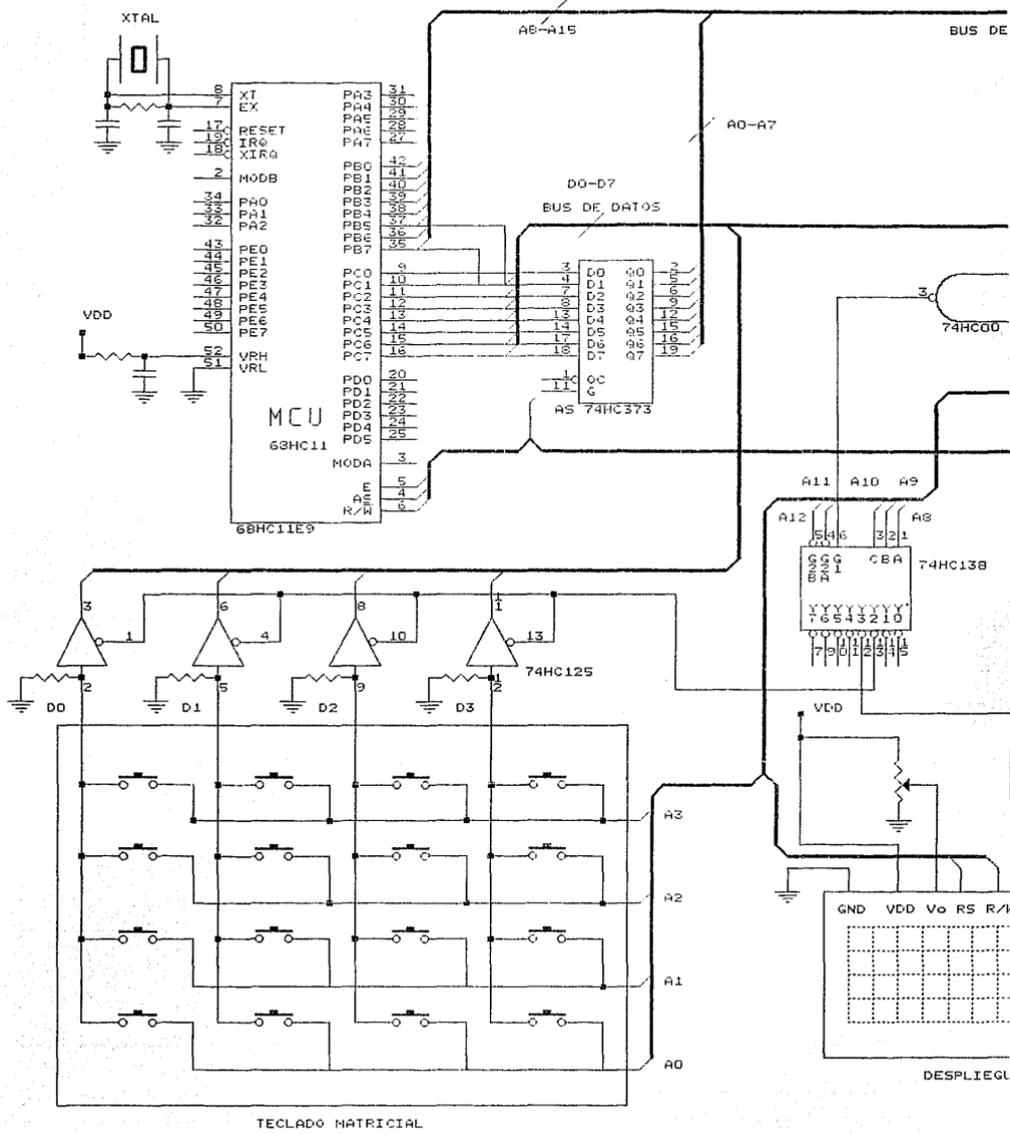
PA7son utilizados para habilitar a los estimuladores, acústico, eléctrico, bebedero, fótico y comedero respectivamente, cabe mencionar que las terminales PA3 y PA7 son bidireccionales.

El puerto B proporciona la parte alta de las direcciones y el puerto C se encuentra multiplexando el bus de datos con la parte baja del bus de direcciones.

El puerto D es de propósito general para señales de entrada-salida, y alternativamente sirve como interfaz de comunicación serie.

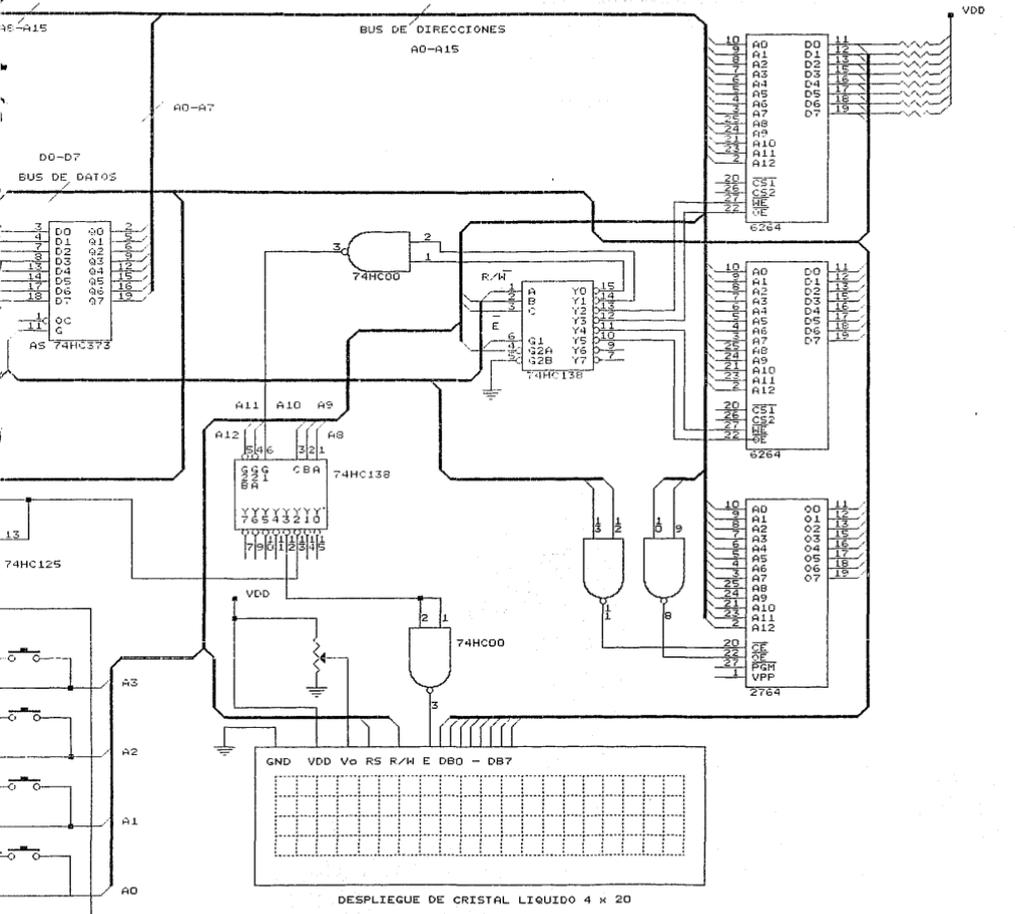
El puerto E es el convertidor analógico digital (A/D) de 8 bits, y es utilizado para medir la magnitud de las señales analógicas del estimulador eléctrico, bebedero y auditivo, a éste puerto le llegan tres señales analógicas en las entradas PE0-PE2 y tres señales digitales en las terminales PE4-PE6.

La entrada PE0 se utilizó para medir corriente en la reja del estimulador eléctrico, PE1 se utiliza para medir la amplitud de voltaje de la señal senoidal del estimulador auditivo, en PE2 se mide la amplitud de voltaje asociada a los niveles de líquido del bebedero, la terminal PE4 se ocupó para detectar si el foco del



TECLADO MATRICIAL

DISPLIEGU



DESPLIEGUE DE CRISTAL LIQUIDO 4 x 20

estimulador fótico esta encendido, en PE5 llega la señal para detectar si existe corto circuito en la reja del estimulador eléctrico, y en la entrada PE6 se detecta si una señal sobrepasa el nivel de 120 dB, ésta es asociada a la amplitud de voltaje y a la frecuencia en el amplificador de potencia del estimulador auditivo.

CAPITULO 8

PROGRAMACION DEL SISTEMA

En este capítulo se tratará a detalle la estructura de la programación que se diseñó para la adquisición de datos y control de las variables del experimento (tiempo, frecuencia, corriente etc.). Explicando ampliamente los diagramas de flujo del programa e incluso, algunas de las principales características del microcontrolador MC68HC11E9.

En primera instancia se muestra en la figura 8.1 un diagrama de flujo general de la programación.

Del diagrama de flujo se observa que por medio del teclado serán seleccionados y programados los estímulos; entendiendo por programación: Establecer duración, magnitud y frecuencia para los estímulos que así lo requieran, tomando en cuenta que en algunos sólo es necesario programar el tiempo de duración.

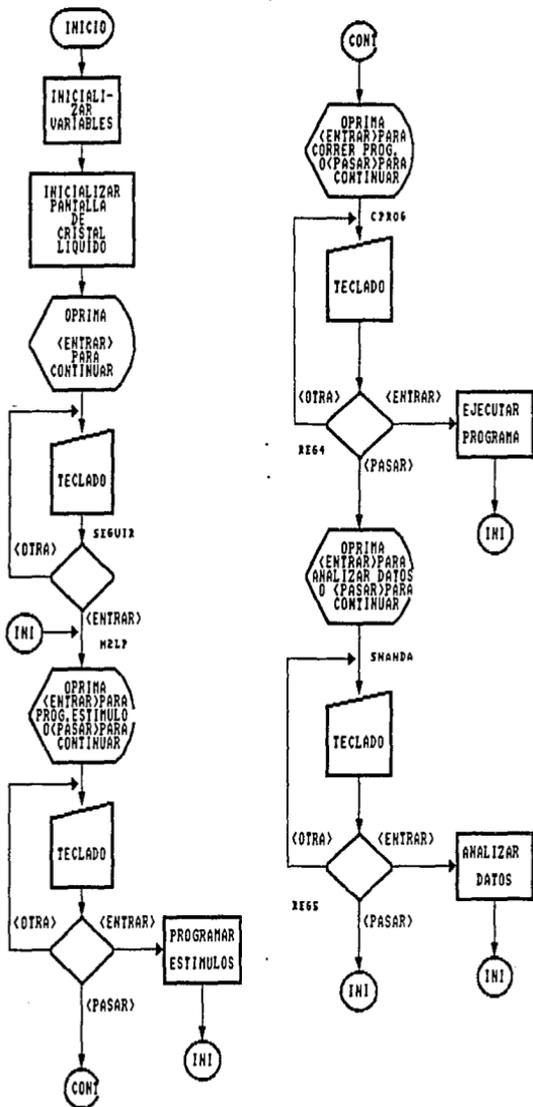


Figura 8.1. Diagrama de flujo del programa monitor.

Se pueden programar uno o más estímulos, según lo establezca el investigador, de ahí que el programa sea cíclico, esto es: Regresa a un menú principal donde se elige continuar programando, ejecutar el programa o analizar los datos una vez que se concluye un experimento.

Para facilitar la comunicación del usuario con el microcontrolador se utiliza una pantalla de cristal líquido (LCD), mediante la cual se interactúa con el investigador para informar de esta manera, que acción se está llevando a cabo, verificando también, que los datos de programación sean correctos, y en su caso mostrar los resultados de la ejecución del programa.

El primer bloque del diagrama indica que al inicio del programa son declaradas todas las variables y espacios de memoria que ocuparán las subrutinas. Enseguida se establecen cuantos renglones de la pantalla (LCD) se utilizarán, si la escritura será de izquierda a derecha, la posición inicial del cursor, etc. a este bloque se le designó inicialización de la pantalla de cristal líquido.

A continuación en la pantalla aparece un letrero de acceso al usuario y se ejecuta la subrutina del teclado para que se tenga acceso al menú de programación del estímulo, si se desea programar algún estímulo debe oprimirse la tecla <ENTRAR> y en

el siguiente menú puede elegirse uno de los estímulos, una vez que se termina de programar un estímulo el programa regresa a preguntar si se va a programar otro, este ciclo se repite cuantas veces sea necesario para completar el experimento.

Al terminar de programar los estímulos se oprime la tecla <PASAR> y en la pantalla se proporcionan dos opciones: Ejecutar el programa o no, para ejecutarlo se oprime <ENTRAR> e inmediatamente son activados los estímulos programados, al terminar la ejecución el programa retorna a la pantalla de programación de estímulo, donde será necesario oprimir <PASAR> dos veces para llegar a la pantalla de análisis de datos, ahí serán proporcionados los resultados del experimento que se haya realizado, cuando se terminan de observar los resultados, el programa nuevamente regresa a la pantalla de programación de estímulos.

Desde luego, y como se visualiza en el diagrama de flujo es necesario que se realice la subrutina de lectura del teclado entre cada uno de los bloques comentados antes.

8.1 PROGRAMACION DE LOS ESTIMULOS.

Una vez que se selecciona para programación uno de los estímulos (se oprimió <ENTRAR>) debe activarse éste, lo que se logra almacenando el Registro de Estímulos Programados (REP localidad 4060H de RAM) en el registro de datos del puerto A (PORTA dirección 1000H en el bloque de registros de control). En el REP cada uno de los estímulos tiene un bit asignado, el cual se fija en un '1' cuando el estímulo debe activarse y en un '0' cuando está inactivo.

De esta manera se asignó el bit 3 (REP3) al estimulador auditivo, el REP4 al estimulador eléctrico, REP5 al bebedero, REP6 al estimulador fótico y REP7 al comedero, correspondiendo cada uno de estos con los bits del puerto A.

Cuando se está programando el tiempo solo uno de los bits de REP se encuentra en '1', por ejemplo REP es igual a 40H (01000000 base dos) mientras se está programando el tiempo del estimulador fótico.

Cuando se van a programar estímulos, la primera opción que aparece en la pantalla de cristal líquido es la de programar el estimulador fótico, si no se desea este, se oprime <PASAR> para continuar y en caso contrario se oprime <ENTRAR>, apareciendo un letrero donde se solicita sea escrito el tiempo que va a durar

el estímulo. Antes de entrar a la rutina de programación del tiempo de duración del estímulo fótico el MCU revisa que no esté activada la señal de error de este estímulo, en caso de que la señal se encuentre activa el MCU no permite que se programe el tiempo y genera una señal de error en la pantalla LCD regresando a la pantalla de programación de estímulos. Las señales de error son muestreadas utilizando el puerto E (PORT E), una señal de error, en el estimulador fótico, está activa cuando se detecta un '0' en la terminal 44 del MCU (PE4). En caso de detectar un '1' el programa continúa en forma normal y entra a la rutina de programación de tiempo.

En el diagrama de flujo de la figura 8.2 se muestra como se realizó el programa de adquisición de datos para fijar el tiempo de duración del estímulo.

Del diagrama podemos notar que una vez que se han inicializado las variables que se van a usar, se verifica si ya ha sido oprimida alguna tecla, si la tecla accionada es <ENTRAR> indica que se ha terminado de programar el tiempo, pero si la tecla que se oprime es <OTRA> (que no sea NUMERICA o <ENTRAR>) se regresa al inicio del programa a esperar que la tecla oprimida sea numérica, en el caso de que la tecla que se oprimió sea numérica tiene que identificarse de que número se trata, almacenarlo y mandar el caracter ASCII correspondiente a la pantalla de cristal

líquido, de ahí se regresa a verificar si no se oprimió otra tecla numérica; si esto sucede se repite todo lo expuesto con anterioridad.

El número máximo de teclas numéricas es tres, pero el programa fácilmente puede ser modificado para aceptar más.

Para lograr esto último sólo es necesario cambiar el valor de una constante dentro del programa, para que el número de teclas oprimidas se compare con un número mayor y no con 3 que es el especificado inicialmente.

Sin modificar el número de teclas que pueden ser oprimidas es posible programar un tiempo máximo de 999 seg. que equivale a 17 minutos aproximadamente.

Este tiempo es suficiente para los propósitos que se persiguen con el estimulador fótico, ya que en una aplicación real es común que el tiempo de duración del estímulo sea menor que este tiempo máximo.

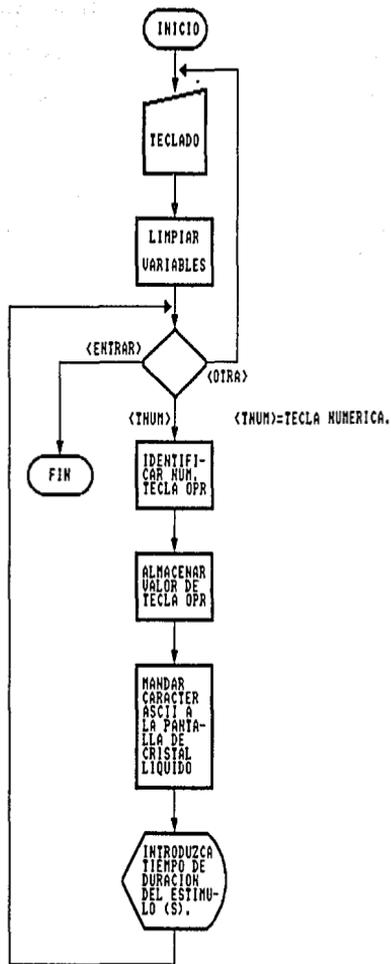


Figura 8.2 Diagrama de flujo para programar el tiempo de duración del estímulo.

Cuando se ha programado el estímulo fótico, el programa regresa a la pantalla de programación de estímulo, si éste es el único estímulo del experimento, puede ser ejecutado de inmediato.

Si no desea programarse el estímulo fótico, puede seleccionarse el estímulo eléctrico, que también requiere que sea programado el tiempo, desde luego las localidades de memoria donde se almacena el tiempo son diferentes para cada estímulo; pero en el estímulo eléctrico, además es necesario saber a que frecuencia se está trabajando. En la figura 8.3 se muestra el diagrama de flujo del programa para determinar la frecuencia de una señal.

Para el programa del frecuencímetro se toma en cuenta la señal cuadrada que viene de un comparador de cruce por cero, esta señal es de la misma frecuencia que la del estímulo.

El microcontrolador tiene internamente un contador de carrera libre, que puede ser utilizado como reloj o en este caso como base de tiempo para medir frecuencia, el contador es de 16 bits (cuenta máxima FFFFH); el reloj que activa a este contador tiene una frecuencia de 1/4 de la frecuencia del cristal (XTAL), que en nuestro caso es de 8 MHz, por lo tanto el contador trabaja a una velocidad de 2 MHz, así un incremento del contador ocurre cada 500 ns; el contador tiene además una bandera de sobreflujo la cual se activa cada vez que el contador pasa de FFFFH a 0000H.

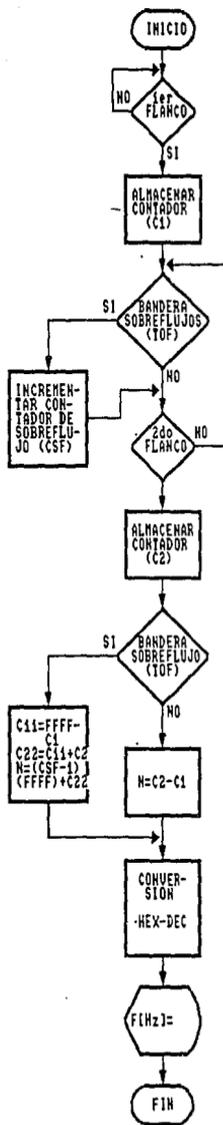


Figura 8.3 Diagrama de flujo del programa del frecuencímetro para la señal del estimulador eléctrico y auditivo.

Para la frecuencia del cristal con que se está trabajando un sobreflujo ocurre cada 32.77 ms (conteo desde 0000H hasta FFFFH).

El contador de carrera libre es utilizado en conjunto con el puerto A (PORT A), para determinar la frecuencia de la señal proporcionada por el estimulador eléctrico o el auditivo, ya que el puerto A del microcontrolador, que es de propósito general, también tiene la posibilidad de programar algunas de las terminales como entradas de captura, esto es: Cada que se presenta una transición de nivel bajo a alto (↑) o de alto a bajo (↓), según se haya programado en el registro TCTL2, es leído el valor del contador en ese instante y almacenado en los registros destinados para esta función (Timer Input Capture TIC1 a TIC3), de ésta manera pueden ser capturados dos diferentes valores del contador de carrera libre para flancos de subida (↑) consecutivos de la señal a la cual se desea determinar la frecuencia, así realizando la diferencia entre estas dos lecturas puede establecerse una relación matemática para obtener la frecuencia.

Es importante resaltar que el rango de frecuencias que se desean medir es de 10 Hz a 20 kHz, incluyendo en este rango la medición de la frecuencia del estimulador auditivo y la del estimulador eléctrico, así un solo programa es utilizado para medir frecuencia en los dos estimuladores.

Para el estimulador eléctrico el rango es de 10 Hz a 150 Hz, el punto crítico se tiene para la frecuencia más baja, ya que se requiere tener, una diferencia en las lecturas del contador de: 30D40H (equivale a un tiempo de 100 ms), que como se observa es mayor a la capacidad del contador (FFFFH).

Cuando se recibe el primer flanco es almacenado el valor del contador de carrera libre en un registro interno del microcontrolador (MCU) llamado TIC1 (Timer Input Capture 1) de ahí se pasa a una localidad de memoria identificada como C1 (La dirección de esta localidad está especificado en el listado del programa) para detectar el segundo flanco se muestrea la bandera de sobreflujo TOF (Timer Overflow Flag), localizada en el bit 7 del registro TFLG2 definido en el espacio destinado a los registros de control, dirección 1025H, en caso de que esté activada ('1') se incrementa un contador de sobreflujos (CSF) definido en una localidad de memoria RAM y se debe limpiar la bandera TOF('0'), esto se logra escribiendo un uno en el bit 7 del mismo registro TFLG2, este proceso ocurre hasta que se presente el segundo flanco (↑), entonces el valor del contador de carrera libre es capturado nuevamente en el registro TIC1 y almacenado enseguida en otra localidad de memoria RAM identificada como C2, terminando de esta manera la detección de los flancos necesarios para determinar la frecuencia de la señal de entrada.

En caso de que no existan sobreflujos ($CSF=0$), se realiza la diferencia del valor capturado (del contador de carrera libre) en el primer flanco con el capturado en el segundo y el resultado es proporcional al período de la frecuencia a la que se está trabajando.

Por ejemplo, para la frecuencia de 20 kHz se tiene entre los valores capturados del contador una diferencia de 100 (64H) que equivale a 50 μs ($100 \times 500 \text{ ns} = 50 \mu s$) y esta diferencia se determinaría por la siguiente expresión:

$$N = C2 - C1$$

Donde:

N es el número buscado

C1, C2 valores capturados (16 Bits)

En caso que si existan sobreflujos ($CSF>0$), el cálculo debe realizarse utilizando las siguientes expresiones:

$$C11 = \text{FFFF} - C1$$

$$C22 = C11 + C2$$

$$N = [CSF - 1][\text{FFFF}] + C22.$$

Donde:

C11 y C22 son valores intermedios necesarios para los cálculos.

CSF es el contador de sobreflujos.

Regresando al ejemplo anterior ($N=64H$ para $f=20000$ Hz) se aprecia que el valor a desplegar debe ser 20000 Hz, valor equivalente a $4E20H$ así tenemos que:

$$X + N = 4E20H$$

Por lo tanto:

$$X = 4E20H - N$$

Sustituyendo $N = 64H$ en la expresión anterior, se obtiene:

$$X = 1E8480$$

Así, la frecuencia para cualquier valor de N estará determinada por:

$$f = 1E8480 \div N$$

La expresión anterior proporciona el valor de la frecuencia en hexadecimal, por lo tanto, es necesario realizar la conversión de hexadecimal a decimal y de este resultado se obtienen los caracteres ASCII correspondientes para mandarlos a la pantalla de cristal líquido.

Una vez que se ha terminado de fijar la frecuencia del estímulo eléctrico se oprime la tecla <ENTRAR> y el programa accesa a la subrutina de medición de corriente por medio del convertidor Analógico-Digital.

Para determinar el valor de la corriente se toma la lectura de voltaje presente en el convertidor A/D, dicha señal es proporcionada por un rectificador de precisión que mantiene una relación de 1 V/mA, de esta manera el convertidor A/D entrega como resultado un valor de FFH para una entrada de 5V, así un 01H equivale a $19.6 \mu\text{A} \approx 20 \mu\text{A}$, que es la resolución del sistema de medición de corriente.

Para poder realizar las conversiones es necesario que el convertidor sea energizado, lo cual se logra por medio de una fuente interna del microcontrolador (MCU), esta fuente es activada por medio del bit 7 del registro OPTION (dirección 1039H), grabando un '1' en este bit se energiza el convertidor, es necesario esperar alrededor de 100 μs para que el voltaje de la fuente se estabilice y las conversiones sean válidas.

Como se sabe hay diferentes tipos de convertidores A/D, en el caso del MCU MC68HC11 se cuenta con un convertidor que utiliza la técnica de redistribución total de carga capacitiva (all-capacitive charge-redistribution) y aproximaciones sucesivas para la conversión. Un circuito simplificado de este convertidor es el mostrado en la figura 8.4.

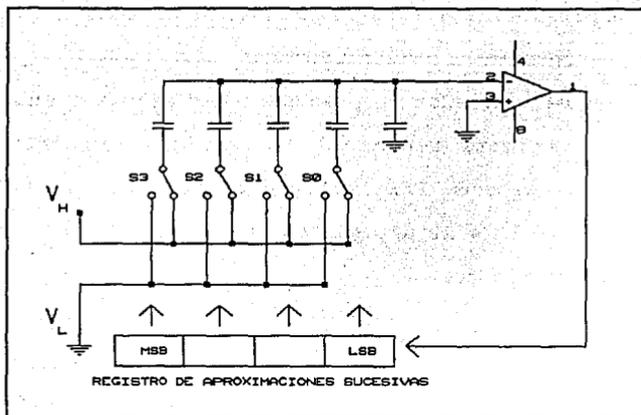


Figura 8.4 Convertidor A/D de redistribución total de carga capacitiva.

Donde V_H es el voltaje de referencia alto y V_L el voltaje de referencia bajo; para que la conversión pueda realizarse en forma adecuada es necesario que los interruptores analógicos (S_0 - S_3) presenten muy baja impedancia aún cuando el voltaje analógico llegue a ser igual a V_{DD} (5 V), por esto, es necesario activar las compuertas de los interruptores analógicos con un voltaje mayor que el de entrada, es por ello que la fuente del convertidor A/D es de alto voltaje (7-8V), que se obtiene usando una bomba de carga (charge pump) accionada por el reloj E interno del MCU (2 MHz), en caso que el MCU esté funcionando a una frecuencia baja, la bomba de carga podría funcionar inadecuadamente, pero se cuenta, en forma alternativa, con otra posible señal de reloj, dada por un circuito R-C interno que es seleccio-

nado por medio del bit 6 del registro OPTION, el reloj activado entonces, también trabaja a una frecuencia típica de 2 MHz. Para el presente proyecto no es necesario hacer uso de el circuito R-C ya que el cristal utilizado como oscilador del MCU es de 8 MHz y así el reloj E es de 2 MHz.

Una vez que se inicia la conversión y se establece si se va a muestrear una sola de las entradas del convertidor o varias (4 máx.), el microcontrolador cuenta con una bandera de término de conversión CCF (Conversion Complete Flag), que por medio del programa está siendo vigilada, y cuando se activa, el valor presente en el registro ADR1 (Analog-Digital Result 1, dirección 1031H) es correcto, siendo almacenado el valor de ADR1 en otra localidad de memoria RAM para realizar un procesamiento posterior. Esto puede ser observado en el diagrama de flujo de la figura 8.5.

Para obtener el valor que se desea desplegar en la pantalla de cristal líquido es necesario multiplicar por dos el valor hexadecimal obtenido durante la conversión y enseguida, convertir el resultado a su equivalente decimal, para posteriormente generar los caracteres ASCII correspondientes.

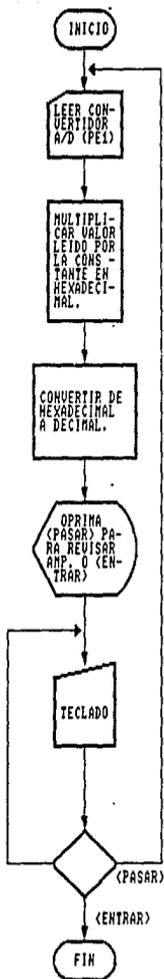


Figura 8.5 Diagrama de flujo del programa para la medición de corriente.

Por ejemplo, si el voltaje de entrada al convertidor (PE0) es de 1 V (recuerde que 1 V equivale a 1 mA) la conversión arrojaría por resultado un 33H, y es almacenado en ADR1 (dirección 1031H), si multiplicamos este resultado por 2 tenemos:

$$33H \times 2H = 66H$$

Que en decimal equivale a:

$$66H = 102_{10}$$

Si el valor anterior (102_{10}) es convertido a caracteres ASCII y además se introduce un punto decimal en el segundo dígito menos significativo se obtiene como resultado en la pantalla de cristal líquido el número: 1.02 siendo este valor la lectura en mA.

Con este procedimiento se tiene un error de 2% respecto al valor real, este error no es crítico para la aplicación que va a tener el miliamperímetro.

El siguiente estímulo que tiene posibilidad de ser programado es el auditivo, el cual utiliza prácticamente las mismas rutinas de programación y medición que las usadas en el estimulador eléctrico, por esto solo se mencionarán los cambios o diferencias que existan entre ambos.

La primer variable que debe ser fijada al programar el estímulo auditivo es el tiempo, y nuevamente tiene diferentes localidades donde se almacena este valor, en este caso el tiempo es almacenado en MEMTEA localizada en la dirección 402CH y pertenece a la RAM.

La rutina para determinar frecuencia del estímulo es exactamente la misma que la usada en el estimulador eléctrico, pero los resultados tienen localidades independientes, para el estimulador auditivo se definió una variable llamada RESVEA y ubicada en la dirección 403CH de RAM.

La amplitud de la señal senoidal debe ser desplegada para que el investigador pueda obtener la intensidad en decibeles (dB) consultando las gráficas proporcionadas en el apéndice B, estas gráficas fueron obtenidas a partir de mediciones en diferentes puntos de la caja, con el objeto de caracterizar el comportamiento de la intensidad de sonido dentro de la caja para diferentes amplitudes y para el rango de frecuencias audibles, obteniendo un comportamiento promedio que es el mostrado en las gráficas.

Así con el valor de la amplitud y la frecuencia, el investigador puede determinar la intensidad de sonido, aproximada, dentro de la caja.

La diferencia principal entre las rutinas de medición de corriente, en el estimulador eléctrico, y la medición de voltaje en el estimulador auditivo, radica en el valor que debe ser desplegado, ya que el conjunto formado por el rectificador de precisión y un amplificador entregan $1 V_{CD}$ por cada $2 V_p$ de la señal de audio, este último valor es el que se desea desplegar, por lo tanto para el valor de 33H (obtenido al entrar 1 V al convertidor) debe multiplicarse por 4H para obtener:

$$33H \times 4H = CCH$$

Convirtiendo este valor a su equivalente decimal:

$$CCH = 204_{10}$$

Si siguiendo un procedimiento idéntico al usado en el estimulador eléctrico el valor que aparecerá en la pantalla es de: $2.04 V_p$

Siendo $10.20 V_p$ el máximo valor que puede ser desplegado, puede calcularse fácilmente que el error es de 2% y se tiene una resolución (lectura mínima) de 0.04 V (40 mV). Estas características proporcionan valores aceptables para las aplicaciones de que son objeto.

A continuación deben ser programados los estímulos secundarios (si se desea) como primera opción puede elegirse el comedero y al seleccionarlo, inmediatamente debe introducirse el tiempo que

permanecerá activo el comedero (está en posibilidad de proporcionar alimento al animal cada vez que se oprime la palanca), ésta variable es la única a programar en el estímulo.

Como resultado de este experimento se tiene registrado el número de veces que el animal oprime la palanca, esto se logra introduciendo la señal que sale del monoestable por la terminal 31 del MCU (PA3) y configurando ésta entrada como captura de pulsos y habilitando las interrupciones.

Lo anterior permite que el MCU realice otras tareas y no haya necesidad de estar muestreando la entrada a que está conectada la palanca, y sólo cuando se oprime ésta, se interrumpa la ejecución del programa y sea incrementado un contador, para que al finalizar el experimento se pueda conocer el total de veces que se oprimió la palanca.

Otro valor que es importante registrar es el tiempo que transcurre entre 2 activaciones sucesivas de la palanca; para lograrlo se cuenta con el reloj diseñado por medio de las interrupciones del contador (RTI), así cada sobreflujo genera una interrupción cada (32.7 ms), incrementando un contador hasta que hayan ocurrido un número de interrupciones suficientes para acumular un tiempo de 1s aproximadamente, a partir de este "segundero", es relativamente sencillo llevar el tiempo de duración de los

estímulos, así cada que se oprime la palanca se registra el tiempo actual del reloj y en la siguiente activación de la palanca se realiza la diferencia de tiempo entre una y otra.

Si no fué seleccionado, o ya se terminó de programar el comedero puede elegirse programar el bebedero, donde, además de establecer el tiempo durante el cual se harán mediciones, también se fija el tiempo entre medición y medición, realizándose a intervalos constantes una vez que se proporciona este tiempo.

Para realizar el despliegue de la cantidad de líquido ingerida por el animal es necesario hacer uso, nuevamente, del convertidor analógico digital. El voltaje proporcionado por el bebedero entra en la terminal 47 del MCU (PE2).

Como se recordará en el capítulo 5 se mostraron las gráficas del comportamiento del voltaje de los sensores contra la cantidad de líquido en ml, y como fué adecuada esta señal para ser compatible con los niveles de voltaje que maneja el MCU. Después de adecuar los niveles, ya estamos en posibilidad de medir voltaje en el convertidor A/D, el voltaje medido es inmediatamente comparado para determinar a que intervalo pertenece y de esta manera poder seleccionar que ecuación de las diferentes rectas va a ser evaluada con el valor resultante de la conversión A/D, recuerde que el comportamiento del bebedero (V_c vs. ml) se aproximó por

medio de segmentos de recta, definidos para diferentes intervalos de voltaje.

Finalmente, para el despliegue es necesario convertir el valor hexadecimal, resultado de evaluar una ecuación, a su equivalente decimal y de ahí a caracteres ASCII.

A continuación en la figura 8.6 se muestra el digrama de flujo del programa usado.

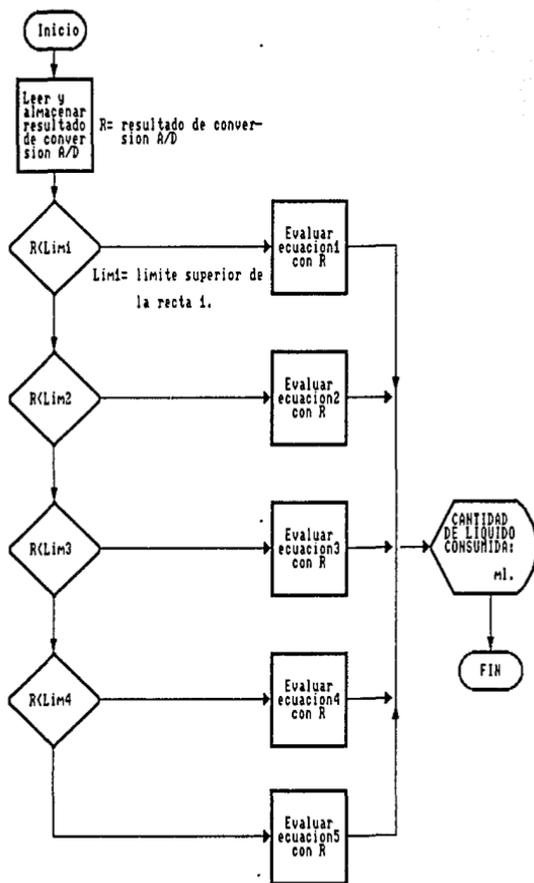


Figura 8.6 Diagrama de flujo para el programa que determina el nivel de líquido.

CAPITULO 9

DISEÑO DE LAS FUENTES DE ALIMENTACION

Los circuitos electrónicos necesitan un voltaje de C.D. para polarizarse. Como la energía eléctrica se distribuye en C.A. es necesario disponer de un circuito que convierta la señal de C.A. en C.D. con un pequeño rizado y poca variación ante cambios en el valor de la corriente que demanda la carga.

Para obtener una fuente que se aproxime a las características de una ideal, se requiere del empleo de un sistema regulador como se indica en la figura 9.1.

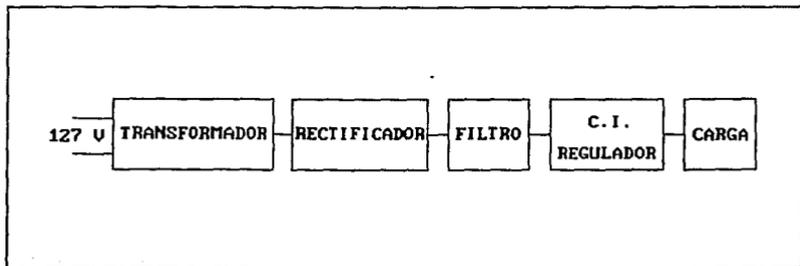


Figura 9.1 Diagrama a bloques de una fuente de poder regulada.

9.1 CIRCUITOS DE CARGA.

La carga es la etapa final de una fuente de poder, y el diseño de ésta fuente, es función de la cantidad de corriente que pueda demandar dicha carga. Por lo tanto los circuitos electrónicos realizados para los estímulos: Fótico, auditivo, eléctrico, bebedero y comederero. Influyen en el diseño y construcción de la fuente de poder que polariza los circuitos.

En la figura 9.2 se muestra un diagrama a bloques de la fuente de poder con todos los circuitos que son polarizados, incluyendo-se también el circuito del microcontrolador, el teclado y la pantalla (LCD).

El circuito del estímulo fótico es polarizado con una fuente de 5 V y demanda una corriente total de 70 mA aproximadamente.

El estimulador auditivo utiliza tres fuentes de polarización, 5V para drenar 68 mA, y ± 12 V y drena aproximadamente 510 mA. La polarización de ± 12 V se utiliza para alimentar a la etapa de potencia, los amplificadores operacionales y el VCO.

En el circuito del estimulador eléctrico se utiliza una alimentación de 5 V y 27 mA. Este circuito permite el suministro de energía a un transformador, que en forma independiente alimenta a los demás circuitos del estimulador eléctrico.

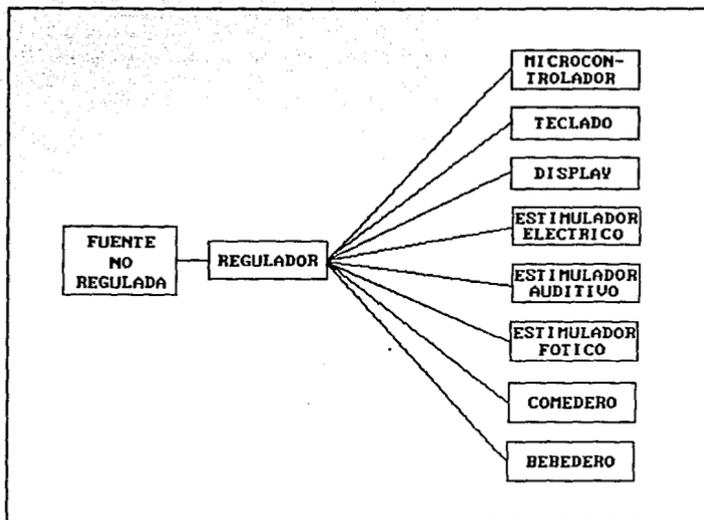


Figura 9.2 Diagrama a bloques de la fuente de poder, circuitos de los estímulos, microcontrolador, teclado y pantalla (LCD).

El circuito electrónico del bebedero se polariza con 5 V y demanda 12mA de ésta fuente, además se utiliza una fuente de ± 12 V con una demanda de corriente aproximada de 210 mA.

En el circuito del comedero se utiliza una polarización de 5 V, con un consumo aproximado de 161 mA y la de 12 V que consume una corriente de pico de aproximadamente de 3 A, ya que alimenta al mecanismo del comedero.

Por último, tenemos al microcontrolador, junto al teclado y pantalla (LCD), que son polarizados con una fuente de 5 V y la corriente que demanda es de 200 mA aproximadamente.

9.2 CONSTRUCCION DE LA FUENTE DE PODER.

Como se mencionó antes, el criterio para diseñar y construir la fuente de poder está basado en los circuitos a polarizar. Los cuales, en su mayoría utilizan una polarización de 5 V, debido principalmente a que se utiliza un microcontrolador y otros circuitos digitales, la corriente que consumen todos los circuitos con ésta alimentación en forma aproximada es 540 mA.

Una fuente de ± 12 V, es utilizada principalmente, por la etapa de potencia del estimulador auditivo, y la corriente que se demanda en todos los circuitos que utilizan esta fuente es de aproximadamente de 2.6 A.

Además es necesario contar con una fuente independiente de 12 V 4 A para alimentar al circuito del comedero.

Por lo tanto el diseño de la fuente de poder debe contemplar los parámetros anteriores, voltajes de alimentación y la corriente total que debe proporcionar para el buen funcionamiento de los circuitos. El diagrama de la figura 9.3 nos muestra los circuitos de una fuente de poder que cumple los requerimientos, de voltaje

y corriente mencionados. El diseño de las fuentes de poder se realizó en base al diagrama a bloques de la fuente regulada de la figura 9.1.

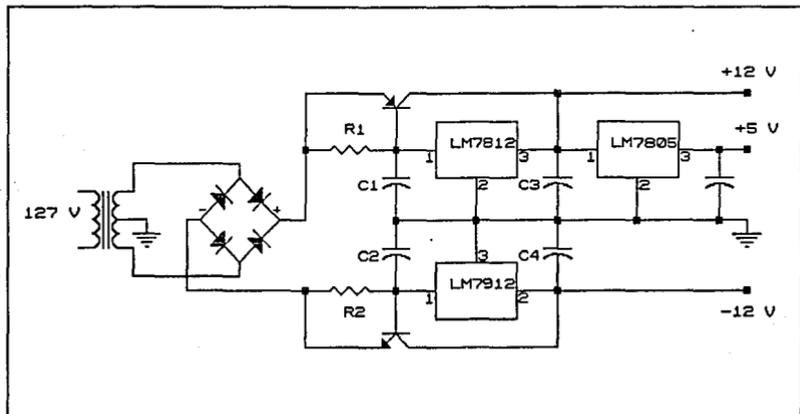


Figura 9.3 Diagrama de una fuente de poder.

El voltaje de línea de C.A. es conectado a un transformador de 3 A y 24 V con tap central, con respecto al tap central, es posible obtener dos fuentes de C.A. de 12 Vrms. Posteriormente, la señal alterna del secundario del transformador es conectada a un puente rectificador de 3 A, que convierte la señal de alterna a una de C.D. positiva y una negativa, ambas respecto a la derivación central del transformador. Y son conectadas a un regulador positivo y a un regulador negativo respectivamente.

Como se ha mencionado anteriormente, lo deseable de una fuente de voltaje, es que la tensión de salida sea independiente de la magnitud de la corriente en la carga por una parte, y por otra, aún cuando existan señales de ruido o variaciones en el voltaje de entrada, éstas no produzcan variaciones en el voltaje de salida. Un regulador de voltaje cumple con éstas funciones, ya que elimina las variaciones de voltaje de salida.

Para lograr la regulación de voltaje, los reguladores tienen internamente la circuitería necesaria para obtener: un voltaje de referencia, el amplificador de error, y en algunos casos protecciones de sobrecarga y temperatura excesiva.

Cuando la carga demanda más corriente, de la que puede soportar un regulador de voltaje, la protección de sobrecarga actúa. En nuestro caso, la corriente que debe entregar la fuente, supera el valor máximo especificado por el fabricante, por lo cual, es necesario utilizar un circuito auxiliar de potencia para entregar la corriente que demanda la carga, conservando las especificaciones de regulación de voltaje y corriente en el CI regulador.

Empleando un regulador de voltaje positivo de +12 V y un regulador negativo de -12 V, obteniendo la fuente de polarización que se utilizará para alimentar a los circuitos de los estimuladores.

El mismo circuito regulador de +12 V es usado para la fuente que alimenta a los circuitos del comedero, pero con un transformador de 4 A.

Finalmente se utiliza un regulador de voltaje positivo de +5 V, cuya entrada es el voltaje regulado de +12 V, y polariza a los circuitos de los estimuladores, principalmente, circuitos asociados con el microcontrolador como son: Interfaces, habilitadores de cada uno de los estimuladores y circuitos asociados al teclado y la pantalla de cristal líquido.

CAPITULO 10

PRUEBAS DE LABORATORIO Y EN CAMPO DEL SISTEMA

Como el sistema debe ser seguro para la vida del animal y además las mediciones realizadas cumplan con cierta precisión, es necesario llevar a cabo pruebas de laboratorio y mediciones con instrumentos patrón para la calibración de los circuitos de medición usados.

La primera variable que se verificó fue el tiempo de duración de los estímulos, lo cual se efectuó por medio de un reloj con cronómetro, determinándose variaciones mínimas respecto al valor real (de unas centésimas de segundo). La precisión de la base de tiempo se logró al tener como oscilador un cristal de cuarzo que mantiene alta estabilidad aún cuando existan variaciones de voltaje en la fuente de alimentación, o cambios en la temperatura del sistema.

En el estimulador eléctrico, como ya se mencionó en el capítulo anterior, se tiene un error de 2% en la medición de corriente (mA), inherente al sistema de medición digital que se está utilizando. La calibración de este sistema de medición se realizó por medio de un miliamperímetro que tiene una mayor resolución que la deseada en el proyecto. Finalmente se comprobó que el error total no excedía el 7 %, el error se incrementó debido a que no fueron utilizados elementos de precisión como resistores, amplificadores operacionales etc. Porque como se recordará se tiene la intención de que el sistema se adecúe a los elementos disponibles en el mercado.

Para la medición de frecuencia por medio del MCU MC68HC11E9 se tiene que el error máximo se comete en la medición de frecuencias altas, en este caso para la de 20 kHz se tiene un error de 1 % y para una frecuencia de 10 Hz el error es de 0.0005 %, que proporciona una muy buena aproximación a la frecuencia real, incluso se elimina el posible error de paralelaje al medir en el osciloscopio y el problema de usar un osciloscopio de memoria para poder medir con precisión las frecuencias muy bajas (para 10Hz el período es de 100 ms).

Durante el diseño de este sistema se obtuvo un rango más amplio de medición que el necesario, ya que se pueden medir frecuencias desde 1 Hz hasta 40 kHz obteniéndose aún una buena aproximación

al valor real (medido con osciloscopio o frecuencímetro).

El voltaje que entrega el estimulador auditivo a la bocina es una medición importante ya que en base a este valor es posible determinar, en forma aproximada, la intensidad en decibeles (dB) dentro de la caja y no permitir que dicha intensidad llegue a valores peligrosos, que dañen al animal.

Nuevamente la medición se efectúa por medio del convertidor A/D del MCU y se tiene una resolución de 40 mV, logrando con esto mediciones intermedias entre los valores medidos para caracterizar el comportamiento de la intensidad de sonido dentro de la caja de Skinner (Apéndice B), siendo posible con estos valores, interpolar y obtener valores que no pudieron determinarse con exactitud por medio del sonómetro, instrumento usado para caracterizar la intensidad de sonido dentro de la caja en función del voltaje aplicado a la bocina y la frecuencia de esta señal senoidal.

Con el circuito construido y el programa de adquisición de datos diseñado se obtuvo un error de 5 % que para propósitos del proyecto ofrece una buena exactitud en las mediciones.

En el comedero debe contabilizarse el número de veces que el animal oprime la palanca y el tiempo entre activaciones, lo cual

no provocó ningún problema ya que el programa que determina el tiempo puede ser utilizado aquí, y el error cometido durante las mediciones no es significativo.

Al determinar el número de veces que se oprime la palanca es difícil que se cometa algún error ya que la señal de entrada al microcontrolador viene de un circuito monoestable que entrega una señal bien definida, por lo tanto no es afectada por ruido externo, que es la única forma en que se cometería error al contar las veces que se oprime la palanca.

Las mediciones realizadas para el bebedero son:

- Cantidad de líquido consumida en forma total.
- Cantidad de líquido en forma diferencial.

Para estas mediciones se encontró un 15 % de error aproximadamente que para los fines que se persiguen, es aceptable; recuerde que inicialmente las mediciones se realizaban con una probeta graduada en ml, y por medio del circuito diseñado se tiene una resolución de 0.1 ml que supera la obtenida con el método tradicional.

En cuanto a las pruebas de laboratorio que se realizaron se pudo constatar que el sistema satisface algunos de los requerimientos de los investigadores, pero algunas otras características

deseables no fué posible alcanzarlas. Aún así se tiene la posibilidad de mejorar el sistema y esto se lograría realizando programas del MCU más complejos o que tengan mayor versatilidad.

CAPITULO 11

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De las pruebas de laboratorio y en campo del sistema se pudo verificar que los circuitos de medición están a la altura de los aparatos de medición utilizados. Notamos que no son tan precisos, pero el error que se pudiera tener no afecta a los fines del investigador.

Algunas de las variables a evaluar, que se plantearon inicialmente no pudieron ser determinadas, por ejemplo el tiempo de reacción no es calculado por medio del MCU ya que al estar trabajando con interrupciones en tiempo real y varias interrupciones mascarables existieron problemas que no pudieron resolverse satisfactoriamente. Y se decidió sólo utilizar la palanca en conjunto con el comedero, determinándose únicamente el tiempo que transcurre entre activaciones sucesivas de la palanca, registrando este tiempo para un análisis posterior.

Aún con los problemas que se presentaron, el sistema tiene

suficiente versatilidad y por medio de modificaciones al programa monitor puede adecuarse a otras necesidades más específicas, estas modificaciones, de ninguna manera provocarían un cambio drástico en el programa que ya se tiene, incluso muchas de las subrutinas serían utilizadas y prácticamente ningún cambio sería necesario en la circuitería externa, con lo cual se muestra la posibilidad de adaptación del sistema a otras condiciones.

Otro ejemplo de esta adaptación podemos observarla en el estimulador auditivo, como se mencionó la intensidad de sonido depende de las dimensiones de la caja, del voltaje aplicado a la bocina y de la frecuencia de la señal. Si se hubiera diseñado un programa que solo calculara la intensidad de sonido, sería completamente inútil si se desea aplicar en otro lugar que no tenga las mismas dimensiones que las especificadas en los capítulos iniciales.

Con el programa que se realizó (determina frecuencia y voltaje) y la caracterización de la caja, no es necesario rediseñar el circuito, sino sólo caracterizar nuevamente el lugar en que va ser aplicado el sistema de medición, e incluso podría caracterizarse una habitación y aplicar el análisis a seres humanos.

En cuanto a la sencillez de manejo del sistema de análisis de

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

conducta se cumple en un cien por ciento, debido a que el investigador no necesita aprender el uso del sistema, por que el sistema va proporcionando las diferentes opciones que se tienen, esto limita un poco las aplicaciones, pero como se mencionó puede ser corregido este problema.

Algunos de los elementos que forman la caja de Skinner no se consiguen comercialmente tal como se necesitaban, como los recipientes del bebedero y el comedero, por lo que fué necesario construirlos o adaptarlos a partir de los dispositivos disponibles, incluso fué necesario construir algunas cosas en forma artesanal, debido en gran medida, al alto costo que representa obtener algún elemento con terminado final, ya que solo se obtiene si es fabricado en serie.

Un ejemplo de los elementos que tuvieron que construirse para la evaluación del sistema, son los PELLETS, que son las porciones de alimento proporcionadas a los ratones. Se obtuvieron a partir de polvo de alimento, y como su manejo es más sencillo si tienen forma esférica, se elaboraron por medio de dos placas de aluminio a las que se les dió forma de casquete esférico, y humedeciendo el polvo es comprimido entre los dos moldes, obteniendo de ésta manera las porciones de alimento.

APENDICE A

CARACTERISTICAS DEL CI LM555

Refiriéndonos a la configuración interna del CI LM555, un flanco negativo del disparo de entrada hace que el comparador 2 dispare al biestable y vaya al estado alto. El condensador C se carga hasta V_{cc} por medio de la resistencia R_A , durante el intervalo de carga la salida permanece alta, cuando el voltaje a través del condensador alcanza al nivel de umbral de $2/3 V_{cc}$, el comparador 1 dispara al biestable y la salida entonces alcanza su nivel bajo. El transistor de descarga alcanza su estado bajo; haciendo que el condensador permanezca en "0" V hasta que sea disparado de nuevo.

El diagrama de tiempos de la figura A.1 nos muestra los pulsos de entrada, salida y la amplitud de entrada necesaria para disparar el temporizador LM555.

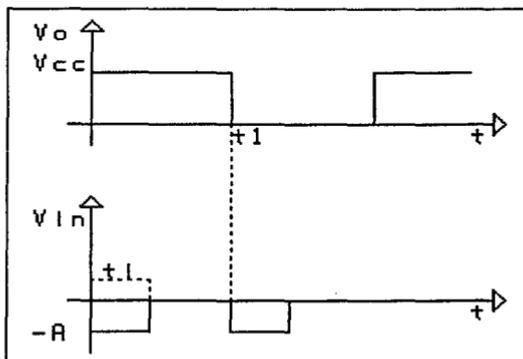


Figura A.1 Amplitud de disparo del temporizador LM555.

La figura A.2 hace referencia al circuito R_C formado por la red de entrada del timer 555:

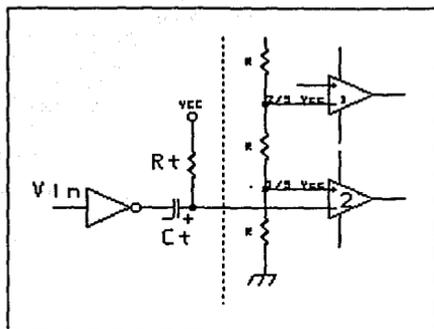


Figura A.2 Circuito R_C de entrada.

Se tiene que en un tiempo diferencial $t=0^-$, el voltaje en el capacitor $C_t = V_{CC}$, es el que corresponde a una entrada $V_1=0$.

Ahora en un tiempo diferencial $t=0^+$, se tiene un pulso de entrada $V_1=-A$. Por lo tanto una malla de voltajes en la entrada negativa del comparador 2 dada por la ecuación (A.1) es:

$$V_2^- = V_{C_t} - A \tag{A.1}$$

donde:

$V_{C_t} = V_{CC}$ para ese instante.

En el comparador 2, se tiene la condición que una señal menor de $1/3 V_{CC}$, su salida no cambia, ecuación (A.2):

$$V_2^- = V_{CC} - A < 1/3 V_{CC} \tag{A.2}$$

De la ecuación (A.2) obtenemos que la amplitud necesaria para cambiar el estado de la salida del comparador 2 es:

$$A > 2/3 V_{cc}$$

El ancho del pulso de salida esta regida por la constante de tiempo R_A y C . El diagrama de la figura A.3 nos muestra el comportamiento del circuito $R_A C$.

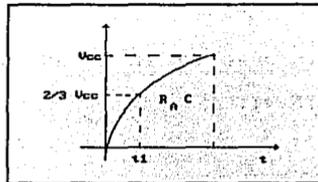


Figura A.3 Circuito $R_A C$.

Las cantidades mostradas hacen referencia al comparador 1 de la configuración interna del timer 555.

De la figura A.3 en la entrada positiva del comparador 1 para un tiempo diferencial $t=t_1^+$.

$$V_1^+ = 2/3 V_{cc}$$

Y por lo tanto la salida del timer 555 :

$$V_o = 0$$

Del comportamiento de un circuito RC se obtiene la ecuación (A.3):

$$V_c = A + B e^{-t/\tau} \quad (A.3)$$

que es una ecuación diferencial de 1^{er} orden de coeficientes constantes. La solución de esta ecuación la obtenemos de las siguientes condiciones de frontera.

$$V_c (t = 0) = 0$$

$$V_c (t \rightarrow \text{infinito}) = V_{cc}$$

Resolviendo estos valores en la ecuación (A.3) obtenemos la siguiente ecuación (A.4):

$$V_c = V_{cc} - V_{cc} e^{-t/\tau} \quad (A.4)$$

resolviendo la ecuación (A.4) para $t=t_1$, cuando el voltaje en el capacitor alcanza $2/3 V_{cc}$.

$$t_1 = \tau \ln (3)$$

donde:

$$\tau = R_A C$$

Haciendo referencia de la figura A.2 se tiene una red R_C que controla la frecuencia del pulso de entrada. Analizando la figura

A.2 para tiempos diferenciales en $t=0^-$ y en $t=0^+$.

En la figura A.4 se tiene el comportamiento de la señal de entrada:

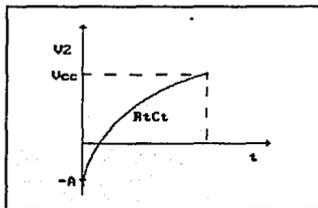


Figura A.4 Señal de entrada al comparador.

De la figura A.4 se tiene la ecuación (A.5):

$$V_2 = \alpha + \beta e^{-t/\tau} \quad (\text{A.5})$$

resolviendo la ecuación con las condiciones de frontera:

$$V_2 (t = 0) = V_{cc} - A$$

$$V_2 (t \rightarrow \text{infinito}) = V_{cc}$$

resolviendo la ecuación (A.5) con las condiciones de frontera se obtiene la siguiente expresión:

$$V_2 = V_{CC} - Ae^{-t/\tau_2}$$

para el límite de cambio en el comparador 2, el voltaje de umbral es de $1/3 V_{CC}$, y para un ancho de pulso $t = t_x < t_1$, resolvemos para t_x , ecuación (A.6):

$$t_x = \tau_2 \ln \left(\frac{3}{2} \right) \left(\frac{A}{V_{CC}} \right) \quad (\text{A.6})$$

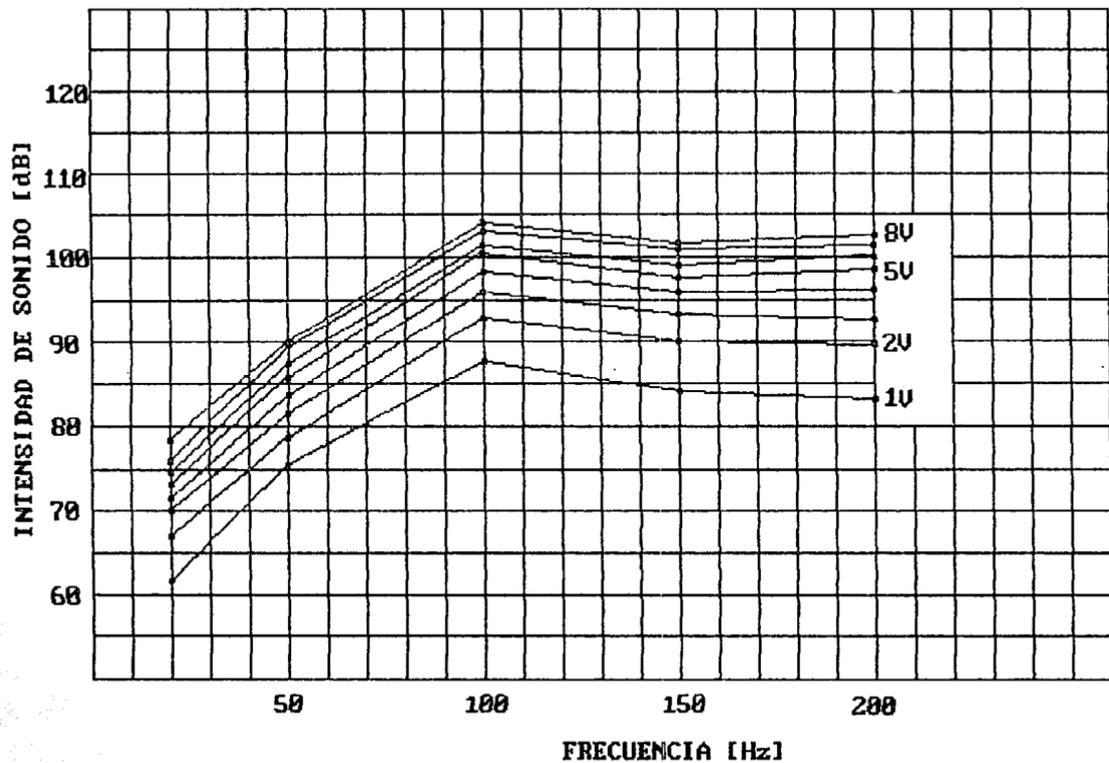
donde :

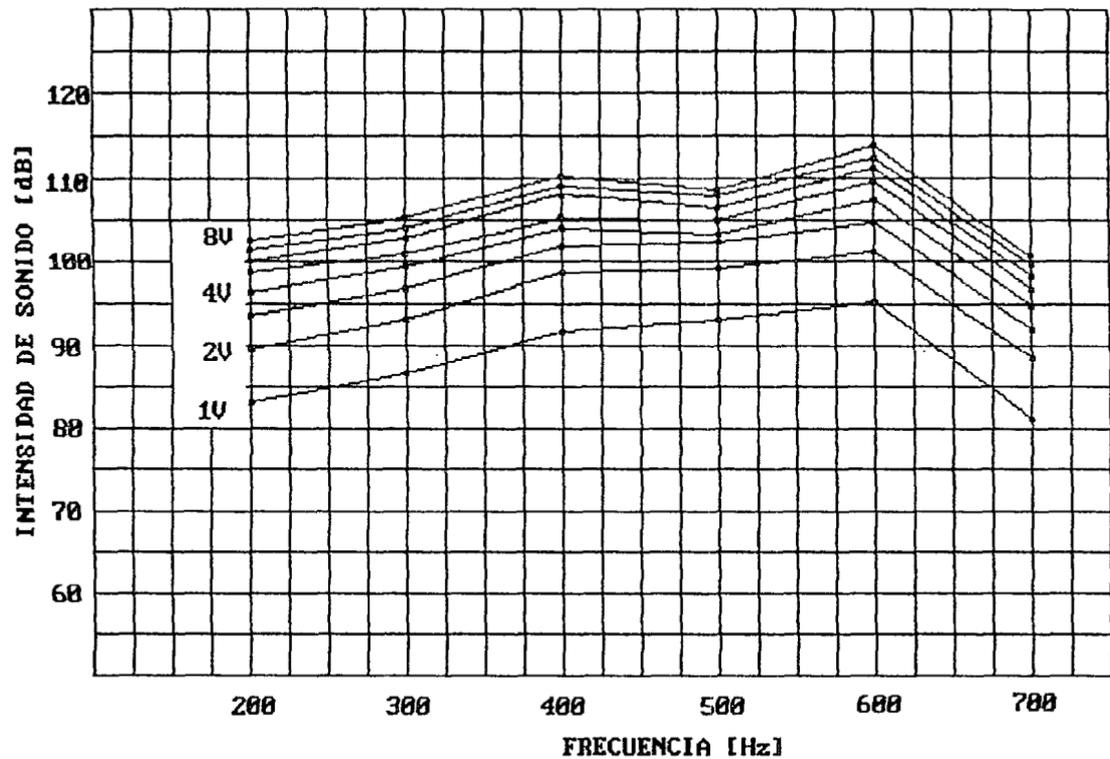
$$\tau_2 = R_2 C_2$$

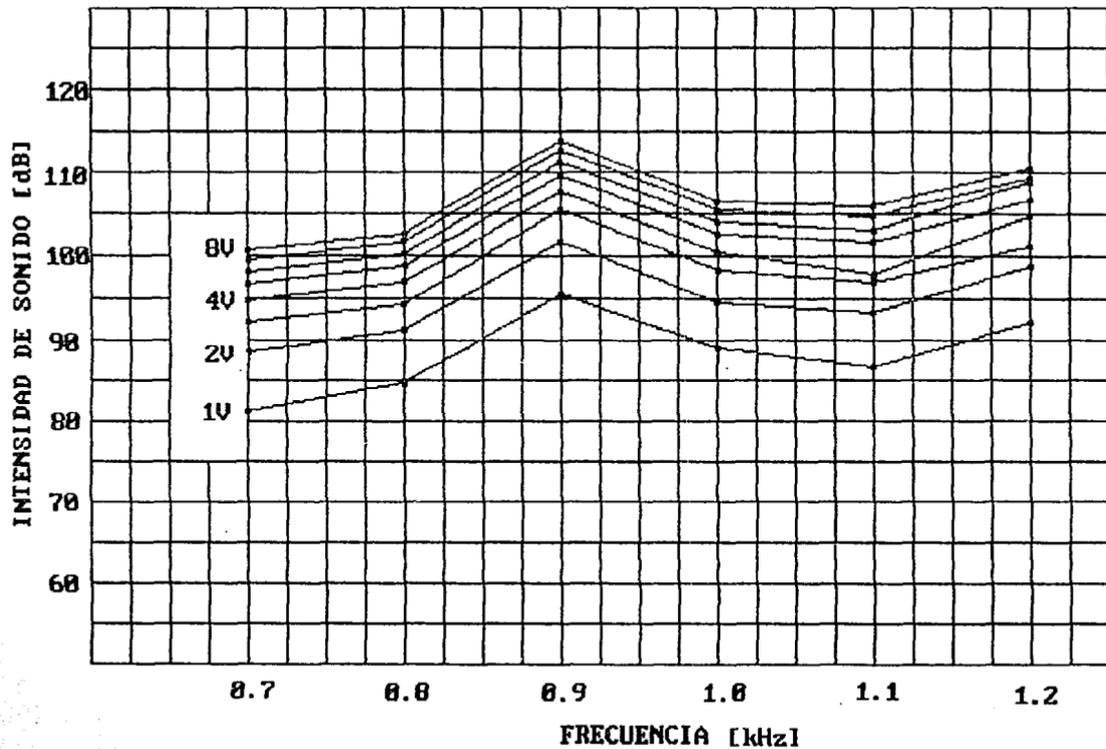
$$A = V_{CC}$$

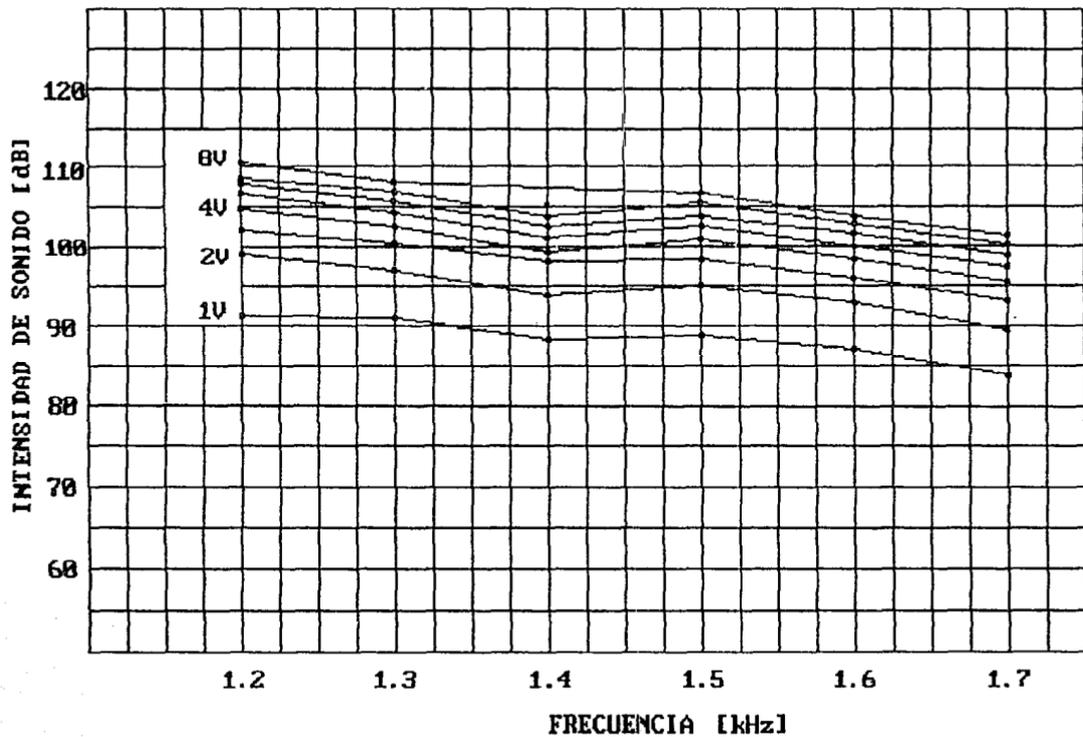
APENDICE B

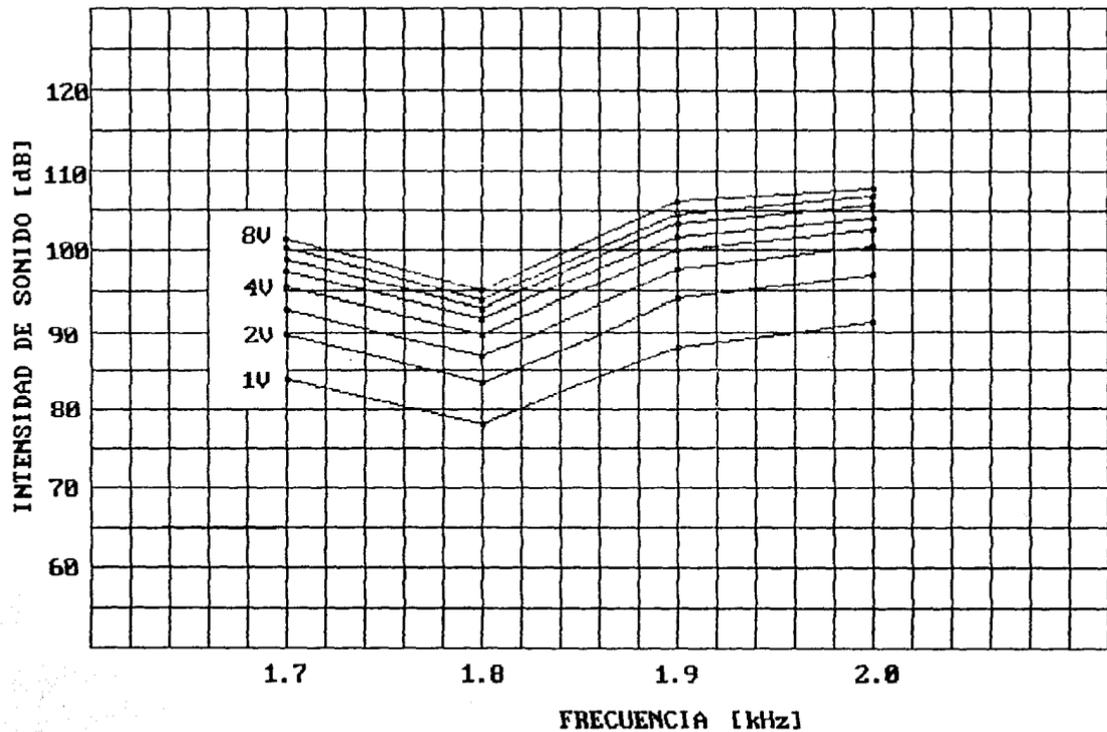
CARACTERIZACION DE LA INTENSIDAD DE SONIDO DENTRO DE LA CAJA DE SKINNER

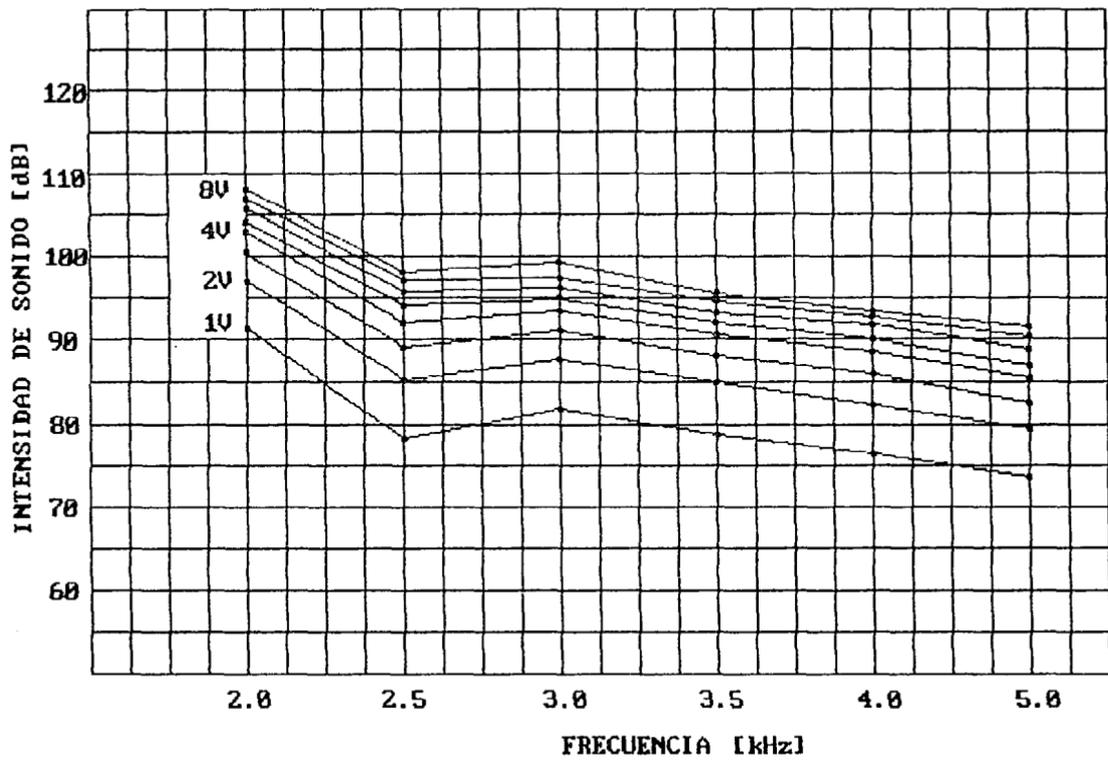


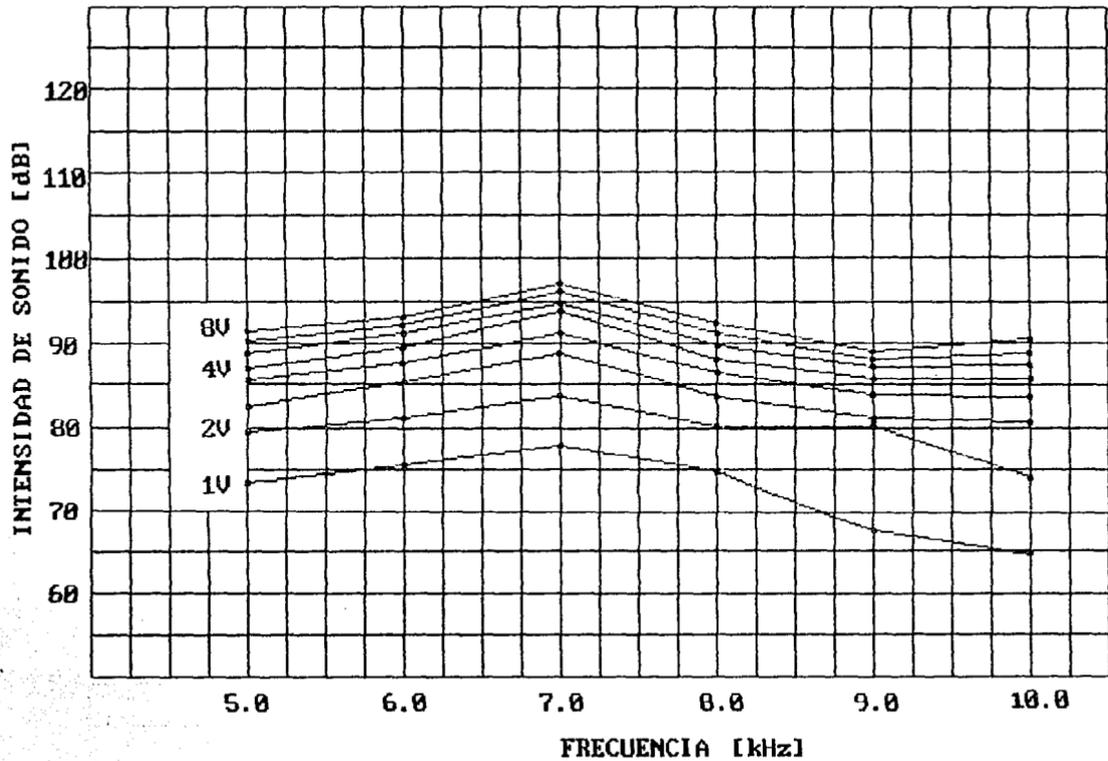


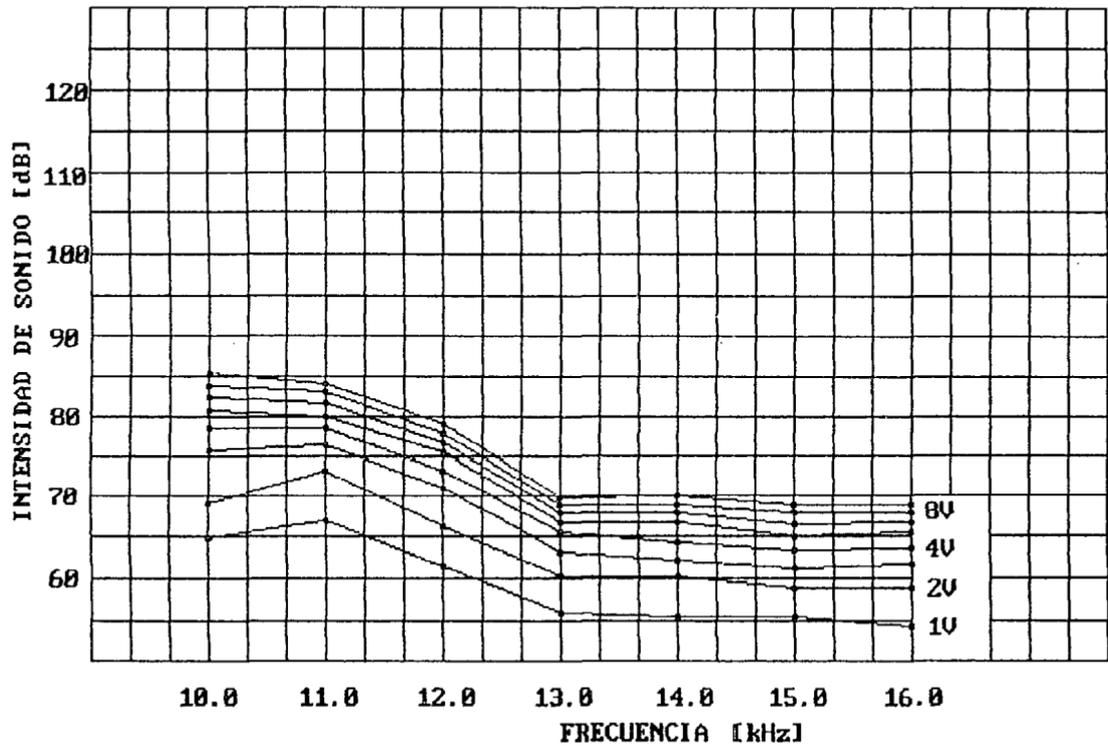












APENDICE C

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

1 *****
2 *PROGRAMA MONITOR PARA ANALISIS DE CONDUCTA*
3 *****
4 *      PROGRAMA DEL DISPLAY EN MODO      *
5 *      EXPANDIDO                          *
6 *****
7 DEFSEG MONITORA, START=$2000
8          SEG MONITORA
9 TABLA   EQU $4900
=0047 10 STACK EQU $0047 ;POSICION DEL STACK POINTER
=0300 11 DESPLIE EQU $0300
=4001 12 RTD1 EQU $4001 ;LOC DE CONSTANTE PARA RETARDO 200µs
=4002 13 RTD2 EQU $4002 ;LOC DE CTE. PARA RETARDO DE 4.1 ms
=4004 14 RTD3 EQU $4004 ;LOC DE CTE. PARA RETARDO DE 100µs
=4005 15 M EQU $4005 ;LOC DE DIR DE REGLAM EN TECLADO
=4008 16 MEMB EQU $4008 ;DE 05 A 0A SE OCUPA PARA RETARDOS
=400C 17 MDEC1 EQU $400C
=400D 18 MDEC2 EQU $400D
=400E 19 MDEC3 EQU $400E
=400F 20 MEMYTEC EQU $400F ;MEMORIA DE REG IY PARA LOCALIZAR TECLA OPRIMIDA
=4011 21 MEMTEF EQU $4011 ;MEMORIA DE TIEMPO DEL ESTIMULADOR FOTICO
=4012 22 MEMTEF1 EQU $4012 ;SEGUNDA PARTE DE MEMTEF
=4013 23 CONTO EQU $4013 ;CONTADOR DE NUMERO DE TECLAS OPRIMIDAS
=0004 24 CSF EQU $04 ;CONTADOR DE SOBRE FLUJOS EN EL FRECUENCIOMETRO
=0005 25 CSF1 EQU $05
=0006 26 DIGH5 EQU $06 ;BYTE MAS SIGNIFICATIVO DEL No. DE PULSOS EN EL FREC. (HEX)
=0007 27 DIGH4 EQU $07
=0008 28 DIGH2 EQU $08 ;BYTE MENOS SIGNIFICATIVO DEL No. DE PULSOS EN EL FREC. (HEX)
=0009 29 CT1 EQU $09 ;CONSTANTE (MSB) DEL FREC. DIVISOR PARA OBTENER LA FREC. EN HEXADEDECIMAL.
=000A 30 CT2 EQU $0A
=000B 31 CT3 EQU $0B ;CONSTANTE (LSB) DEL FREC.
=000C 32 N1 EQU $0C
=000D 33 N2 EQU $0D
=000E 34 N3 EQU $0E
=000F 35 RESUL1 EQU $0F
=0010 36 RESUL2 EQU $10
=4021 37 MF1 EQU $4021 ;MF1=MEMORIA DE FRECUENCIA
=4020 38 MF2 EQU $4020
=4022 39 H1 EQU $4022 ;VALORES HEXADEDECIMALES POR NIBLES PARA LA FREC.
=4023 40 H2 EQU $4023
=4024 41 H3 EQU $4024
=4025 42 H4 EQU $4025
=402B 43 D1 EQU $402B ;VALORES DECIMALES POR DIGITO PARA LA FREC.
=402A 44 D2 EQU $402A
=4029 45 D3 EQU $4029
=4028 46 D4 EQU $4028
=4027 47 D5 EQU $4027
=402B 48 CONTOEA EQU $402B
=402C 49 MEMTEA EQU $402C
=402D 50 MEMTEA1 EQU $402D
=402E 51 MFREC EQU $402E
=4031 52 MFP1 EQU $4031
=4030 53 MFP2 EQU $4030
=4032 54 HP1 EQU $4032
=4033 55 HP2 EQU $4033
=4034 56 HP3 EQU $4034
=4035 57 HP4 EQU $4035
=4038 58 DP1 EQU $4038
=403A 59 DP2 EQU $403A
=4038 60 DP3 EQU $4038
=4037 61 DP4 EQU $4037
=4036 62 DP5 EQU $4036
=403C 63 RESVEA EQU $403C
=403D 64 RESVA1 EQU $403D
=403E 65 RESVA2 EQU $403E
=0004 66 CSFE EQU $04 ;CONTADOR DE SOBRE FLUJOS EN EL FRECUENCIOMETRO
=0005 67 CSFE1 EQU $05
=0006 68 DIGH5 EQU $06 ;BYTE MAS SIGNIFICATIVO DEL No. DE PULSOS EN EL FREC. (HEX)
=0007 69 DIGHE4 EQU $07
=0008 70 DIGHE2 EQU $08 ;BYTE MENOS SIGNIFICATIVO DEL No. DE PULSOS EN EL FREC. (HEX)
=0009 71 CTE1 EQU $09 ;CONSTANTE (MSB) DEL FREC. DIVISOR PARA OBTENER LA FREC. EN HEXADEDECIMAL.

```

=000A	72	CTE2	EQU \$0A	
=000B	73	CTE3	EQU \$0B	;CONSTANTE (LSB) DEL FREQ.
=000C	74	NE1	EQU \$0C	
=000D	75	NE2	EQU \$0D	
=000E	76	NE3	EQU \$0E	
=000F	77	RESULE1	EQU \$0F	
=0010	78	RESULE2	EQU \$10	
=4021	79	MFE1	EQU \$4021	;MF1=MEMORIA DE FRECUENCIA
=4020	80	MFE2	EQU \$4020	
=4022	81	HE1	EQU \$4022	;VALORES HEXADECIMALES POR NIBLES PARA LA FREQ.
=4023	82	HE2	EQU \$4023	
=4024	83	HE3	EQU \$4024	
=4025	84	HE4	EQU \$4025	
=402B	85	DE1	EQU \$402B	;VALORES DECIMALES POR DIGITO PARA LA FREQ.
=402A	86	DE2	EQU \$402A	
=4029	87	DE3	EQU \$4029	
=4028	88	DE4	EQU \$4028	
=4027	89	DE5	EQU \$4027	
=402B	90	CONTIOEE	EQU \$402B	;CONTADOR DE NUMERO DE TECLAS OPRIMIDAS
=4080	91	MEMTEE	EQU \$4080	;MEMORIA DE TIEMPO DEL ESTIMULADOR ELECTRICO
=40B1	92	MEMTEE1	EQU \$40B1	;SEGUNDA PARTE DE MEMTEE
=402E	93	MFRECE	EQU \$402E	
=4031	94	MFPE1	EQU \$4031	
=4030	95	MFPE2	EQU \$4030	
=4032	96	HPE1	EQU \$4032	
=4033	97	HPE2	EQU \$4033	
=4034	98	HPE3	EQU \$4034	
=4035	99	HPE4	EQU \$4035	
=403B	100	DPE1	EQU \$403B	
=403A	101	DPE2	EQU \$403A	
=4038	102	DPE3	EQU \$4038	
=4037	103	DPE4	EQU \$4037	
=4036	104	DPE5	EQU \$4036	
=403C	105	RESVEE	EQU \$403C	
=403D	106	RESVE1	EQU \$403D	
=403E	107	RESVE2	EQU \$403E	
=403F	108	RESVEF	EQU \$403F	
=403F	109	RESVAF	EQU \$403F	
=4000	110	INVAR	EQU \$4000	;INICIO DE MEMORIA DE VARIABLES
=0050	111	DEC11	EQU \$50	;MSB DEL NUMERO DECIMAL A CONVERTIR.
=0051	112	DEC12	EQU \$51	
=0052	113	DEC13	EQU \$52	
=0053	114	DEC14	EQU \$53	
=0054	115	DEC15	EQU \$54	;LSB DEL NUMERO DECIMAL A CONVERTIR.
=0055	116	HEX1	EQU \$55	;MSB DEL NUMERO HEXADECIMAL RESULTANTE.
=0056	117	HEX2	EQU \$56	;LSB DEL NUMERO HEXADECIMAL RESULTANTE.
=4060	118	REP	EQU \$4060	
=4061	119	NUMEST	EQU \$4061	
=0080	120	COMEDERO	EQU \$80	
=0040	121	FOTICO	EQU \$40	
=0020	122	BEBEDER	EQU \$20	
=0010	123	ELECTRICO	EQU \$10	
=000B	124	AUDITIVO	EQU \$0B	
=0021	125	TCTL2	EQU \$21	
=0022	126	TMSK1	EQU \$22	
=1024	127	TMSK2	EQU \$1024	
=0025	128	TFLG2	EQU \$25	
=0030	129	ADCTL	EQU \$30	
=0039	130	OPTION	EQU \$39	
=0030	131	TNUM	EQU \$30	
=0014	132	ENTRAR	EQU \$14	
=0018	133	PASAR	EQU \$18	
=0011	134	FINLETR	EQU \$11	
=0010	135	FINTECL	EQU \$10	
=000B	136	INICID1	EQU \$0B	
=0031	137	ADR1	EQU \$31	
=0032	138	ADR2	EQU \$32	
=0033	139	ADR3	EQU \$33	
=0034	140	ADR4	EQU \$34	
=4000	141	CM	EQU \$4000	
=4800	142	CM800	EQU \$4800	

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

=4980      143  CM980  EQU $4980
=1000      144  MIL    EQU $1000
=4820      145  CM820  EQU $4820
=5FD0      146  DIR    EQU $5FD0
=5F00      147  DATY   EQU $5F00
0000&  18 CE 1000 148      LDY #MIL
0004&  18 1C 24 01 149      BSET $24,Y,$01
0008&  86 BC      150      LDAA #5BC
000A&  18 A7 26   151      STAA $26,Y
000C&  4F        152      CLR A
000E&  18 A7 00   153      STAA $00,Y
0011&  86 27     154      LDAA #527
0013&  18 A7 3C   155      STAA $3C,Y
0016&  0E        156      CLI
0017&  86 7E     157      LDAA #57E      ;ASIGNACION DEL VECTOR DE
0019&  97 EB     158      STAA $00EB     ;INTERRUPCION DE TIEMPO REAL
001B&  CE 127E&  159      LDX #RINTT
001E&  DF EC     160      STX $00EC
0020&  86 7E     161      LDAA #57E
0022&  97 E5     162      STAA $00E5
0024&  CE 0CB1&  163      LDX #RINTTC
0027&  DF E6     164      STX $00E6
0029&  CE 5F00   165      LDX #DATY
002C&  BD 114E&  166      JSR RLIMP2
002F&  CE 4980   167      LDX #CM980
0032&  BD 114E&  168      JSR RLIMP2
0035&  18 CE 5F00 169      LDY #DATY
0039&  86 08     170      LDAA #50B
003B&  18 A7 15   171      STAA $15,Y
003E&  CE 4800   172      LDX #CM800
0041&  BD 114E&  173      JSR RLIMP
0044&  BE 0047   174      LDS #STACK
0047&  18 CE 0000& 175      LDY #INICIADI
004B&  CE 0300   176      LDX #DESPLIE
004E&  7F 400B   177      CLR MEMB
0051&  C6 00     178      LDAB #500
0053&  18 A6 00   179      DESPL: LDAA $00,Y
0056&  A7 00     180      STAA $00,X
0058&  CE 0300   181      DESPL: LDX #DESPLIE
005B&  7F 4001   182      CLR RTD1      ;RETARDO DE 200 #s
005E&  C6 31     183      LDAB #531
0060&  F7 4001   184      STAB RTD1
0063&  7A 4001   185      RETA1: DEC RTD1
0066&  26 FB     186      BNE RETA1
0068&  18 08     187      INY
006A&  F6 400B   188      LDAB MEMB
006D&  C1 08     189      CMPB #INICIDI ;PREGUNTA SI TERMINO INICIALIZAR PANTALLA
006F&  27 10     190      BEQ PREG
0071&  5C        191      INCB
0072&  F7 400B   192      STAB MEMB
0075&  C1 01     193      CMPB #501
0077&  27 4E     194      BEQ RETA2     ;RETARDO 4.1ms
0079&  C1 02     195      CMPB #502
007B&  27 63     196      BEQ RETA3     ;RETARDO 100 fs
007D&  C1 09     197      CMPB #509
007F&  25 D2     198      BCS ET1
0081&  18 E6 00   199      PREG: LDAB $00,Y ;CARGA B CON LETRA
0084&  C1 11     200      CMPB #FINLETR ;PREGUNTA SI TERMINO LETRERO (FINLETR=11)
0086&  26 07     201      BNE MANDAR
0088&  30        202      FINNUM: TSX
0089&  BC 004B   203      CPX #STACK+1
008C&  27 61     204      BEQ INITCL
008E&  39        205      RTS
008F&  C1 10     206      MANDAR: CMPB #510
0091&  27 F5     207      BEQ FINNUM
0093&  18 A6 00   208      LDAA $00,Y
0096&  A7 02     209      STAA $02,X
0098&  A6 01     210      PROBBF: LDAA $01,X ;REVISA BUSY FLAG.
009A&  0C        211      CLC
009B&  49        212      ROLA
009C&  25 FA     213      BCS PROBBF

```

```

009E& 46          214          RORA
009F& 81 13      215          CMPA #*13
00A1& 27 0E      216          BEQ RENG2
00A3& 81 53      217          CMPA #*53
00A5& 27 0E      218          BEQ RENG3
00A7& 81 27      219          CMPA #*27
00A9& 27 0E      220          BEQ RENG4
00AB& 81 67      221          CMPA #*67
00AD& 27 0E      222          BEQ RENG1
00AF& 20 A7      223          BRA DESPL
00B1& 86 40      224          RENG2: LDAA #*40
00B3& 20 0C      225          BRA RENGL
00B5& 86 14      226          RENG3: LDAA #*14
00B7& 20 08      227          BRA RENGL
00B9& 86 54      228          RENG4: LDAA #*54
00BB& 20 04      229          BRA RENGL
00BD& 86 00      230          RENG1: LDAA #*00
00BF& 20 00      231          BRA RENGL
00C1& 8B 80      232          RENGL: ADDA #*80
00C3& A7 00      233          STAA $00,X
00C5& 20 91      234          BRA DESPL
00C7& C6 04      235          *ROUTINA DE RETARDO 4.1 ms*
00C9& F7 400C    236          RETA2: LDAB #*04
00CC& 7A 400C    237          STAB MDEC1
00CF& 26 03      238          RETA: DEC MDEC1
00D1& 7E 0053&  239          BNE CARG
00D4& C6 65      240          JMP ET1
00D6& F7 400D    241          CARG: LDAB #*65
00D9& 7A 400D    242          STAB MDEC2
00DC& 27 EE      243          ET2: DEC MDEC2
00DE& 20 F9      244          BEQ RETA
00E0& C6 11      245          BRA ET2
00E2& F7 400E    246          *ROUTINA DE RETARDO 100 µs*
00E5& 7A 400E    247          RETA3: LDAB #*11
00E8& 26 03      248          STAB MDEC3
00EA& 7E 0053&  249          RETAA: DEC MDEC3
00ED& 20 F6      250          BNE BRET
00EE& CE 4005    251          JMP ET1
00F2& 6F 00      252          BRET: BRA RETAA
00F4& 1C 00 02   253          *****
00F7& 6F 01      254          *PROGRAMA PARA LECTURA DEL TECLADO EN MODO EXPANDIDO*
00F9& 1C 01 11   255          *****
00FC& 1A EE 00   256          *TECLADO EQU $0211
00FF& 18 A6 00   257          INITCL: LDX #*
0102& 84 0F      258          CLR $00,X
0104& 27 0C      259          BSET $00,X,$02
0106& A7 02      260          CLR $01,X
0108& E6 01      261          BSET $01,X,$11
010A& C4 F0      262          RENG: LDY $00,X ;EN M+1 RENGLONES DEL TECLADO (Y=#0211)
010C& EB 02      263          LDAA $00,Y ;A=TECLA
010E& E7 03      264          ANDA #*0F
0110& 20 06      265          BEQ SIG
0112& 69 01      266          STAA $02,X
0114& 25 D9      267          LDAB $01,X
0116& 20 E4      268          ANDB #*FD
0118& 1C 04 04   269          ADDB $02,X
011B& 6A 04      270          STAB $03,X ;LA TECLA OPRIMIDA ESTA EN $03,X
011D& 27 09      271          BRA RETA10
011F& 1C 05 65   272          SIG: ROL $01,X
0122& 6A 05      273          BCS INITCL
0124& 27 F5      274          BRA RENG
0126& 20 FA      275          RETA10: BSET $04,X,$04
0128& 18 A6 00   276          RETB: DEC $04,X ;COMIENZA RETARDO 10 ms.
012B& 84 0F      277          BEQ SOLTAR
012D& A1 02      278          ET10: BSET $05,X,$65
012E& 20 FA      279          DEC $05,X
012B& 18 A6 00   280          BEQ RETB
012B& 84 0F      281          BRA ET10
012D& A1 02      282          SOLTAR: LDAA $00,Y ;DETERMINAR SI SE SOLTO LA TECLA
012E& 20 FA      283          ANDA #*0F
012F& 20 FA      284          LDAA $02,X

```



```

0345& 24 02      495          BCC NOCARE ;NOCARE=NO HUBO CARRY
0347& 6C 06      496          INC DIGH5,X ;SI HUBO CARRY INCREMENTA 5o.DIGITO HEXADECIMAL (DIGH5)
0349& ED 07      497          NOCARE:  STD DIGH4,X
034B& A6 04      498          LDAA CSFE,X
034D& A7 05      499          STAA CSFE1,X
034F& 6A 05      500          DEC CSFE1,X
0351& 27 16      501          BEQ RESFINE
0353& CC FFFF    502          LDD #FFFF
0356& 6A 05      503          NOFINE:  DEC CSFE1,X
0358& 27 07      504          BEQ FDETE ;FDETE=FIN DE DETECTAR
035A& C3 FFFF    505          ADDD #FFFF
035D& 6C 06      506          INC DIGH5,X
035F& 20 F5      507          BRA NOFINE
0361& E3 07      508          FDETE:  ADDD DIGH4,X
0363& 24 04      509          BCC RESFINE
0365& 6C 06      510          INC DIGH5,X
0367& ED 07      511          STD DIGH4,X
0369& EC 07      512          RESFINE: LDD DIGH4,X
513          ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
514          ; programa para convertir el num. de pulsos en el valor de frecuencia ;
515          ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
036B& ED 0D      516          CONVPRECE: STD N2,X
036D& A6 06      517          LDAA DIGH5,X
036F& A7 0C      518          STAA NE1,X
0371& 6F 09      519          CLR CTE1,X
0373& 6F 0A      520          CLR CTE2,X
0375& 6F 0B      521          CLR CTE3,X
0377& 6F 0F      522          CLR RESULE1,X
0379& 6F 10      523          CLR RESULE2,X
037B& 1C 09 1E   524          BSET CTE1,X,$1E ;FIJAR EL DIVISOR EN (1E84D0)
037E& 1C 0A 84   525          BSET CTE2,X,$84
0381& 1C 0B 80   526          BSET CTE3,X,$80
0384& A6 09      527          INICIOE: LDAA CTE1,X
0386& A0 0C      528          SUBA NE1,X
0388& 2D 14      529          BLT ACABARE
038A& A7 09      530          STAA CTE1,X
038C& EC 0A      531          LDD CTE2,X
038E& A3 0D      532          SUBD NE2,X
0390& 24 02      533          BCC INCONTADE
0392& 6A 09      534          DEC CTE1,X
0394& ED 0A      535          INCONTADE: STD CTE2,X
0396& 6C 10      536          INC RESULE2,X
0398& 26 EA      537          BNE INICIOE
039A& 6C 0F      538          INC RESULE1,X
039C& 20 E6      539          BRA INICIOE
039E& EC 0F      540          ACABARE: LDD RESULE1,X
03A0& B7 4020    541          STAA MFE2
03A3& F7 4021    542          STAB MFE1
03A6& BD 0744&  543          JSR CONVH0
03A9& BD 00EF&  544          TERME1:   JSR INITCL
03AC& 81 14      545          CMPA #ENTRAR
03AE& 27 07      546          BEQ AMPLLE
03B0& 81 18      547          CMPA #PASAR
03B2& 26 F5      548          BNE TERME1
03B4& 7E 02DB&  549          JMP LEEFRECE
03B7& BD 09CB&  550          AMPLLE: JSR BORRA
03BA& 18 CE 029C& 551          LDY #LE33B-1
03BE& BD 0058&  552          JSR DESPL
03C1& CE 4030    553          AMPL1: LDX #MFPE2
03C4& 6F 00      554          AMPLIE1: CLR $00,X
03C6& 0B 55      555          INX
03C7& 8C 4050    556          CFX #MFPE2+$20
03CA& 26 F8      557          BNE AMPLIE1
03CC& 18 CE 100D 558          LDY #100D
03D0& 86 B0      559          LDAA #80
03D2& 18 A7 39  560          STAA OPTION,Y ;HABILITAR ENERGIA AL CONVERTIDOR A/D
03D5& 4A 56      561          RETARDOE: DECA ;RUTINA DE RETARDO 108 µs APROX.
03D6& 26 FD      562          BNE RETARDOE
03DB& 86 11      563          LDAA #11
03DA& 18 A7 30  564          STAA ADCTL,Y ;PROG.CONVERTIDOR A/D PARA 4 CONVERSIONES Y SEÑAL EN PE1
03DD& 86 91      565          FCONVE: LDAA #91 ;(AMP. ESTAUD)

```

03DF& 18 A5 30	566	BITA ADCTL, Y	;PREGUNTAR SI SE TERMINO CONVERSION (CCF=1 bit 7 DE ADCTL)
03E2& 2C F9	567	BGE FCONVE	
03E4& 18 A6 32	568	LDAA ADR2, Y	;CARGA A CON EL RESULTADO DE LA CONVERSION.
03E7& CE 403C	569	LDX #RESVEF; RESVEF=1a LOCALIDAD DE RESULTADOS DE VOLTAJE DEL EST. ELECT.	
03EA& B7 403D	570	STAA RESVE1; RESVE1=RESULTADO DE VOLTAJE DEL ESTIMULADOR ELECTRICO (LSB)	
03ED& B8 403D	571	ADDA RESVE1	
03FO& 24 03	572	BCC NHCE1	;NHCE1=NO HUBO CARRY EN LA PRIMERA SUMA.
03F2& 7C 403E	573	INC RESVE2	;RESVE2=RESULTADO DE VOLTAJE DEL EST. ELECTRICO (MSB)
03F5& B8 403D	574	NHCE1: ADDA RESVE1	
03F8& 24 03	575	BCC NHCE2	;NHCE2=NO HUBO CARRY EN LA SEGUNDA SUMA.
03FA& 7C 403E	576	INC RESVE2	
03FD& B8 403D	577	NHCE2: ADDA RESVE1	
0400& 24 03	578	BCC NHCE3	;NHCE3=NO HUBO CARRY EN LA TERCERA SUMA.
0402& 7C 403E	579	INC RESVE2	
0405& B7 403F	580	NHCE3: STAA RESVEF	;RESVEF=RESULTADO FINAL DE VOLTAJE DEL EST. ELECT. (LSB)
LDL RESVA2			
0408& FD 4030	581	STD MFPE2	
040B& BD 0654&	582	JSR CONVHPD	
040E& BD 00EF&	583	OTRVEZE: JSR INITCL	
0411& 81 14	584	CMPA #ENTRAR	
0413& 26 03	585	BNE SEGUIRPE	
0415& 7E 015E&	586	JMP M2LP	
0418& 81 18	587	SEGUIRPE: CMPA #PASAR	
041A& 26 F2	588	BNE OTRVEZE	
041C& 7E 03C1&	589	JMP AMPL1	
041F& 81 18	590	SIG2: CMPA #PASAR	
0421& 26 0C	591	BNE REG4	
0423& BD 09C8&	592	JSR BORRA	
0426& 18 CE 0209&	593	LDY #LET33-1	
042A& BD 0058&	594	JSR DESPL	
042D& 20 06	595	BRA ESTAUD	
042F& BD 00EF&	596	REG4: JSR INITCL	
0432& 7E 01E6&	597	JMP SNEE	
0435& BD 00EF&	598	ESTAUD: JSR INITCL	
0438& 81 14	599	CMPA #ENTRAR	
043A& 27 4F	600	BEO PESTAUD	;PESTAUD=PROG. ESTIMULADOR AUDITIVO
043C& 81 18	601	CMPA #PASAR	
043E& 26 F5	602	BNE ESTAUD	
0440& BD 09C8&	603	JSR BORRA	
0443& 18 CE 02E6&	604	LDY #LET34-1	;LETRERO PARA PROG EST. SECUNDARIO
0447& BD 0058&	605	JSR DESPL	
044A& BD 00EF&	606	SNPES: JSR INITCL	;SNPES=SI O NO PROG. ESTIMULO SECUNDARIO
044D& 81 14	607	CMPA #ENTRAR	
044F& 27 07	608	BEO ELESTS	;ELESTS=ELEGIR ESTIMULO SECUNDARIO
0451& 81 18	609	CMPA #PASAR	
0453& 26 F5	610	BNE SNPES	
0455& 7E 015E&	611	JMP M2LP	
0458& BD 09C8&	612	ELESTS: JSR BORRA	
045B& 18 CE 0331&	613	LDY #LET35-1	
045F& BD 0058&	614	JSR DESPL	
0462& BD 00EF&	615	SNPDAL: JSR INITCL	;SNPDAL=SI O NO PROG DISPENSADOR DE ALIMENTO
0465& 81 14	616	CMPA #ENTRAR	
0467& 26 03	617	BNE PPASO	;PPASO=PREGUNTAR POR TECLA <PASAR>
0469& 7E 088C&	618	JMP PDAL	;PDAL=PROG.DISPENSADOR DE ALIMENTO
046C& 81 18	619	PPASO: CMPA #PASAR	
046E& 26 F2	620	BNE SNPDAL	
0470& BD 09C8&	621	JSR BORRA	
0473& 18 CE 037C&	622	LDY #LET36-1	
0477& BD 0058&	623	JSR DESPL	
047A& BD 00EF&	624	SNPDLI: JSR INITCL	
047D& 81 14	625	CMPA #ENTRAR	
047F& 26 03	626	BNE PPAS1	;PPAS1=PREGUNTAR POR TECLA <PASAR>
0481& 7E 0880&	627	JMP PDLI	;PDLI=PROG.DISPENSADOR DE LIQUIDO
0484& 81 18	628	PPAS1: CMPA #PASAR	
0486& 26 F2	629	BNE SNPDLI	;SNPDLI=SI O NO PROG DISPENSADOR DE LIQUIDO
0488& 7E 015E&	630	JMP M2LP	
048B& CE 4060	631	PESTAUD:LDX #REP	
048E& 1C 00 08	632	BSET \$00, X, \$08	
0491& BD 09C8&	633	JSR BORRA	
0494& 18 CE 0173&	634	LDY #LE31A-1	
0498& BD 0058&	635	JSR DESPL	

```

049B BD 00EF& 636 JSR INITCL
637 *****
638 *PROGRAMA PARA DEFINIR EL TIEMPO DE DURACION DEL ESTIMULO AUDITIVO *
639 *****
049E 7F 402B 640 PROGTEA: CLR CONTIOEA
04A1 7F 402C 641 PROGTEA1: CLR MEMTEA
04A4 7F 402D 642 CLR MEMTEA1
04A7 CE 402C 643 LDX #MEMTEA
04AA 1C 00 40 644 BSET $00,X,$40
04AD 1C 01 14 645 BSET $01,X,$14
04B0 81 14 646 OTRATEA: CMPA #ENTRAR
04B2 27 4F 647 BEO FINPTEA
04B4 18 A6 01 648 LDAA $01,Y ;CARGA A CON EL ASCII DE LA TECLA OPRIMIDA
04B7 84 FD 649 ANDA #5F0
04B9 81 30 650 CMPA #NUM
04BB 26 E1 651 BNE PROGTEA
04BD 18 FE 400F 652 LDY MEMYTEC
04C1 18 A6 01 653 LDAA $01,Y ;CARGA A CON EL ASCII DE LA TECLA OPRIMIDA
04C4 84 0F 654 ANDA #50F
04C6 FE 402C 655 LDX MEMTEA
04C9 F6 402B 656 LDAB CONTIOEA
04CC A7 02 657 SIGTEA: STAA $02,X
04CE C1 03 658 CMPB #503
04D0 27 12 659 BEO ULTTEA
04D2 7C 402B 660 INC CONTIOEA
04D5 7C 402D 661 INC MEMTEA1
04D8 18 FE 400F 662 LDY MEMYTEC
04DC BD 005B& 663 JSR DESPL
04FE BD 00EF& 664 JSR INITCL
04E2 20 CC 665 BRA OTRATEA
04E4 B6 0301 666 ULTTEA: LDAA $301
04E7 80 03 667 SUBA #503
04E9 BB 80 668 ADDA #580
04EB B7 0300 669 STAA $300
04EE 18 FE 400F 670 LDY MEMYTEC
04F2 BD 005B& 671 JSR DESPL
04F5 BD 00EF& 672 JSR INITCL
04FB CE 402C 673 LDX #MEMTEA
04FD 7F 402B 674 CLR CONTIOEA
04FE 1C 02 01 675 BSET $02,X,$01
0501 20 9E 676 BRA PROGTEA1
677 *****
678 *DESPLIEGUE DE LA FRECUENCIA DEL ESTIMULADOR AUDITIVO*
679 *****
0503 BD 09C8& 680 FINPTEA: JSR BORRA
0506 18 CE 0254& 681 LDY #LE33A-1
050A BD 005B& 682 JSR DESPL
683 *****
684 * PROGRAMA FRECUENCIOMETRO MC68HC11 *
685 *****
0500 CE 4020 686 LEEFREC: LDX #54020
0510 6F 00 687 LIMPHEM: CLR 00,X
0512 08 688 INX
0513 BC 4040 689 CPX #54040
0516 26 FB 690 BNE LIMPHEM
0518 18 CE 1000 691 LDY #51000
051C B6 01 692 LDAA #501
051E 18 A7 21 693 STAA $21,Y ;TCTL2 capturar solo flancos de subida
0521 4F 694 CLRA
0522 18 A7 22 695 STAA $22,Y ;TMSK1 habilitar IC31 para captura
0525 B7 1024 696 STAA TMSK2 ;TMSK2 DESHABILITAR INTERRUPCIONES
0528 CE 4030 697 LDX #54030
052B 18 10 25 7F 698 BORRAR: BCLR $25,Y,$7F ;BORRA DE TFLG2 A TOF
052F 18 10 23 00 699 BCLR $23,Y,$00
0533 18 1F 23 01 FB 700 DETECTOR1: BRCLR $23,Y,$01,DETECTOR1 ;continua hasta que exista flanco
0538 18 EC 14 701 LDD $14,Y
053B ED 00 702 STD $00,X ;almacena primer dato en $0100
053D 18 10 23 00 703 BCLR $23,Y,$00 ;borra bandera de primer flanco
05-18 18 10 25 7F 704 BCLR $25,Y,$7F
05-5 18 10 25 80 705 BCLR $25,Y,$80
05-9 18 A6 25 706 REVTOF: LDAA $25,Y ;REVISAR BANDERA DE SOBREFLUJO

```

```

054C& 49          707          ROLA
054D& 24 0A      708          BCC DETECTAR2
054F& 6C 04      709          INC CSF,X ;CSF=CONTADOR DE SOBREFLUJOS CSF=$04
0551& 18 1D 25 7F 710        BCLR $25,Y,$7F ;BORRAR TOF DE TFLG2
0555& 18 1D 25 80 711        BCLR $25,Y,$80
0559& 18 1F 23 01 EB 712 DETECTAR2: BRCCLR $23,Y,$01,REVTOF ;SI NO HAY FLANCO REvisa TOF
055E& 18 EC 14   713          LDD $14,Y
0561& ED 02      714          STD $02,X ;ALMACENA EL VALOR DEL SEGUNDO FLANCO
0563& A6 04      715          LDAA CSF,X
0565& 26 09      716          BNE SISF ;BRINCA SI (CSF MO ES 0) HUBO SOBREFLUJOS(NOSF)
0567& EC 02      717          LDD $02,X
0569& A3 00      718          SUBD $00,X
056B& ED 07      719          STD DIGH4,X
056D& 7E 059D& 720          JMP CONVFREC
0570& CC FFFF    721          SISF: LDD #$FFFF
0573& A3 00      722          SUBD $00,X ;OBTENER EL NUM. DE PULSOS ANTES DEL 1er. SOBREFLUJO
0575& E3 02      723          ADDD $02,X ;SUMAR EL VALOR DEL 1er. FLANCO CON EL DEL 2o.
0577& 24 02      724          BCC NOCAR ;NOCAR=NO HUBO CARRY
0579& 6C 06      725          INC DIGH5,X ;SI HUBO CARRY INCREMENTA 5o.DIGITO HEXADECIMAL (DIGH5)
057B& ED 07      726          NOCAR: STD DIGH4,X
057D& A6 04      727          LDAA CSF,X
057F& A7 05      728          STAA CSF1,X
0581& 6A 05      729          DEC CSF1,X
0583& 27 16      730          BEQ RESFIN
0585& CC FFFF    731          LDD #$FFFF
0588& 6A 05      732          NOFIN: DEC CSF1,X
058A& 27 07      733          BEQ FDET ;FDET=FIN DE DETECTAR
058C& C3 FFFF    734          ADDD #$FFFF
058F& 6C 06      735          INC DIGH5,X
0591& 20 F5      736          BRA NOFIN
0593& E3 07      737          FDET: ADDD DIGH4,X
0595& 24 04      738          BCC RESFIN
0597& 6C 06      739          INC DIGH5,X
0599& ED 07      740          STD DIGH4,X
059B& EC 07      741          RESFIN: LDD DIGH4,X
742          ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
743          ; PROGRAMA PARA CONVERTIR EL NUM. DE PULSOS EN EL VALOR DE FRECUENCIA ;
744          ;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;;
059D& ED 0D      745          CONVFREC: STD N2,X
059F& A6 06      746          LDAA DIGH5,X
05A1& A7 0C      747          STAA N1,X
05A3& 6F 09      748          CLR CT1,X
05A5& 6F 0A      749          CLR CT2,X
05A7& 6F 0B      750          CLR CT3,X
05A9& 6F 0F      751          CLR RESULT1,X
05AB& 6F 10      752          CLR RESULT2,X
05AD& 1C 09 1E   753          BSET CT1,X,$1E ;FIJAR EL DIVISOR EN (1E84B0)
05B0& 1C 0A 84   754          BSET CT2,X,$84
05B3& 1C 0B 80   755          BSET CT3,X,$80
05B6& A6 09      756          INICIO: LDAA CT1,X
05B8& A0 0C      757          LDAA N1,X
05BA& 2D 14      758          BLT ACABAR
05BC& A7 09      759          STAA CT1,X
05BE& EC 0A      760          LDD CT2,X
05C0& A3 0D      761          SUBD N2,X
05C2& 24 02      762          BCC INCONTAD
05C4& 6A 09      763          INCONTAD: DEC CT1,X
05C6& ED 0A      764          STD CT2,X
05C8& 6C 10      765          INC RESULT2,X
05CA& 26 EA      766          BNE INICIO
05CC& 6C 0F      767          INC RESULT1,X
05CE& 20 E6      768          BRA INICIO
05D0& EC 0F      769          ACABAR: LDD RESULT1,X
05D2& B7 4020    770          STAA MF2
05D5& F7 4021    771          STAB MF1
05D8& BD 0744& 772          JSR CONVHD
05DB& BD 00EF& 773          TERM1: JSR INITCL
05DE& 81 14      774          CMPA WENTRAR
05E0& 27 07      775          BEQ AMPLA
05E2& 81 18      776          CMPA #PASAR
05E4& 26 F5      777          BNE TERM1

```

```

05E6& 7E 0500& 778                JMP LEEFREC
05E9& BD 09C8& 779                AMPLEA: JSR BORRA
05EC& 18 CE 0290& 780                LDY #LE33B
05FD& BD 0058& 781                JSR DESPL
05F3& CE 4030 782                AMPL1: LDX #MFP2
05F6& 6F 00 783                AMPL11: CLR $00,X
05F8& 08 784                INX
05F9& 8C 4050 785                CPX #MFP2+$20
05FB& 26 18 786                BNE AMPL11
05FE& 18 CE 1000 787                LDY #1000
0602& 86 80 788                LDA #80
0604& 18 A7 39 789                STAA OPTION,Y ;HABILITAR ENERGIA AL CONVERTIDOR A/D
0607& 4A 790                RETARDO: DECA ;RUTINA DE RETARDO 108 μs APROX.
0608& 26 FD 791                BNE RETARDO
060A& 86 11 792                LDA #11
060C& 18 A7 30 793                STAA ADCTL,Y ;PROG. CONVERTIDOR A/D PARA 4 CONVERSIONES Y SEÑAL EN PE1
(AMP_ESTAUD)
060F& 86 91 794                FCONV: LDA #91
0611& 18 A5 30 795                BITA ADCTL,Y ;PREGUNTAR SI SE TERMINO CONVERSION (CCF=1 bit 7 DE ADCTL)
0614& 2C F9 796                BGE FCONV
0616& 18 A6 32 797                LDAADR2,Y ;CARGA A CON EL RESULTADO DE LA CONVERSION.
0619& CE 403C 798                LDX #RESVEA ;RESVEA=1a LOCALIDAD DE RESULTADOS DE VOLTAJE DEL EST. AUD.
061C& 87 403D 799                STAA RESVA1 ;RESVA1=RESULTADO DE VOLTAJE DEL ESTIMULADOR AUDITIVO (HSD)
061F& 8B 403D 800                ADDA RESVA1
0622& 24 03 801                BCC NHC1 ;NHC1=NO HUBO CARRY EN LA PRIMERA SUMA.
0624& 7C 403E 802                INC RESVA2 ;RESVA2=RESULTADO DE VOLTAJE DEL EST. AUDITIVO (MSB)
0627& 8B 403D 803                NHC1: BCC RESVA1
062A& 24 03 804                BCC NHC2 ;NHC2=NO HUBO CARRY EN LA SEGUNDA SUMA.
062C& 7C 403E 805                INC RESVA2
062F& 8B 403D 806                NHC2: ADDA RESVA1
0632& 24 03 807                BCC NHC3 ;NHC3=NO HUBO CARRY EN LA TERCERA SUMA.
0634& 7C 403E 808                INC RESVA2
0637& 87 403F 809                NHC3: STAA RESVAF ;RESVAF=RESULTADO FINAL DE VOLTAJE DEL EST. AUD. (LSB)
063A& FC 403E 810                LDD RESVA2
063D& FD 403D 811                STD MFP2
0640& 8D 0654& 812                JSR CONVHDP
0643& 8D 00EFA& 813                OTRVEZ: JSR INITCL
0646& 81 14 814                CMPA #ENTRAR
0648& 26 03 815                BNE SEGUIRP
064A& 7E 015E& 816                JMP M2LP
064D& 81 18 817                SEGUIRP: CMPA #PASAR
064F& 26 F2 818                BNE OTRVEZ
0651& 7E 05F3& 819                JMP AMPL1
820
821                *PROGRAMA PARA CONVERTIR DE HEXADECIMAL A DECIMAL*
822                * PARA NUMEROS DE DOS BYTES CON PUNTO DECIMAL *
823                * EL SEGUNDO DIGITO *
824                *
055& CE 4030 825                CONVHDP: LDX #MFP2
0657& CE 4032 826                CONHDP1: LDX #HP1 ;CARGA X CON DIR. DEL PRIMER VALOR HEX. DE LA AMPLITUD
POR NIBLES.
065A& 6F 0A 827                CLR $0A,X
065C& 1C 0A 11 828                BSET $0A,X,$11
065F& 86 4031 829                LDA MFP1 ;CARGA A CON EL PRIMER BYTE DE LA AMPLITUD (LSB)
0662& 84 0F 830                ANDA #50F ;SE SEPARA EL BYTE ANTERIOR EN NIBLES Y SE COLOCA EN UN
0664& 87 4032 831                STAA HP1 ;BYTE COMPLETO.
0667& 86 4031 832                LDA MFP1
066A& 84 F0 833                ANDA #5F0
066C& 0C 834                CLC
066D& 46 835                RORA
066E& 46 836                RORA
066F& 46 837                RORA
0670& 46 838                RORA
0671& 87 4033 839                STAA HP2
0674& 86 4030 840                LDA MFP2 ;CARGA A CON EL SEGUNDO BYTE DE LA AMPLITUD (MSB)
0677& 84 0F 841                ANDA #50F ;SEPARA EL BYTE ANTERIOR EN DOS NIBLES
0679& 87 4034 842                STAA HP3
067C& 86 4030 843                LDA MFP2
067F& 84 F0 844                ANDA #5F0
0681& 46 845                RORA
0682& 46 846                RORA

```

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

0683&	46	847	RORA	
0684&	46	848	RORA	
0685&	B7 4035	849	STAA HP4	
0688&	B6 4032	850	LDAA HP1	;PREGUNTAR SI HP1 ES CER0.
0688&	27 05	851	BEQ PHP2	;SI ES CER0 PREGUNTA POR HP2.
0680&	7A 4032	852	DEC HP1	
0690&	20 30	853	BRA AUMENP	
0692&	B6 4033	854	LDAA HP2	;PREGUNTAR SI HP2 ES CER0.
0695&	27 08	855	BEQ PHP3	;SI ES CER0 PREGUNTA POR HP3
0697&	1C 00 0F	856	BSET \$00,X,\$0F	
069A&	7A 4033	857	DEC HP2	
0690&	20 23	858	BRA AUMENP	
069F&	B6 4034	859	LDAA HP3	;PREGUNTAR SI HP3 ES CER0.
06A2&	27 08	860	BEQ PHP4	;SI ES CER0 PREGUNTA POR HP4
06A4&	1C 00 0F	861	BSET \$00,X,\$0F	
06A7&	1C 01 0F	862	BSET \$01,X,\$0F	
06AA&	7A 4034	863	DEC HP3	
06AD&	20 13	864	BRA AUMENP	
06AF&	B6 4035	865	LDAA HP4	
06B2&	27 5F	866	BEQ DESPPF	
06B4&	1C 00 0F	867	BSET \$00,X,\$0F	
06B7&	1C 01 0F	868	BSET \$01,X,\$0F	
06BA&	1C 02 0F	869	BSET \$02,X,\$0F	
06BD&	7A 4035	870	DEC HP4	
06C0&	20 00	871	BRA AUMENP	
06C2&	B6 09	872	AUMENP: LDAA #509	
06C4&	B1 403B	873	CMPA DP1	
06C7&	27 05	874	BEQ PDP2	
06C9&	7C 403B	875	INC DP1	
06CC&	20 BA	876	BRA PHP1	
06CE&	B1 403A	877	PDP2: CMPA DP2	
06D1&	27 08	878	BEQ PDP3	
06D3&	7F 403B	879	CLR DP1	
06D6&	7C 403A	880	INC DP2	
06D9&	20 AD	881	BRA PHP1	
06DB&	B1 403B	882	PDP3: CMPA DP3	
06DE&	27 08	883	BEQ PDP4	
06E0&	7F 403B	884	CLR DP1	
06E3&	7F 403A	885	CLR DP2	
06E6&	7C 403B	886	INC DP3	
06E9&	20 9D	887	BRA PHP1	
06EB&	B1 4037	888	PDP4: CMPA DP4	
06EE&	27 0E	889	BEQ PDP5	
06F0&	7F 403B	890	CLR DP1	
06F3&	7F 403A	891	CLR DP2	
06F6&	7F 403B	892	CLR DP3	
06F9&	7C 4037	893	INC DP4	
06FC&	20 BA	894	BRA PHP1	
06FE&	B1 4036	895	PDP5: CMPA DP5	
		896	* BEQ ERRORPF	
0701&	7F 403B	897	CLR DP1	
0704&	7F 403A	898	CLR DP2	
0707&	7F 403B	899	CLR DP3	
070A&	7F 4037	900	CLR DP4	
070D&	7C 4036	901	INC DP5	
0710&	7E 0688&	902	JMP PHP1	
0713&	18 CE 4035	903	DESPFP: LDY #DP5-1	
0717&	18 1C 01 30	904	AHIP: BSET \$01,Y,\$30	
0718&	18 08	905	INY	
071D&	18 8C 4039	906	CPY #DP3+1	
0721&	26 05	907	BNE CONP	
0723&	B6 2E	908	LDAA #52E	
0725&	18 A7 00	909	STAA \$00,Y	
0728&	18 8C 403B	910	CONP: CPY #DP1	
072C&	26 E9	911	BNE AHIP	
072E&	18 CE 4035	912	LDY #DP5-1	;MODIFICAR LA DIRECCION DE INICIO DE IMPRESION SI
0732&	BD 0058&	913	JSR DESPL	;NO SE DESEAN IMPRIMIR LOS CEROS.
0735&	B6 0301	914	CARGAP: LDAA \$301	
0738&	49	915	ROLA	
0739&	25 FA	916	BCS CARGAP	
0738&	46	917	RORA	

```

073C& 80 06          918          SUBA #506
073E& 88 80          919          ADDA #580
0740& 87 0300        920          STAA $300
0743& 39             921          RTS
                                922          *****
                                923          *PROGRAMA PARA CONVERTIR DE HEXADECIMAL A DECIMAL*
                                924          * PARA NUMEROS DE DOS BYTES
                                925          * *****
0744& CE 4022        926          CONVHD: LDX #H1          ;CARGA X CON DIR. DEL PRIMER VALOR HEX. DE LA FRECUENCIA
0747& 6F 0A          927          CLR $0A,X              ;POR NIBLES.
0749& 1C 0A 11        928          BSET $0A,X,$11
074C& B6 4021        929          LDAA MF1              ;CARGA A CON EL PRIMER BYTE DE LA FRECUENCIA. (LSB)
074F& 84 0F          930          ANDA #50F            ;SE SEPARA EL BYTE ANTERIOR EN NIBLES Y SE COLOCA EN UN
0751& B7 4022        931          STAA H1              ;BYTE COMPLETO.
0754& B6 4021        932          LDAA MF1
0757& 84 FO          933          ANDA #5FO
0759& 0C             934          CLC
075A& 46             935          RORA
075B& 46             936          RORA
075C& 46             937          RORA
075D& 46             938          RORA
075E& B7 4023        939          STAA H2
0761& B6 4020        940          LDAA MF2              ;CARGA A CON EL SEGUNDO BYTE DE LA FRECUENCIA (MSB)
0764& 84 0F          941          ANDA #50F            ;SEPARA EL BYTE ANTERIOR EN DOS NIBLES
0766& B7 4024        942          STAA H3
0769& B6 4020        943          LDAA MF2
076C& 84 FO          944          ANDA #5FO
076E& 46             945          RORA
076F& 46             946          RORA
0770& 46             947          RORA
0771& 46             948          RORA
0772& B7 4025        949          STAA H4
0775& B6 4022        950          LDAA H1              ;PREGUNTAR SI H1 ES CERO.
0778& 27 05          951          BEQ PH2              ;SI ES CERO PREGUNTA POR H2.
077A& 7A 4022        952          DEC H1
077D& 20 30          953          BRA ALUMEN
077F& B6 4023        954          LDAA H2              ;PREGUNTAR SI H2 ES CERO.
0782& 27 08          955          BEQ PH3              ;SI ES CERO PREGUNTA POR H3
0784& 1C 00 0F        956          BSET $00,X,$0F
0787& 7A 4023        957          DEC H2
078A& 20 23          958          BRA ALUMEN
078C& B6 4024        959          LDAA H3              ;PREGUNTAR SI H3 ES CERO.
078F& 27 08          960          BEQ PH4              ;SI ES CERO PREGUNTA POR H3
0791& 1C 00 0F        961          BSET $00,X,$0F
0794& 1C 01 0F        962          BSET $01,X,$0F
0797& 7A 4024        963          DEC H3
079A& 20 13          964          BRA ALUMEN
079C& B6 4025        965          LDAA H4              ;PREGUNTAR SI H4 ES CERO.
079F& 27 61          966          BEQ DESPF
07A1& 1C 00 0F        967          BSET $00,X,$0F
07A4& 1C 01 0F        968          BSET $01,X,$0F
07A7& 1C 02 0F        969          BSET $02,X,$0F
07AA& 7A 4025        970          DEC H4
07AD& 20 00          971          BRA ALUMEN
07AF& 86 09          972          LDAA #509
07B1& B1 402B        973          CMPA D1
07B4& 27 05          974          BEQ PD2
07B6& 7C 402B        975          INC D1
07B9& 20 BA          976          BRA PH1
07BB& B1 402A        977          PD2: CMPA D2
07BE& 27 08          978          BEQ PD3
07C0& 7F 402B        979          CLR D1
07C3& 7C 402A        980          INC D2
07C6& 20 AD          981          BRA PH1
07C8& B1 4029        982          PD3: CMPA D3
07CB& 27 08          983          BEQ PD4
07CD& 7F 402B        984          CLR D1
07D0& 7F 402A        985          CLR D2
07D3& 7C 4029        986          INC D3
07D6& 20 90          987          BRA PH1
07D8& B1 4028        988          PD4: CMPA D4

```

```

07DB& 27 OE          989          BEQ PDS
07DD& 7F 402B        990          CLR D1
07E0& 7F 402A        991          CLR D2
07E3& 7F 4029        992          CLR D3
07E6& 7C 4028        993          INC D4
07E9& 20 8A          994          BRA PH1
07EB& B1 4027        995          CMPA D5
07EE& 27 38          996          BEQ ERRORF
07F0& 7F 402B        997          CLR D1
07F3& 7F 402A        998          CLR D2
07F6& 7F 4029        999          CLR D3
07F9& 7F 4028       1000         CLR D4
07FC& 7C 4027       1001         INC D5
07FF& 7E 0775&      1002         JMP PH1
0802& 18 CE 4026    1003         DESPF: LDY #D5-1
0806& 18 1C 01 30  1004         AHI:   BSET $D1,Y,$30
080A& 18 08         1005         INY
080C& 18 8C 402B    1006         CPY #$402B
0810& 26 F4         1007         BNE AHI
0812& 18 CE 4026    1008         LDY #D5-1 ;MODIFICAR LA DIRECCION DE INICIO DE IMPRESION SI NO SE
0816& BD 0058&     1009         JSR DESPL ;DESEAN IMPRIMIR LOS CEROS.
0819& B6 0301      1010         CARGA: LDAA $301
081C& 49           1011         ROLA
081D& 25 FA        1012         BCS CARGA
081F& 46           1013         RORA
0820& B0 05        1014         SUBA #$80
0822& B8 80        1015         ADDA #$80
0824& B7 0300      1016         STAA $300
0827& 39           1017         RTS
0828& B6 FF        1018         ERRORF: LDAA #$FF
082A& 7E 015E&     1019         JMP #2LP
1020
1021
1022 *****
1023 *PROGRAMA PARA CONVERTIR UN NUMERO DECIMAL A SU EQUIVALENTE EN HEXADECIMAL*
1024 *MAXIMO NUMERO A CONVERTIR=65535 *
1025 *EL NUMERO A CONVERTIR DEBE ESTAR DE $4050 (MSB) A $4054 (LSB) *
1026 *AL TERMINAR, EL ACUMULADOR DOBLE (D) QUEDA CON EL VALOR HEXADECIMAL *
1027 *****
082D& CE 4000       1026         LDX #INVAR
0830& 1D 50 F0      1027         LIMPI: BCLR DEC11,X,$FO
0833& 08           1028         INX
0834& BC 4005       1029         CPX #$4005 ;EL INCREMENTO DEL REGISTRO IX SOLO INDICA EL NUM.DE
0837& 26 F7         1030         BNE LIMPI ;LOCALIDADES A LIMPIAR.
0839& CE 4000       1031         LDX #INVAR
083C& 6F 55         1032         CLR HEX1,X
083E& 6F 56         1033         CLR HEX2,X
0840& C6 09         1034         LDAB #$09
0842& A6 54         1035         CONTI: LDAA DEC15,X
0844& 27 04         1036         BEQ RDEC14,X ;SI DEC15 ES CERO DECREMENTA DEC14 Y PON UN 9 EN DEC15
0846& 6A 54         1037         DEC DEC15,X
0848& 20 34         1038         BRA INHEX ;BRINCA A INCREMENTAR EL 1er.DIGITO HEXADECIMAL (LSB).
084A& A6 53         1039         RDEC14: LDAA DEC14,X
084C& 27 06         1040         BEQ RDEC13,X;SI DEC12 ES CERO DECREMENTA DEC13 Y PON UN 9 EN DEC15 Y DEC14.
084E& 6A 53         1041         DEC DEC14,X
0850& E7 54         1042         STAB DEC15,X
0852& 20 2A         1043         BRA INHEX
0854& A6 52         1044         RDEC13: LDAA DEC13,X
0856& 27 08         1045         BEQ RDEC12 ;SI DEC13 ES CERO DECREMENTA DEC12 Y PON UN 9 EN
0858& 6A 52         1046         DEC DEC13,X ;DEC15,DEC14 Y DEC13
085A& E7 54         1047         STAB DEC15,X
085C& E7 53         1048         STAB DEC14,X
085E& 20 1E         1049         BRA INHEX
0860& A6 51         1050         RDEC12: LDAA DEC12,X
0862& 27 0A         1051         BEQ RDEC11 ;SI DEC12 ES CERO DECREMENTA DEC11 Y PON UN 9 EN DEC15,
0864& 6A 51         1052         DEC DEC12,X ;DEC14, DEC13 Y DEC12
0866& E7 54         1053         STAB DEC15,X
0868& E7 53         1054         STAB DEC14,X
086A& E7 52         1055         STAB DEC13,X
086C& 20 10         1056         BRA INHEX
086E& A6 50         1057         RDEC11: LDAA DEC11,X
0870& 27 14         1058         BEQ FINAL
0872& 6A 50         1059         DEC DEC11,X

```

```

0B74E E7 54      1060      STAB DEC15,X
0B74E E7 53      1061      STAB DEC14,X
0B78E E7 52      1062      STAB DEC13,X
0B7AE E7 51      1063      STAB DEC12,X
0B7CE 20 00      1064      BRA INHEX
0B7EE 6C 56      1065      INHEX: INC HEX2,X
0B80E 26 C0      1066      BNE CONTI
0B82E 6C 55      1067      INC HEX1,X
0B84E 20 BC      1068      BRA CONTI
0B86E EC 55      1069      FINAL: LDD HEX1,X
0B88E 18 ED 00   1070      STD $00,Y      ;REGISTRO IY TIENE EL VALOR DADO EN EL PROGRAMA PARA
0B8BE 39          1071      RTS           ;COMPARAR CON EL TIEMPO DEL CONTADOR.
*****
1072      * TIEMPO DE PROGRAMACION DEL COMEDERO *
1073      *****
1074
0B8CE CE 4060    1075      PDAL: LDX #REP
0B8FE 1C 00 80   1076      BSET $00,X,$80
0B92E BD 09CB&   1077      JSR BORRA
0B95E 18 CE 5E2E 1078      LDY #5E2E
0B99E BD 0058&   1079      JSR DESPL
0B9CE CE 4800    1080      LDX #CM800
0B9FE 4F          1081      CLRA
0BA0E A7 02      1082      STAA $02,X
0BA2E BD 0921&   1083      JSR NUM
0BA5E A6 0C      1084      LDAA $0C,X
0BA7E A7 9F      1085      STAA $9F,X
0BA9E A6 0B      1086      LDAA $0B,X
0BABE A7 9E      1087      STAA $9E,X
0BAD& 7E 015E&   1088      JMP MZLP
1089      *****
1090      * TIEMPO DE PROGRAMACION DEL BEBEDERO *
1091      *****
0BB0E CE 4060    1092      PDLI: LDX #REP
0BB3E 1C 00 20   1093      BSET $00,X,$20
0BB6E CE 5F00    1094      LDX #DATY
0BB9E 86 01      1095      LDAA #501
0BBBE 18 A7 16   1096      STAA $16,Y
0BBEE 86 07      1097      LDAA #507
0BC0E 18 A7 1B   1098      STAA $1B,Y
0BC3E 86 FF      1099      LDAA #5FF
0BC5E 18 A7 1C   1100      STAA $1C,Y
0BC8E CE 4800    1101      LDX #CM800
0BCBE 4F          1102      EXP: CLRA      ;VERIFICA SI YA SE HA
0BCE& A1 00      1103      CMPA $00,X    ;PROGRAMADO EL TIEMPO
0BCE& 27 2F      1104      BEQ ET100
0BD0E 4F          1105      BEBEDERO: CLRA
0BD1& A7 02      1106      STAA $02,X
0BD3& A1 06      1107      CMPA $06,X
0BD5& 27 03      1108      BEQ ETA1
0BD7& 7E 015E&   1109      JMP MZLP
0BD& A1 05      1110      ETA1: CMPA $05,X
0BD& 27 03      1111      BEQ ET110    ;SE VERIFICA SI YA SE HA
0BD& 7E 015E&   1112      JMP MZLP     ;PROGRAMADO EL TIEMPO
0BE1& BD 09CB&   1113      ET110: JSR BORRA ;EN SEGUNDOS Y DESPLIEGUE
0BE4& 18 CE 5F26 1114      LDY #5F26    ;DEL MISMO EN UNA PANTALLA LCD
0BE& BD 0058&   1115      JSR DESPL
0BE& CE 4800    1116      LDX #CM800
0BE& 4F          1117      CLRA
0BE& A7 02      1118      STAA $02,X
0BF1& BD 0921&   1119      JSR NUM
0BF4& A6 0C      1120      LDAA $0C,X
0BF6& A7 06      1121      STAA $06,X
0BF8& A6 0B      1122      LDAA $0B,X
0BFA& A7 05      1123      STAA $05,X
0BFC& 7E 0BD0&   1124      JMP BEBEDERO
0BF& 86 35      1125      ET100: LDAA #35 ;INICIALIZA LA PROGRAMACION
0901& A7 00      1126      STAA $00,X   ;DEL TIEMPO EN SEGUNDOS DEL
0903& BD 09CB&   1127      JSR BORRA    ;TOTAL DEL EXPERIMENTO
0906& 18 CE 5F20 1128      LDY #5F20    ;SE DESPLIEGA EL TIEMPO EN LA PANTALLA
090& BD 0058&   1129      JSR DESPL
090& CE 4800    1130      LDX #CM800

```

ESTADO DEL PROGRAMA MONITOR

0910& 4F	1131	CLRA	
0911& A7 02	1132	STAA \$02,X	
0913& BD 0921&	1133	JSR NUM	;RUTINA DE CONVERSION DE
0916& A6 0C	1134	LDAA \$0C,X	;DECIMAL A HEX. DESPLIEGA
0918& A7 09	1135	STAA \$0F,X	;NUMEROS EN LA PANTALLA
091A& A6 08	1136	LDAA \$0B,X	
091C& A7 08	1137	STAA \$0B,X	
091E& 7E 08C8&	1138	JMP EXP	
0921& 3C	1139	PSHX	
0922& 3C	1140	PSHX	
0923& BD 00EF&	1141	JSR INITCL	;SALTA A RUTINA DE LECTURA DEL TECLADO
0926& 81 12	1142	CMPA #512	
0928& 27 2B	1143	BEO FIN	;CONDICIONES QUE INDICAN
092A& 81 14	1144	CMPA #514	;SI EN EL TECLADO SE OPRIMIO
092C& 27 27	1145	BEO FIN	;UN NUMERO O UNA LETRA
092E& 81 18	1146	CMPA #518	;SI ES LETRA INDICA QUE
0930& 27 23	1147	BEO FIN	;SE HA TERMINADO LA
0932& 81 28	1148	CMPA #528	;PROGRAMACION DEL TIEMPO
0934& 27 1F	1149	BEO FIN	;DE LO CONTRARIO ES QUE SE
0936& 81 48	1150	CMPA #548	;SIGUE PROGRAMANDO
0938& 27 1B	1151	BEO FIN	
093A& 81 88	1152	CMPA #588	
093C& 27 17	1153	BEO FIN	
093E& 18 FF 5FDD	1154	STY DIR	
0942& BD 0058&	1155	JSR DESPL	;DESPLIEGUE DEL TIEMPO
0945& FE 5FDD	1156	LDX DIR	;EN LA PANTALLA
0948& 08	1157	INX	
0949& A6 00	1158	LDAA \$00,X	
094B& 84 0F	1159	ANDA #50F	
094D& 38	1160	PULX	
094E& 6C 02	1161	INC \$02,X	;CONTADOR DE DIGITOS
0950& 36	1162	PSHA	;DIGITOS ALMACENADOS
0951& 3C	1163	PSHX	;EN EL STACK
0952& 7E 0923&	1164	JMP MAS	
0955& 38	1165	PULX	
0956& A6 02	1166	LDAA \$02,X	;INDICADOR DE QUE SI SE HA
0958& 81 01	1167	CMPA #501	;OPRIMIDO UNA TECLA NUMERICA
095A& 25 02	1168	BCS MASS	;O NO NUMERICA
095C& 20 04	1169	BRA SALTA	
095E& 3C	1170	PSHX	
095F& 7E 0923&	1171	JMP MAS	
0962& 4F	1172	SALTA: CLRA	
0963& A7 0C	1173	STAA \$0C,X	;SE LIMPIAN ESTAS LOCALIDADES
0965& A7 0B	1174	STAA \$0B,X	;CUANDO SE PROGRAMA EL TIEMPO
0967& 86 05	1175	LDAA #505	;INDICA QUE SE HA TERMINADO LA
0969& A1 02	1176	CMPA \$02,X	;PROGRAMACION DEL TIEMPO Y SE
096B& 24 03	1177	BCC NERROR	;VERIFICA SI NO SE HAN EXCEDIDO
096D& 7E 09C3&	1178	JMP ERROR	;CIERTA CANTIDAD DE DIGITOS SI
0970& A6 02	1179	NERROR: LDAA \$02,X	;ES ASI VUELVE A EMPEZAR EL PROGRAMA
0972& A7 03	1180	STAA \$03,X	
0974& 18 CE 4810	1181	LDY #34810	
0978& 32	1182	ET112: PULA	
0979& 18 A7 00	1183	STAA \$00,Y	;LOS DIGITOS SON SACADOS DEL
097C& 86 01	1184	LDAA #501	;STACK Y ALMACENADOS EN
097E& A1 03	1185	CMPA \$03,X	;LOCALIDADES DE MEMORIA
0980& 27 07	1186	BEO CONVDH	
0982& 18 08	1187	INY	
0984& 6A 03	1188	DEC \$03,X	
0986& 7E 0978&	1189	JMP ET112	
0989& 18 A6 00	1190	CONVDH: LDAA \$00,Y	;PROGRAMA QUE CONVIERTE EL
098C& 0C	1191	CLC	;TIEMPO QUE APARECE EN LA
098D& AB 0C	1192	ADDA \$0C,X	;PANTALLA (CANTIDAD DECIMAL
098F& A7 0C	1193	STAA \$0C,X	;A HEXADECIMAL)
0991& A7 0D	1194	STAA \$0D,X	
0993& 4F	1195	CLRA	
0994& A9 08	1196	ADCA \$0B,X	
0996& A7 08	1197	STAA \$0B,X	
0998& A7 0E	1198	STAA \$0E,X	
099A& 86 01	1199	LDAA #501	
099C& A1 02	1200	CMPA \$02,X	
099E& 27 26	1201	BEO FINCONV	

09A0E OC	1202	CLC	
09A1E 68 OC	1203	LSL \$0C,X	
09A3E 69 0B	1204	ROL \$0B,X	
09A5E OC	1205	CLC	
09A6E 68 OC	1206	LSL \$0C,X	
09A8E 69 0B	1207	ROL \$0B,X	
09AAE OC	1208	CLC	
09ABE A6 0D	1209	LDAA \$0D,X	
09ADE AB OC	1210	ADDA \$0C,X	
09AFE A7 OC	1211	STAA \$0C,X	
09B1E A6 0E	1212	LDAA \$0E,X	
09B3E A9 0B	1213	ADCA \$0B,X	
09B5E A7 0B	1214	STAA \$0B,X	
09B7E OC	1215	CLC	
09BBE 68 OC	1216	LSL \$0C,X	
09BAE 69 0B	1217	ROL \$0B,X	
09BCE 6A 02	1218	DEC \$02,X	
09BE E 18 09	1219	DEY	
09C0E 7E 0989E	1220	JMP CONVDH	
09C3E 7E 015EE	1221	ERROR : JMP M2LP	
09C6E 38	1222	FINCONV: PULX	;FIN DE CONVERSION DE DECIMAL
09C7E 39	1223	RTS	;A HEXADECIMAL
09CB E 86 01	1224	BORRA: LDAA #S01	;BORRA LA PANTALLA ANTES DE MANDAR UN LETRERO.
09CAE B7 0300	1225	STAA \$0300	
09CD E C6 05	1226	LDAB #S05	
09CF E F7 400C	1227	STAB MDEC1	
09D2 E 7A 400C	1228	RT: DEC MDEC1	
09D5 E 27 0C	1229	BEQ REVBF	
09D7 E C6 65	1230	LDAB #S65	
09D9 E F7 400D	1231	STAB MDEC2	
09DC E 7A 400D	1232	T2: DEC MDEC2	
09DF E 27 F1	1233	BEQ RT	
09E1 E 20 F9	1234	BRA T2	
09E3 E B6 0301	1235	REVBF: LDAA DESPLIE+1	
09E6 E 49	1236	ROLA	
09E7 E 25 FA	1237	BCS REVBF	
09E9 E 86 80	1238	LDAA #S80	
09EB E B7 0300	1239	STAA DESPLIE	
09EE E 39	1240	RTS	
09EF E BD 00EF E	1241	CPROG: JSR INITCL	
09F2 E 81 14	1242	CMPA #ENTRAR	
09F4 E 26 03	1243	BNE SIG33	
09F6 E 7E 09FC E	1244	JMP SSIG3	
09F9 E 7E 1475 E	1245	SIG33: JMP SIG3	
09FC E BD 09CB E	1246	SSIG3: JSR BORRA	
09FF E 18 CE 040B E	1247	LDY #LET41-1	
0A03 E BD 0058 E	1248	JSR DESPL	
0A06 E BD 00EF E	1249	VEREST1: JSR INITCL	
0A09 E 81 14	1250	CMPA #ENTRAR	
0A0B E 26 03	1251	BNE VEREST2	
0A0D E 7E 0A17 E	1252	JMP VEREST	
0A10 E 81 18	1253	VEREST2: CMPA #PASAR	
0A12 E 26 F2	1254	BNE VEREST1	
0A14 E 7E 0AAE E	1255	VEREST: JMP INIEXP	;NUMEST=CONTADOR DE ESTIMULOS PROGRAMADOS.
0A17 E 7F 4061	1256	CLR NUMEST	
0A1A E BD 09CB E	1257	JSR BORRA	
0A1D E F6 4060	1258	COMACT: LDAB REP	;REP=REGISTRO DE ESTIMULOS PROGRAMADOS.
0A20 E C4 80	1259	ANDB #COMEDERO	;COMACT=COMEDERO ACTIVADO?
0A22 E 27 0A	1260	BEQ FOTACT	;FOTACT=ESTIMULO FOTICO ACTIVADO?
0A24 E 7C 4061	1261	INC NUMEST	
0A27 E 18 CE 044F E	1262	LDY #LE41A-1	
0A28 E BD 0058 E	1263	JSR DESPL	
0A2E E F6 4060	1264	FOTACT: LDAB REP	
0A31 E C4 0A	1265	ANDB #FOTICO	
0A33 E 27 0A	1266	BEQ BEBACT	;BEBACT=BEBEDERO ACTIVADO?
0A35 E 7C 4061	1267	INC NUMEST	
0A38 E 18 CE 045A E	1268	LDY #LE41B-1	
0A3C E BD 0058 E	1269	JSR DESPL	
0A3F E F6 4060	1270	BEBACT: LDAB REP	
0A42 E C4 20	1271	ANDB #BEBEDER	
0A44 E 27 0A	1272	BEQ ELEACT	;ELEACT=ESTIMULO ELECTRICO ACTIVADO?

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

0A46& 7C 4061 1273          INC NUMEST
0A49& 18 CE 0465& 1274      LDY #LE41C-1
0A4D& BD 0058& 1275          JSR DESPL
0A50& F6 4060 1276          ELEACT: LDAB REP
0A53& C4 10 1277             ANDB #ELECTRICO
0A55& 27 0A 1278             BEQ AUDACT ;AUDACT=ESTIMULO AUDITIVO ACTIVADO?
0A57& 7C 4061 1279          INC NUMEST
0A5A& 18 CE 0470& 1280      LDY #LE41D-1
0A5E& BD 0058& 1281          JSR DESPL
0A61& F6 4060 1282          AUDACT: LDAB REP
0A64& C4 08 1283             ANDB #AUDITIVO
0A66& 27 0A 1284             BEQ FVEREST ;FVEREST=FIN DE VER ESTIMULOS
0A68& 7C 4061 1285          INC NUMEST
0A6B& 18 CE 0478& 1286      LDY #LE41E-1
0A6F& BD 0058& 1287          JSR DESPL
0A72& B6 4061 1288          FVEREST: LDA# NUMEST
0A75& 26 11 1289             BNE SHEP ;SHEP=S1 HUBO ESTIMULOS PROGRAMADOS
0A77& BD 09CB& 1290          JSR BORRA
0A7A& 18 CE 0486& 1291      LDY #LE41F-1
0A7E& BD 0058& 1292          JSR DESPL
0A81& BD 00EF& 1293          NHEP: JSR INITCL
0A84& 81 18 1294             CMP# #PASAR
0A86& 26 F9 1295             BNE NHEP ;NHEP=NO HUBO ESTIMULOS PROGRAMADOS
0A88& 18 CE 04CD& 1296      SHEP: LDY #LE41G-1
0A8C& BD 0058& 1297          JSR DESPL
0A8F& BD 00EF& 1298          SHEP1: JSR INITCL
0A92& 81 18 1299             CMP# #PASAR
0A94& 26 F9 1300             BNE SHEP1
0A96& BD 09CB& 1301          JSR BORRA
0A99& 18 CE 04DF& 1302      LDY #LE41H-1
0A9D& BD 0058& 1303          JSR DESPL
0AA0& BD 00EF& 1304          SHEP2: JSR INITCL
0AA3& 81 14 1305             CMP# #ENTRAR
0AA5& 27 07 1306             BEQ INIEXP
0AA7& 81 18 1307             CMP# #PASAR
0AA9& 26 F5 1308             BNE SHEP2
0AAB& 7E 015E& 1309          JMP M2PL
0AAE& BD 09CB& 1310          INIEXP: JSR BORRA
0AB1& 18 CE 04DF& 1311      LDY #LE41H-1
0AB5& BD 0058& 1312          JSR DESPL
0AB8& BD 00EF& 1313          INIEXP1: JSR INITCL
0ABB& 81 14 1314             CMP# #ENTRAR
0ABD& 26 03 1315             BNE INIEXP2 ;NINIEXP= NO INICIAR EXPERIMENTO
0ABF& 7E 0AC5& 1316          JMP INIEXP3
0AC2& 7E 145E& 1317          NINIEXP2: JMP NINIEXP3
1318          *****
1319          * SUBROUTINAS DE LOS ESTIMULOS COM*FOT*BEQ*ELE*AUD *
1320          *****
0AC5& CE 4800 1321          NINIEXP3: LDX #CMB00
0AC8& 4F 1322             CLRA
0AC9& A7 01 1323             STAA $01,X
0ACB& F6 4060 1324          LDAB REP
0ACE& E7 04 1325          STAB $04,X
0ADD& F6 4060 1326          COMSIG: LDAB REP
0AD3& C4 80 1327             ANDB #COMEDERO
0AD5& 27 07 1328             BEQ FOTSIG
0AD7& EA 01 1329          ORAB $01,X
0AD9& E7 01 1330          STAB $01,X
0ADB& BD 0BF1& 1331          JSR COMPRO
0ADE& F6 4060 1332          FOTSIG: LDAB REP
0AE1& C4 40 1333             ANDB #FOTICO
0AE3& 27 07 1334             BEQ BEBSIG
0AE5& EA 01 1335          ORAB $01,X
0AE7& E7 01 1336          STAB $01,X
0AE9& BD 0BC7& 1337          JSR FOTPRO
0AEC& F6 4060 1338          BEBSIG: LDAB REP
0AEF& C4 20 1339             ANDB #BEBEDER
0AF1& 27 07 1340             BEQ ELESIG
0AF3& EA 01 1341          ORAB $01,X
0AF5& E7 01 1342          STAB $01,X
0AF7& BD 0D08& 1343          JSR BEBPRO

```

0AFA& F6 4060 1344
 0AFD& C4 10 1345
 0AFF& 27 07 1346
 0B01& EA 01 1347
 0B03& E7 01 1348
 0B05& BD 0B34& 1349
 0B08& F6 4060 1350
 0B08& C4 08 1351
 0B0D& 27 07 1352
 0B0F& EA 01 1353
 0B11& E7 01 1354
 0B13& BD 0B9D& 1355
 0B16& 86 17 1356
 0B18& 84 4060 1357
 0B18& B7 4060 1358
 0B1E& 18 CE 1000 1359
 0B22& 86 80 1360
 0B24& 18 A7 26 1361
 0B27& 86 40 1362
 0B29& 18 A7 25 1363
 0B2C& 86 40 1364
 0B2E& 18 A7 24 1365
 0B31& 7E 0AD0& 1366
 1367
 1368
 1369
 1370
 0B34& 18 3C 1371
 0B36& 3C 1372
 0B37& 36 1373
 0B38& 37 1374
 0B39& BD 10B6& 1375
 0B3C& 86 25 1376
 0B3E& 18 A7 30 1377
 0B41& 18 A6 30 1378
 0B44& 81 A5 1379
 0B46& 26 F9 1380
 0B48& 18 A6 32 1381
 0B48& 81 0F 1382
 0B4D& 24 29 1383
 0B4F& BD 09C8& 1384
 0B52& 18 CE 5D83 1385
 0B56& BD 0058& 1386
 0B59& CE 4980 1387
 0B5C& BD 10C3& 1388
 0B5F& CE 4800 1389
 0B62& 18 CE 1000 1390
 0B66& 86 EF 1391
 0B68& A4 01 1392
 0B6A& A7 01 1393
 0B6C& 18 A7 00 1394
 0B6F& B7 4060 1395
 0B72& 33 1396
 0B73& 32 1397
 0B74& 38 1398
 0B75& 18 38 1399
 0B77& 39 1400
 0B78& CE 4800 1401
 0B78& 18 CE 1000 1402
 0B7F& E6 01 1403
 0B81& 18 E7 00 1404
 0B84& BD 09C8& 1405
 0B87& 18 CE 5058 1406
 0B88& BD 0058& 1407
 0B8E& CE 4980 1408
 0B91& BD 10C3& 1409
 0B94& CE 4800 1410
 0B97& 33 1411
 0B98& 32 1412
 0B99& 38 1413
 0B9A& 18 38 1414

ELESIG: LDAB REP
 ANDB #ELECTRICO
 BEQ AUDSIG
 ORAB \$01,X
 STAB \$01,X
 JSR ELEPRO
 AUDSIG: LDAB REP
 ANDB #AUDITIVO
 BEQ CORRET
 ORAB \$01,X
 STAB \$01,X
 JSR AUDPRO
 CORRET: LDAA #S17
 ANDA REP
 STAA REP
 LDY #NIL
 LDAA #S8D
 STAA \$26,Y
 LDAA #S4D
 STAA \$25,Y
 LDAA #S4D
 STAA \$24,Y
 JMP COMSIG

 * SUBROUTINA DEL ESTIMULADOR *
 * ELECTRICO *

 1370
 ELEPRO: PSHY
 PSHX
 PSHA
 PSHB
 JSR HBCV
 LDAA #S25
 STAA \$30,Y
 FINCE: LDAA \$30,Y
 CMPA #SA5
 BNE FINCE
 LDAA #ADR2,Y
 CMPA #S0F
 BCC RBIENE
 JSR BORRA
 LDY #S5D83
 JSR DESPL
 LDX #CM980
 JSR RECC
 LDX #CM800
 LDY #NIL
 LDAA #SEF
 ANDA \$01,X
 STAA \$01,X
 STAA \$00,Y
 STAA REP
 PULB
 PULA
 PULX
 PULY
 RTS
 RBIENE: LDX #CM800
 LDY #NIL
 LDAB \$01,X
 STAB \$00,Y
 JSR BORRA
 LDY #S5D58
 JSR DESPL
 LDX #CM980
 JSR RECC
 LDX #CM800
 PULB
 PULA
 PULX
 PULY

;FALLA DEL ESTIMULO ELECTRICO

;DESHABILITACION DEL ESTIMULO ELECTRICO

;ACTIVACION DEL ESTIMULO ELECTRICO

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

OB9C& 39      1415      RTS
                1416      *****
                1417      * SUBROUTINA DEL ESTIMULADOR *
                1418      * AUDITIVO *
                1419      *****
OB9D& 18 3C   1420      AUDPRO: PSHY
OB9F& 3C      1421      PSHX
OBA0& 36      1422      PSHA
OBA1& 37      1423      PSHB
OBA2& CE 4800 1424      LDX #CM800 ;ACTIVACION DEL ESTIMULO AUDITIVO
OBA5& 18 CE 1000 1425      LDY #MIL
OBA9& E6 01   1426      LDAB $01,X
OBA8& 18 E7 00 1427      STAB $00,Y
OBAE& BD 09CB& 1428      JSR BORRA
OBB1& 18 CE 5D31 1429      LDY #5D31
OBB5& BD 0058& 1430      JSR DESPL
OBB8& CE 4980 1431      LDX #CM980
OBB8& BD 10C3& 1432      JSR RECC
OBBE& CE 4800 1433      LDX #CM800
OBC1& 33      1434      PULB
OBC2& 32      1435      PULA
OBC3& 38      1436      PULX
OBC4& 18 38   1437      PULY
OBC6& 39      1438      RTS

```

```

                1439      *****
                1440      * SUBROUTINA DEL ESTIMULADOR *
                1441      * FOTICO *
                1442      *****
OBC7& 18 3C   1443      FOTPRO: PSHY
OBC9& 3C      1444      PSHX
OBCA& 36      1445      PSHA
OBCB& 37      1446      PSHB
OCC& CE 4800   1447      LDX #CM800 ;ACTIVACION DEL ESTIMULO FOTICO
OBCF& 18 CE 1000 1448      LDY #MIL
OBD3& E6 01   1449      LDAB $01,X
OBD5& 18 E7 00 1450      STAB $00,Y
OBD8& BD 09CB& 1451      JSR BORRA
OBD8& 18 CE 5ECC 1452      LDY #5ECC
OBD& BD 0058& 1453      JSR DESPL
OBE2& CE 4980 1454      LDX #CM980
OBE5& BD 10C3& 1455      JSR RECC
OBE8& CE 4800 1456      LDX #CM800
OBE8& 33      1457      PULB
OBE& 32      1458      PULA
OBE& 38      1459      PULX
OBE& 18 38   1460      PULY
OBF0& 39      1461      RTS

```

```

                1462      *****
                1463      * SUBROUTINA COMEDERO *
                1464      *****
OBF1& 18 3C   1465      COMPRO: PS+Y
OBF3& 3C      1466      PSHX
OBF4& 36      1467      PSHA
OBF5& 37      1468      PSHB
OBF6& CE 4800 1469      LDX #CM800
OBF9& 18 CE 1000 1470      LDY #MIL
OBF& 86 81   1471      LDAA #5B1
OBF& 18 A7 26 1472      STAA $26,Y
OC02& E6 01   1473      LDAB $01,X ;ACTIVACION DEL COMEDERO
OC04& 18 E7 00 1474      STAB $00,Y
OC07& 86 04   1475      LDAA #504
OC09& 18 A7 21 1476      STAA $21,Y
OC0& BD 1086& 1477      JSR HABCV
OC0& BD 09CB& 1478      JSR BORRA
OC12& 18 CE 5E00 1479      LDY #5E00
OC16& BD 0058& 1480      JSR DESPL
OC19& CE 4820 1481      LDX #CM820

```

0C1C&	A6 71	1482			
0C1E&	BD 112E&	1483			
0C21&	BD 1158&	1484			
0C24&	1B CE 5E0D	1485			
0C28&	BD 0058&	1486			
0C2B&	CE 4&20	1487			
0C2E&	A6 75	1488			
0C30&	BD 112E&	1489			
0C33&	BD 1158&	1490			
0C36&	CE 4&20	1491			
0C39&	A6 75	1492			
0C3B&	BD 112E&	1493			
0C3E&	BD 1158&	1494			
0C41&	1B CE 5D1F	1495			
0C45&	BD 0058&	1496			
0C48&	CE 4&20	1497			
0C4B&	A6 00	1498			
0C4D&	BD 112E&	1499			
0C50&	BD 1158&	1500			
0C53&	1B CE 1000	1501			
0C57&	1B A6 23	1502			
0C5A&	44	1503			
0C5B&	44	1504			
0C5C&	25 10	1505			
0C5E&	B6 02	1506			
0C60&	1B A7 23	1507	ENTLCT1:		
0C63&	B6 02	1508			
0C65&	1B A7 22	1509			
0C68&	33	1510			
0C69&	32	1511			
0C6A&	38	1512			
0C6B&	1B 38	1513			
0C6D&	39	1514			
0C6E&	CE 4800	1515	LBIC1:		
0C71&	1B CE 1000	1516			
0C75&	A6 90	1517			
0C77&	B1 00	1518			
0C79&	27 E3	1519			
0C7B&	B6 02	1520			
0C7D&	1B A7 23	1521			
0C80&	38	1522			
0C81&	0C	1523	RINTTC:		
0C82&	1B CE 1000	1524			
0C86&	B6 03	1525			
0C88&	1B A7 30	1526			
0C8B&	1B A6 30	1527			
0C8E&	B1 83	1528	FINCC:		
0C90&	26 F9	1529			
0C92&	1B A6 34	1530			
0C95&	B1 0F	1531			
0C97&	24 1A	1532			
0C99&	CE 4980	1533			
0C9C&	1B CE 5F00	1534			
0CA0&	6C 08	1535			
0CA2&	A6 08	1536			
0CA4&	BD 11AA&	1537			
0CA7&	B7 4&20	1538			
0CAA&	1B 6F 14	1539			
0CAD&	B6 08	1540			
0CAF&	1B A7 15	1541			
0CB2&	0C	1542			
0CB3&	CE 4800	1543	RBIENC:		
0CB6&	1B CE 5F00	1544			
0CB8&	6C 90	1545			
0CB&	A6 90	1546			
0CB&	BD 11AA&	1547			
0CC1&	A7 91	1548			
0CC3&	1B 6F 14	1549			
0CC6&	B6 08	1550			
0CC&	1B A7 15	1551			
0CC&	E6 94	1552			

LDAA \$71,X
 JSR DIVN
 JSR DDOSNUM
 LDY #5E0D
 JSR DESPL
 LDX #CMB20
 LDAA \$73,X
 JSR DIVN
 JSR DDOSNUM
 LDX #CMB20
 LDAA \$75,X
 JSR DIVN
 JSR DDOSNUM
 LDY #5D1F
 JSR DESPL
 LDX #CMB20
 LDAA \$00,X
 JSR DIVN
 JSR DDOSNUM
 LDY #MIL
 LDAA \$23,Y
 LSRA
 LSRA
 BCS LBIC1
 LDAA #502
 STAA \$23,Y
 LDAA #502
 STAA \$22,Y
 PULB
 PULA
 PULX
 PULY
 RTS
 LDX #CMB00
 LDY #MIL
 LDAA \$90,X
 CMPA #500
 BEQ ENLCT1
 LDAA #502
 STAA \$23,Y
 RTI
 CLC
 LDY #MIL
 LDAA #503
 STAA \$30,Y
 LDAA \$30,Y
 CMPA #583
 BNE FINCC
 LDAA ADRA,Y
 CMPA #50F
 BCC RB1ENC
 LDX #CH980
 LDY #55F00
 INC \$08,X
 LDAA \$08,X
 JSR RCHD
 STAA CMB20
 CLR \$14,Y
 LDAA #508
 STAA \$15,Y
 CLC
 LDX #CMB00
 LDY #55F00
 INC \$90,X
 LDAA \$90,X
 JSR RCHD
 STAA \$91,X
 CLR \$14,Y
 LDAA #508
 STAA \$15,Y
 LDAB \$94,X

;COMIENZO DE LA INTERRUPCION

LISTAZO DEL PROGRAMA MONITOR

```

OCCD& A6 92      1553      LDAA $92,X
OCCF& A7 97      1554      STAA $97,X
OCD1& E7 98      1555      STAB $98,X
OCD3& A6 98      1556      LDAA $98,X
OCD5& A0 98      1557      SUBA $96,X
OCD7& A7 9D      1558      STAA $9D,X
OCD9& A6 97      1559      LDAA $97,X
OCD8& A2 9A      1560      SBCA $9A,X
OCD& A7 9C      1561      STAA $9C,X
OCD& A6 97      1562      LDAA $97,X
OCE1& A7 9A      1563      STAA $9A,X
OCE3& A6 98      1564      LDAA $98,X
OCE5& A7 9B      1565      STAA $9B,X
OCE7& A6 9C      1566      LDAA $9C,X
OCE9& BD 11AA&   1567      JSR RCHD
OCE& A7 93      1568      STAA $93,X
OCEE& 18 6F 14   1569      CLR $14,Y
OCF1& B6 08      1570      LDAA #50B
OCF3& 18 A7 15   1571      STAA $15,Y
OCF& A6 9D      1572      LDAA $9D,X
OCF& BD 11AA&   1573      JSR RCHD
OCF& A7 95      1574      STAA $95,X
OCFD& 18 6F 14   1575      CLR $14,Y
OD00& B6 08      1576      LDAA #50B
OD02& 18 A7 15   1577      STAA $15,Y
OD05& 7E 0C0F&  1578      JMP COMD
                    1579      *****
                    1580      * SUBROUTINA BEBEDERO *
                    1581      *****
OD08& 18 3C      1582      BEBPRO: PSHY
OD0A& 3C      1583           PSHX
OD0B& 36      1584           PSHA
OD0C& 37      1585           PSNB
OD0D& CE 4800    1586           LDX #CH800
OD10& 18 CE 1000 1587           LDY #MIL
OD14& E6 01      1588           LDAB $01,X
OD16& 18 E7 00   1589           STAB $00,Y
OD19& BD 10B6&  1590           JSR HABCV
OD1C& CE 4820    1591      CONV:  LDX #CMB20
OD1F& 18 CE 1000 1592           LDY #MIL
OD23& B6 02      1593           LDAA #502
OD25& 18 A7 30   1594           STAA $30,Y
OD28& 18 A6 30   1595           LDAA $30,Y
OD2B& B1 82      1596           CMA #582
OD2D& 26 F9      1597           BNE FINC
OD2F& 18 A6 33   1598           LDAA ADR3,Y
OD32& 18 CE 5F00 1599           LDY #DATY
OD3& A7 01      1600           STAA $01,X
OD3& B6 88      1601           LDAA #588
OD3& A1 01      1602           CMA $01,X
OD3C& 24 02      1603           BCC EE1
OD3E& 20 03      1604           BRA SAL10
OD40& 7E 0E41&  1605      EE1:  JMP E1
OD43& B6 C7      1606      SAL10: LDAA #5C7
OD45& A1 01      1607           CMA $01,X
OD47& 24 02      1608           BCC E2
OD49& 20 39      1609           BRA SAL20
OD4B& B6 BA      1610      E2:  LDAA #5BA
OD4D& A7 04      1611           STAA $04,X
OD4F& B6 49      1612           LDAA #549
OD51& A7 05      1613           STAA $05,X
OD53& B6 0C      1614           LDAA #50C
OD55& A7 06      1615           STAA $06,X
OD57& 4F      1616           CLRA
OD58& A7 07      1617           STAA $07,X
OD5A& 4F      1618           CLRA
OD5B& A7 08      1619           STAA $08,X
OD5D& 4F      1620           CLRA
OD5E& A7 0A      1621           STAA $0A,X
OD60& A7 08      1622           STAA $0B,X
OD62& A7 0C      1623           STAA $0C,X

```

;ACTIVACION DEL BEBEDERO

;SE PROCEDE A INICIAR LA CONVERSION
;POR EL PUERTO PEZ

;INDICADOR QUE SE TERMINO DE
;REALIZAR LA CONVERSION Y SE
;ALMACENA EL RESULTADO EN EL REGISTROS ADR

0D64& A7 0D	1624	STAA \$0D,X
0D66& A7 0E	1625	STAA \$0E,X
0D68& 4F	1626	CLRA
0D69& A7 10	1627	STAA \$10,X
0D6B& A7 11	1628	STAA \$11,X
0D6D& A7 12	1629	STAA \$12,X
0D6F& B6 1D	1630	LDAA #\$1D
0D71& A7 13	1631	STAA \$13,X
0D73& 4F	1632	CLRA
0D74& A7 14	1633	STAA \$14,X
0D76& 4F	1634	CLRA
0D77& A7 1A	1635	STAA \$1A,X
0D79& A7 19	1636	STAA \$19,X
0D7B& A7 18	1637	STAA \$18,X
0D7D& A7 17	1638	STAA \$17,X
0D7F& A7 16	1639	STAA \$16,X
0D81& 7E 0E77&	1640	JMP SALMB
0D84& B6 DA	1641	LDAA #\$DA
0D86& A1 01	1642	CHPA \$01,X
0D88& 24 02	1643	BCC E3
0D8A& 20 39	1644	BRA SAL30
0D8C& B6 C2	1645	LDAA #\$C2
0D8E& A7 04	1646	STAA \$04,X
0D90& B6 F5	1647	LDAA #\$F5
0D92& A7 05	1648	STAA \$05,X
0D94& B6 28	1649	LDAA #\$28
0D96& A7 06	1650	STAA \$06,X
0D98& 4F	1651	CLRA
0D99& A7 07	1652	STAA \$07,X
0D9B& 4F	1653	CLRA
0D9C& A7 08	1654	STAA \$08,X
0D9E& 4F	1655	CLRA
0D9F& A7 0A	1656	STAA \$0A,X
0DA1& A7 0B	1657	STAA \$0B,X
0DA3& A7 0C	1658	STAA \$0C,X
0DA5& A7 0D	1659	STAA \$0D,X
0DA7& A7 0E	1660	STAA \$0E,X
0DA9& 4F	1661	CLRA
0DAA& A7 10	1662	STAA \$10,X
0DAC& A7 11	1663	STAA \$11,X
0DAE& A7 12	1664	STAA \$12,X
0DB0& B6 33	1665	LDAA #\$33
0DB2& A7 13	1666	STAA \$13,X
0DB4& 4F	1667	CLRA
0DB5& A7 14	1668	STAA \$14,X
0DB7& 4F	1669	CLRA
0DB8& A7 1A	1670	STAA \$1A,X
0DBA& A7 19	1671	STAA \$19,X
0DBC& A7 18	1672	STAA \$18,X
0DBE& A7 17	1673	STAA \$17,X
0DC0& A7 16	1674	STAA \$16,X
0DC2& 7E 0E77&	1675	JMP SALMB
0DC5& B6 E7	1676	LDAA #\$E7
0DC7& A1 01	1677	CHPA \$01,X
0DC9& 24 02	1678	BCC E4
0DCB& 20 39	1679	BRA SAL40
0DCD& B6 47	1680	LDAA #\$47
0DCF& A7 04	1681	STAA \$04,X
0DD1& B6 E1	1682	LDAA #\$E1
0DD3& A7 05	1683	STAA \$05,X
0DD5& B6 7A	1684	LDAA #\$7A
0DD7& A7 06	1685	STAA \$06,X
0DD9& 4F	1686	CLRA
0DDA& A7 07	1687	STAA \$07,X
0DDC& 4F	1688	CLRA
0DDD& A7 08	1689	STAA \$08,X
0DDF& 4F	1690	CLRA
0DE0& A7 0A	1691	STAA \$0A,X
0DE2& A7 0B	1692	STAA \$0B,X
0DE4& A7 0C	1693	STAA \$0C,X
0DE6& A7 0D	1694	STAA \$0D,X

SAL20:

E3:

SAL30:

E4:

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

ODEB& A7 0E	1695	STAA \$0E,X
ODEA& 4F	1696	CLRA
ODEB& A7 10	1697	STAA \$10,X
ODED& A7 11	1698	STAA \$11,X
ODEF& A7 12	1699	STAA \$12,X
ODF1& B6 79	1700	LDAA #*79
ODF3& A7 13	1701	STAA \$13,X
ODF5& 4F	1702	CLRA
ODF6& A7 14	1703	STAA \$14,X
ODF8& 4F	1704	CLRA
ODF9& A7 1A	1705	STAA \$1A,X
ODFB& A7 19	1706	STAA \$19,X
ODFD& A7 18	1707	STAA \$18,X
ODFF& A7 17	1708	STAA \$17,X
OE01& A7 16	1709	STAA \$16,X
OE03& 7E 0E77&	1710	JMP SALMB
OE06& B6 7A	1711	LDAA #*7A
OE08& A7 04	1712	STAA \$04,X
OE0A& B6 14	1713	LDAA #*14
OE0C& A7 05	1714	STAA \$05,X
OE0E& B6 6E	1715	LDAA #*6E
OE10& A7 06	1716	STAA \$06,X
OE12& B6 01	1717	LDAA #*01
OE14& A7 07	1718	STAA \$07,X
OE16& 4F	1719	CLRA
OE17& A7 08	1720	STAA \$08,X
OE19& 4F	1721	CLRA
OE1A& A7 0A	1722	STAA \$0A,X
OE1C& A7 0B	1723	STAA \$0B,X
OE1E& A7 0C	1724	STAA \$0C,X
OE20& A7 0D	1725	STAA \$0D,X
OE22& A7 0E	1726	STAA \$0E,X
OE24& 4F	1727	CLRA
OE25& A7 10	1728	STAA \$10,X
OE27& A7 11	1729	STAA \$11,X
OE29& A7 12	1730	STAA \$12,X
OE2B& B6 54	1731	LDAA #*54
OE2D& A7 13	1732	STAA \$13,X
OE2F& B6 01	1733	LDAA #*01
OE31& A7 14	1734	STAA \$14,X
OE33& 4F	1735	CLRA
OE34& A7 1A	1736	STAA \$1A,X
OE36& A7 19	1737	STAA \$19,X
OE38& A7 18	1738	STAA \$18,X
OE3A& A7 17	1739	STAA \$17,X
OE3C& A7 16	1740	STAA \$16,X
OE3E& 7E 0E77&	1741	JMP SALMB
OE41& B6 CA	1742	LDAA #*CA
OE43& A7 04	1743	STAA \$04,X
OE45& B6 A1	1744	LDAA #*A1
OE47& A7 05	1745	STAA \$05,X
OE49& B6 05	1746	LDAA #*05
OE4B& A7 06	1747	STAA \$06,X
OE4D& 4F	1748	CLRA
OE4E& A7 07	1749	STAA \$07,X
OE50& 4F	1750	CLRA
OE51& A7 08	1751	STAA \$08,X
OE53& 4F	1752	CLRA
OE54& A7 0A	1753	STAA \$0A,X
OE56& A7 0B	1754	STAA \$0B,X
OE58& A7 0C	1755	STAA \$0C,X
OE5A& A7 0D	1756	STAA \$0D,X
OE5C& A7 0E	1757	STAA \$0E,X
OE5E& 4F	1758	CLRA
OE5F& A7 10	1759	STAA \$10,X
OE61& A7 11	1760	STAA \$11,X
OE63& A7 12	1761	STAA \$12,X
OE65& B6 19	1762	LDAA #*19
OE67& A7 13	1763	STAA \$13,X
OE69& 4F	1764	CLRA
OE6A& A7 14	1765	STAA \$14,X

SAL40:

E1:

0E6C& 4F	1766	CLRA
0E6D& A7 1A	1767	STAA \$1A,X
0E6F& A7 19	1768	STAA \$19,X
0E71& A7 18	1769	STAA \$18,X
0E73& A7 17	1770	STAA \$17,X
0E75& A7 16	1771	STAA \$16,X
0E77& E6 01	1772	SALMB: LDAB \$01,X
0E79& BD 11D3&	1773	JSR RMULT
0E7C& 0C	1774	CLC
0E7D& A6 10	1775	LDAA \$10,X
0E7F& A2 0A	1776	SBCA \$0A,X
0E81& A7 1A	1777	STAA \$1A,X
0E83& A7 2A	1778	STAA \$2A,X
0E85& A6 11	1779	LDAA \$11,X
0E87& A2 0B	1780	SBCA \$0B,X
0E89& A7 19	1781	STAA \$19,X
0E8B& A7 29	1782	STAA \$29,X
0E8D& A6 12	1783	LDAA \$12,X
0E8F& A2 0C	1784	SBCA \$0C,X
0E91& A7 18	1785	STAA \$18,X
0E93& A7 28	1786	STAA \$28,X
0E95& A6 13	1787	LDAA \$13,X
0E97& A2 0D	1788	SBCA \$0D,X
0E99& A7 17	1789	STAA \$17,X
0E9B& A7 27	1790	STAA \$27,X
0E9D& A6 14	1791	LDAA \$14,X
0E9F& A2 0E	1792	SBCA \$0E,X
0EA1& A7 16	1793	STAA \$16,X
0EA3& A7 26	1794	STAA \$26,X
0EA5& 0C	1795	PRES: CLC
0EA6& 4F	1796	CLRA
0EA7& 18 A1 02	1797	CHPA \$02,Y
0EAA& 24 27	1798	BCC ET110
0EAC& 7E DFOA&	1799	JMP ET9
0EAF& 4F	1800	ET20: CLRA
0EB0& 18 A1 03	1801	CHPA \$03,Y
0EB3& 24 29	1802	BCC ET11
0EB5& 7E DFOA&	1803	JMP ET9
0EB8& 4F	1804	ET21: CLRA
0EB9& 18 A1 04	1805	CHPA \$04,Y
0EBC& 24 2B	1806	BCC ET12
0EBE& 7E DFOA&	1807	JMP ET9
0EC1& 4F	1808	ET22: CLRA
0EC2& 18 A1 05	1809	CHPA \$05,Y
0EC5& 24 2D	1810	BCC ET13
0EC7& 7E DFOA&	1811	JMP ET9
0ECA& 4F	1812	ET23: CLRA
0ECB& 18 A1 06	1813	CHPA \$06,Y
0ECE& 24 2F	1814	BCC ET14
0ED0& 7E DFOA&	1815	JMP ET9
0ED3& A6 26	1816	ET10: LDAA \$26,X
0ED5& 18 A7 02	1817	STAA \$02,Y
0ED8& 18 A7 0E	1818	STAA \$0E,Y
0EDB& 7E DEAF&	1819	JMP ET20
0EDE& A6 27	1820	ET11: LDAA \$27,X
0EE0& 18 A7 03	1821	STAA \$03,Y
0EE3& 18 A7 0F	1822	STAA \$0F,Y
0EE6& 7E OEBA&	1823	JMP ET21
0EE9& A6 28	1824	ET12: LDAA \$28,X
0EEB& 18 A7 04	1825	STAA \$04,Y
0EEE& 18 A7 10	1826	STAA \$10,Y
0EF1& 7E OEC1&	1827	JMP ET22
0EF4& A6 29	1828	ET13: LDAA \$29,X
0EF6& 18 A7 05	1829	STAA \$05,Y
0EF9& 18 A7 11	1830	STAA \$11,Y
0EFC& 7E DECA&	1831	JMP ET23
0EFF& A6 2A	1832	ET14: LDAA \$2A,X
0F01& 18 A7 06	1833	STAA \$06,Y
0F04& 18 A7 12	1834	STAA \$12,Y
0F07& 7E OEA5&	1835	JMP PRES
0FOA& 0C	1836	ET9: CLC

;LLAMADO DE RutINA DE MULTIPLICACION
;RESTAMOS EL NUMERO MAYOR AL NUMERO
;MENOR DE LA EC.

;CONTROL DE TRANSFERENCIA DE DATOS DEL TECLADO

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

OF0B&	18	A6	06	1837	LDAA \$06, Y
OF0E&	A0	2A		1838	SUBA \$2A, X
OF10&	A7	30		1839	STAA \$3C, X
OF12&	18	A6	05	1840	LDAA \$05, Y
OF15&	A2	29		1841	SBCA \$29, X
OF17&	A7	31		1842	STAA \$31, X
OF19&	18	A6	04	1843	LDAA \$04, Y
OF1C&	A2	28		1844	SBCA \$28, X
OF1E&	A7	32		1845	STAA \$32, X
OF20&	18	A6	03	1846	LDAA \$03, Y
OF23&	A2	27		1847	SBCA \$27, X
OF25&	A7	33		1848	STAA \$33, X
OF27&	18	A6	02	1849	LDAA \$02, Y
OF2A&	A2	26		1850	SBCA \$26, X
OF2C&	A7	34		1851	STAA \$34, X
OF2E&	0C			1852	CLC
OF2F&	A6	26		1853	LDAA \$26, X
OF31&	18	A7	02	1854	STAA \$02, Y
OF34&	A6	27		1855	LDAA \$27, X
OF36&	18	A7	03	1856	STAA \$03, Y
OF39&	A6	28		1857	LDAA \$28, X
OF3B&	18	A7	04	1858	STAA \$04, Y
OF3E&	A6	29		1859	LDAA \$29, X
OF40&	18	A7	05	1860	STAA \$05, Y
OF43&	A6	2A		1861	LDAA \$2A, X
OF45&	18	A7	06	1862	STAA \$06, Y
OF48&	A6	30		1863	LDAA \$30, X
OF4A&	18	AB	0C	1864	ADDA \$0C, Y
OF4D&	18	A7	0C	1865	STAA \$0C, Y
OF50&	A7	36		1866	STAA \$36, X
OF52&	A6	31		1867	LDAA \$31, X
OF54&	18	A9	0B	1868	ADCA \$0B, Y
OF57&	18	A7	0B	1869	STAA \$0B, Y
OF5A&	A7	37		1870	STAA \$37, X
OF5C&	A6	32		1871	LDAA \$32, X
OF5E&	18	A9	0A	1872	ADCA \$0A, Y
OF61&	18	A7	0A	1873	STAA \$0A, Y
OF64&	A7	38		1874	STAA \$38, X
OF66&	A6	33		1875	LDAA \$33, X
OF68&	18	A9	09	1876	ADCA \$09, Y
OF6B&	18	A7	09	1877	STAA \$09, Y
OF6E&	A7	39		1878	STAA \$39, X
OF70&	A6	34		1879	LDAA \$34, X
OF72&	18	A9	08	1880	ADCA \$08, Y
OF75&	18	A7	08	1881	STAA \$08, Y
OF78&	A7	3A		1882	STAA \$3A, X
OF7A&	0C			1883	CLC
OF7B&	A6	36		1884	LDAA \$36, X
OF7D&	BD	1182&		1885	JSR COMP
OF80&	24	0F		1886	BCC ET16
OF82&	86	01		1887	LDAA #50'
OF84&	AB	37		1888	ADDA \$37, X
OF86&	A7	37		1889	STAA \$37, X
OF88&	24	07		1890	BCC ET16
OF8A&	86	01		1891	LDAA #50'
OF8C&	AB	38		1892	ADDA \$38, X
OF8E&	A7	38		1893	STAA \$38, X
OF90&	0C			1894	CLC
OF91&	A6	37		1895	LDAA \$37, X
OF93&	BD	1182&		1896	JSR COMP
OF96&	24	0F		1897	BCC ET17
OF98&	86	01		1898	LDAA #50'
OF9A&	AB	38		1899	ADDA \$38, X
OF9C&	A7	38		1900	STAA \$38, X
OF9E&	24	07		1901	BCC ET17
OFA0&	86	01		1902	LDAA #50'
OFA2&	AB	39		1903	ADDA \$39, X
OFA4&	A7	39		1904	STAA \$39, X
OFA6&	0C			1905	CLC
OFA7&	A6	38		1906	LDAA \$38, X
OFA9&	BD	1182&		1907	JSR COMP

;OPERACIONES DE RESTA DE DATO ACTUAL CON EL PREVIO Y DA
;LA CANTIDAD DE AGUA CONSUMIDA EN CADA MUESTREO

;INTERCAMBIO DE VALORES SE PIERDE EL MENOR DE
;LOS DATOS DEL BEBEDERO Y SE GUARDA EL MAYOR
;PARA LA SIGUIENTE OPERACION

;ROUTINAS QUE PROPORCIONA LA SUMA DE TODOS
;LOS NIVELES DE AGUA QUE SE ESTAN CONSUMIENDO

;ROUTINA DE REDONDEO

ET16: LDAA \$37, X
JSR COMP
BCC ET17
LDAA #50'
ADDA \$38, X
STAA \$38, X
CLC
LDAA \$37, X
JSR COMP
BCC ET17
LDAA #50'
ADDA \$39, X
STAA \$39, X
CLC
LDAA \$38, X
JSR COMP

ET17: LDAA \$38, X
JSR COMP

OFAC& 24 06	1908	BCC ET18	
OFAC& 86 01	1909	LDAA #S01	
OFB0& AB 39	1910	ADDA \$39, X	
OFB2& A7 39	1911	STAA \$39, X	
OFB4& A6 39	1912	LDAA \$39, X	
OFB6& A7 3F	1913	STAA \$3F, X	
OFB8& 4F	1914	CLRA	
OFB9& A1 3F	1915	CMPA \$3F, X	
OFBB& 24 02	1916	BCC ET28	
OFBD& 20 03	1917	BRA ET29	
OFBF& 7E OFF5&	1918	JMP ET30	
OFB2& 0C	1919	CLC	
OFB3& A6 30	1920	LDAA \$30, X	
OFB5& AB 2F	1921	ADDA \$2F, X	
OFB7& A7 2F	1922	STAA \$2F, X	
OFB9& A6 31	1923	LDAA \$31, X	
OFBB& A9 2E	1924	ADCA \$2E, X	
OFCD& A7 2E	1925	STAA \$2E, X	
OFCE& A6 32	1926	LDAA \$32, X	
OFD1& A9 2D	1927	ADCA \$2D, X	
OFD3& A7 2D	1928	STAA \$2D, X	
OFD5& A6 33	1929	LDAA \$33, X	
OFD7& A9 2C	1930	ADCA \$2C, X	
OFD9& A7 2C	1931	STAA \$2C, X	
OFDB& 81 01	1932	CMPA #S01	
OFDD& 25 0C	1933	BCC FRA	
OFDF& A7 52	1934	STAA \$52, X	
OFE1& 6F 2C	1935	CLR \$2C, X	
OFE3& A6 52	1936	LDAA \$52, X	
OFE5& BD 1189&	1937	JSR RD1F	
OFEB& 7E 1056&	1938	JMP DP	
OFEB& 6F 52	1939	CLR \$52, X	
OFED& A6 52	1940	LDAA \$52, X	
OFEF& BD 1189&	1941	JSR RD1F	
OFF2& 7E 1056&	1942	JMP DP	
OFF5& 0C	1943	CLC	
OFF6& 18 A6 16	1944	LDAA \$16, Y	
OFF9& 81 00	1945	CMPA #S00	
OFFB& 27 49	1946	BEQ ET52	
OFFD& 18 6A 16	1947	DEC \$16, Y	
1000& 18 A6 12	1948	LDAA \$12, Y	
1003& BD 1182&	1949	JSR COMP	
1006& 24 13	1950	BCC ET50	
1008& 86 01	1951	LDAA #S01	
100A& 18 AB 11	1952	ADDA \$11, Y	
100D& 18 A7 11	1953	STAA \$11, Y	
1010& 24 09	1954	BCC ET50	
1012& 86 01	1955	LDAA #S01	
1014& 18 AB 10	1956	ADDA \$10, Y	
1017& 18 A7 10	1957	STAA \$10, Y	
101A& 0C	1958	CLC	
101B& 18 A6 11	1959	LDAA \$11, Y	
101E& BD 1182&	1960	JSR COMP	
1021& 24 13	1961	BCC ET51	
1023& 86 01	1962	LDAA #S01	
1025& 18 AB 10	1963	ADDA \$10, Y	
102B& 18 A7 10	1964	STAA \$10, Y	
102B& 24 09	1965	BCC ET51	
102D& 86 01	1966	LDAA #S01	
102F& 18 AB 0F	1967	ADDA \$0F, Y	
1032& 18 A7 0F	1968	STAA \$0F, Y	
1035& 0C	1969	CLC	
1036& 18 A6 10	1970	LDAA \$10, Y	
1039& BD 1182&	1971	JSR COMP	
103C& 24 08	1972	BCC ET52	
103E& 86 01	1973	LDAA #S01	
1040& 18 AB 0F	1974	ADDA \$0F, Y	
1043& 18 A7 0F	1975	STAA \$0F, Y	
1046& 18 A6 0F	1976	LDAA \$0F, Y	
1049& BD 11AA&	1977	JSR RCHD	
104C& A7 5B	1978	STAA \$5B, X	
ET18:			;RESULTADO DEL REDONDEO EN HEXADECIMAL
ET28:			;CONDICION DE TRANSFERENCIA DE DATOS ;CUANDO SE INICIALIZA EL SISTEMA
ET29:			
FRA:			
ET30:			;REDONDEO DEL NIVEL INICIAL DEL AGUA
ET50:			
ET51:			
ET52:			;RESULTADO DEL REDONDEO ;ROUTINA CONVERSION DE HEX. A DECIMAL DEL ;NIVEL INICIAL DEL AGUA

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

104E&	18 6F 14	1979	CLR \$14,Y	
1051&	B6 08	1980	LDAA #\$08	
1053&	18 A7 15	1981	STAA \$15,Y	
1056&	BD 09C8&	1982	JSR BORRA	;DESPLIEGUE DE DATOS EN LA PANTALLA LCD
1059&	18 CE 5F2C	1983	LDY #\$5F2C	;DESPLIEGA LETRERO "N1=" (Nivel Inicial)
105D&	BD 0058&	1984	JSR DESPL	
1060&	CE 4820	1985	LDX #CMB20	
1063&	A6 58	1986	LDAA \$58,X	
1065&	BD 112E&	1987	JSR DIVN	
1068&	BD 1158&	1988	JSR DDOSNUM	;DESPLIEGA UN BYTE DECIMAL EN LA PANTALLA
1068&	18 CE 5F31	1989	LDY #\$5F31	;DESPLIEGA LETRERO "D1="
106F&	BD 0058&	1990	JSR DESPL	
1072&	CE 4820	1991	LDX #CMB20	
1075&	A6 56	1992	LDAA \$56,X	
1077&	BD 112E&	1993	JSR DIVN	
107A&	BD 1158&	1994	JSR DDOSNUM	;DESPLIEGA UN BYTE DECIMAL EN LA PAANTALLA
107D&	18 CE 5F39	1995	LDY #\$5F39	;DESPLIEGA LETRERO "SI="
1081&	BD 0058&	1996	JSR DESPL	
1084&	CE 4820	1997	LDX #CMB20	
1087&	A6 54	1998	LDAA \$54,X	
1089&	BD 112E&	1999	JSR DIVN	
108C&	BD 1158&	2000	JSR DDOSNUM	;DESPLIEGA UN BYTE DECIMAL EN LA PANTALLA
108F&	18 CE 1000	2001	LDY #H1L	
1093&	18 A6 25	2002	LDAA \$25,Y	
1096&	48	2003	LSLA	
1097&	48	2004	LSLA	
1098&	25 10	2005	BCS LBI	
109A&	86 40	2006	LDAA #\$40	ENTL:
109C&	18 A7 25	2007	STAA \$25,Y	
109F&	86 40	2008	LDAA #\$40	
10A1&	18 A7 24	2009	STAA \$24,Y	
10A4&	33	2010	PULB	
10A5&	32	2011	PULA	
10A6&	38	2012	PULX	
10A7&	18 38	2013	PULY	
10A9&	39	2014	RTS	
10AA&	CE 4800	2015	LDX #CMB00	LBI:
10AD&	A6 8C	2016	LDAA \$8C,X	
10AF&	B1 00	2017	CMPA #\$00	
10B1&	27 E7	2018	BEQ ENTL	
10B3&	7E 12AD&	2019	JMP ELESEG	HABCV:
10B6&	18 CE 1000	2020	LDY #H1L	;HABILITACION DEL CONVERTIDOR Y RUTINA
10BA&	86 90	2021	LDAA #\$90	;DE RETARDO PARA ESTABILIZAR EL DATO
10BC&	18 A7 39	2022	STAA \$39,Y	
10BF&	4A	2023	DECA	ESTC:
10C0&	26 FD	2024	BNE ESTC	
10C2&	39	2025	RTS	
10C3&	01	2026	NOP	;RUTINA DE RETARDO PARA VISUALIZAR EL ERROR
10C4&	86 FF	2027	RUTE2: LDAA #\$FF	
10C6&	4A	2028	DECA	RUTE:
10C7&	26 FD	2029	BNE RUTE	
10C9&	6C 10	2030	INC \$10,X	
10CB&	E6 10	2031	LDAB \$10,X	
10CD&	C1 FF	2032	CMPB #\$FF	
10CF&	26 F3	2033	BNE RUTE2	
10D1&	4F	2034	CLRA	
10D2&	A7 10	2035	STAA \$10,X	RUTE3:
10D4&	86 FF	2036	LDAA #\$FF	RUTE4:
10D6&	4A	2037	DECA	
10D7&	26 FD	2038	BNE RUTE4	
10D9&	6C 11	2039	INC \$11,X	
10DB&	E6 11	2040	LDAB \$11,X	
10DD&	C1 FF	2041	CMPB #\$FF	
10DF&	26 F3	2042	BNE RUTE3	
10E1&	4F	2043	CLRA	
10E2&	A7 11	2044	STAA \$11,X	RUTE5:
10E4&	86 FF	2045	LDAA #\$FF	RUTE6:
10E6&	4A	2046	DECA	
10E7&	26 FD	2047	BNE RUTE6	
10E9&	6C 12	2048	INC \$12,X	
10EB&	E6 12	2049	LDAB \$12,X	

10ED& C1 FF	2050		CMPB #5FF	
10EF& 26 F3	2051		BNE RUTE5	
10F1& 4F	2052		CLRA	
10F2& A7 12	2053		STAA \$12,X	
10F4& 86 FF	2054	RUTE7:	LDAA #5FF	
10F6& 4A	2055	RUTE8:	DECA	
10F7& 26 FD	2056		BNE RUTE8	
10F9& 6C 13	2057		INC \$13,X	
10FB& E6 13	2058		LDAB \$13,X	
10FD& C1 FF	2059		CMPB #5FF	
10FF& 26 F3	2060		BNE RUTE7	
1101& 4F	2061		CLRA	
1102& A7 13	2062		STAA \$13,X	
1104& 86 FF	2063	RUTE9:	LDAA #5FF	
1106& 4A	2064	RUTEA:	DECA	
1107& 26 FD	2065		BNE RUTEA	
1109& 6C 14	2066		INC \$14,X	
110B& E6 14	2067		LDAB \$14,X	
110D& C1 FF	2068		CMPB #5FF	
110F& 26 F3	2069		BNE RUTE9	
1111& 4F	2070		CLRA	
1112& A7 14	2071		STAA \$14,X	
1114& 86 FF	2072	RUTEB:	LDAA #5FF	
1116& 4A	2073	RUTE C:	DECA	
1117& 26 FD	2074		BNE RUTE C	
1119& 6C 15	2075		INC \$15,X	
111B& E6 15	2076		LDAB \$15,X	
111D& C1 FF	2077		CMPB #5FF	
111F& 26 F3	2078		BNE RUTE B	
1121& 4F	2079		CLRA	
1122& A7 15	2080		STAA \$15,X	
1124& 39	2081		RTS	
1125& 18 CE 1000	2082	DESHCV:	LDY #MIL	;SE DESHABILITA EL CONVERTIDOR
1129& 4F	2083		CLRA	
112A& 18 A7 39	2084		STAA \$39,Y	
112D& 39	2085		RTS	
112E& 16	2086	D1A N:	TAB	
112F& C4 0F	2087		ANDB #50F	
1131& E7 5A	2088		STAB \$5A,X	
1133& 44	2089		LSRA	
1134& 44	2090		LSRA	
1135& 44	2091		LSRA	
1136& 44	2092		LSRA	
1137& A7 5B	2093		STAA \$5B,X	
1139& 39	2094		RTS	
113A& 18 CE 1000	2095	LBAND:	LDY #MIL	
113E& 86 40	2096		LDAA #540	
1140& 18 A7 25	2097		STAA \$25,Y	
1143& 39	2098		RTS	
1144& C6 FF	2099	RLIMP:	LDAB #5FF	;RUTINAS DE LIMPIEZA DE LOCALIDADES DE MEMORIA
1146& 4F	2100	LIMP:	CLRA	
1147& A7 00	2101		STAA \$00,X	
1149& 08	2102		INX	
114A& 5A	2103		DECB	
114B& 26 F9	2104		BNE LIMP	
114D& 39	2105		RTS	
114E& C6 1F	2106	RLIMP2:	LDAB #51F	;RUTINAS DE LIMPIEZA DE LOCALIDADES DE MEMORIA
1150& 4F	2107	LIMP2:	CLRA	
1151& A7 00	2108		STAA \$00,X	
1153& 08	2109		INX	
1154& 5A	2110		DECB	
1155& 26 F9	2111		BNE LIMP2	
1157& 39	2112		RTS	
1158& CE 487B	2113	DDOSNUM:LDX #5487B		;RUTINAS DE DESPLIQUE DE LOS RESULTADOS EN LA
1158& BD 116E&	2114	JSR ENUM		;PANTALLA CADA VEZ QUE HAYA UNA INTERRUPCION
1158& 8D 0058&	2115	JSR DESPL		
1161& CE 487A	2116	LDX #5487A		
1164& BD 116E&	2117	JSR ENUM		
1167& BD 0058&	2118	JSR DESPL		
116A& CE 4820	2119	LDX #C820		
1160& 39	2120	RTS		

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

116E&	18 CE 5FED	2121	ENUM:	LDY #5FED
1172&	18 A6 00	2122	SNUM:	LDAA \$00,Y
1175&	A1 00	2123		CMPA \$00,X
1177&	27 08	2124		BEQ DNUM
1179&	18 08	2125		INY
117B&	18 08	2126		INY
117D&	18 08	2127		INY
117F&	20 F1	2128		BRA SNUM
1181&	39	2129	DNUM:	RTS
1182&	A7 3C	2130	COMP:	STAA \$3C,X
1184&	86 7F	2131		LDAA #37F
1186&	A1 3C	2132		CMPA \$3C,X
1188&	39	2133		RTS
1189&	BD 11AA&	2134	RDF:	JSR RCHD
118C&	A7 56	2135		STAA \$56,X
118E&	18 6F 14	2136		CLR \$14,Y
1191&	86 08	2137		LDAA #808
1193&	18 A7 15	2138		STAA \$15,Y
1196&	A6 52	2139		LDAA \$52,X
1198&	AB 53	2140		ADDA \$53,X
119A&	A7 53	2141		STAA \$53,X
119C&	BD 11AA&	2142		JSR RCHD
119F&	A7 54	2143		STAA \$54,X
11A1&	18 6F 14	2144		CLR \$14,Y
11A4&	86 08	2145		LDAA #808
11A6&	18 A7 15	2146		STAA \$15,Y
11A9&	39	2147		RTS
11AA&	16	2148	RCHD:	TAB
11AB&	0C	2149	ET66:	CLC
11AC&	58	2150		LSLB
11AD&	24 0A	2151		BCC ET64
11AF&	0C	2152		CLC
11B0&	B6 01	2153		LDAA #801
11B2&	18 AB 14	2154		ADDA \$14,Y
11B5&	19	2155		DAA
11B6&	18 A7 14	2156		STAA \$14,Y
11B9&	18 6A 15	2157	ET64:	DEC \$15,Y
11BC&	4F	2158		CLRA
11BD&	18 A1 15	2159		CMPA \$15,Y
11C0&	24 0D	2160		BCC ET65
11C2&	18 A6 14	2161		LDAA \$14,Y
11C5&	18 AB 14	2162		ADDA \$14,Y
11C8&	19	2163		DAA
11C9&	18 A7 14	2164		STAA \$14,Y
11CC&	7E 11AB&	2165		JMP ET66
11CF&	18 A6 14	2166	ET65:	LDAA \$14,Y
11D2&	39	2167		RTS
11D3&	CE 4B20	2168	RMULT:	LDX #C820
11D6&	86 08	2169		LDAA #808
11D8&	A7 02	2170		STAA \$02,X
11DA&	0C	2171	SAL1:	CLC
11DB&	54	2172		LSRB
11DC&	24 6F	2173		BCC ET11
11DE&	0C	2174		CLC
11DF&	86 07	2175		LDAA #807
11E1&	A1 02	2176		CMPA \$02,X
11E3&	24 22	2177		BCC ET12
11E5&	A6 04	2178		LDAA \$04,X
11E7&	AB 0A	2179		ADDA \$0A,X
11E9&	A7 0A	2180		STAA \$0A,X
11EB&	A6 05	2181		LDAA \$05,X
11ED&	AB 08	2182		ADDA \$08,X
11EF&	A7 08	2183		STAA \$08,X
11F1&	A6 06	2184		LDAA \$06,X
11F3&	AB 0C	2185		ADDA \$0C,X
11F5&	A7 0C	2186		STAA \$0C,X
11F7&	A6 07	2187		LDAA \$07,X
11F9&	AB 0D	2188		ADDA \$0D,X
11FB&	A7 0D	2189		STAA \$0D,X
11FD&	A6 08	2190		LDAA \$08,X
11FF&	AB 0E	2191		ADDA \$0E,X

;RUTINA CONVERSION DE HEX. A DECIMAL DE LA
;DIFERENCIA DE NIVELES

;RUTINA CONVERSION DE HEX. A DECIMAL DE LA
;SUMA DE LOS NIVELES

;RUTINA DE CONVERSION DE UN BYTE DE HEX. A DECIMAL

;COMIENZO DE LA RUTINA DE MULTIPLICACION

1201& A7 OE	2192	STAA \$0E,X
1203& 6A 02	2193	DEC \$02,X
1205& 20 D3	2194	BRA SAL1
1207& 68 04	2195	ETT2: LSL \$04,X
1209& 69 05	2196	ROL \$05,X
1208& 69 06	2197	ROL \$06,X
120D& 69 07	2198	ROL \$07,X
120F& 69 08	2199	ROL \$08,X
1211& 0C	2200	CLC
1212& A6 04	2201	LDAA \$04,X
1214& AB 0A	2202	ADDA \$0A,X
1216& A7 0A	2203	STAA \$0A,X
1218& 24 03	2204	BCC ET3
121A& 6C 08	2205	INC \$08,X
121C& 0C	2206	CLC
121D& A6 05	2207	ET3: LDAA \$05,X
121F& AB 08	2208	ADDA \$08,X
1221& A7 08	2209	STAA \$08,X
1223& 24 03	2210	BCC ET4
1225& 6C 0C	2211	INC \$0C,X
1227& 0C	2212	CLC
1228& A6 06	2213	ET4: LDAA \$06,X
122A& AB 0C	2214	ADDA \$0C,X
122C& A7 0C	2215	STAA \$0C,X
122E& 24 03	2216	BCC ET5
1230& 6C 0D	2217	INC \$0D,X
1232& 0C	2218	CLC
1233& A6 07	2219	ET5: LDAA \$07,X
1235& AB 0D	2220	ADDA \$0D,X
1237& A7 0D	2221	STAA \$0D,X
1239& 24 03	2222	BCC ET6
123B& 6C 0E	2223	INC \$0E,X
123D& 0C	2224	CLC
123E& A6 08	2225	ET6: LDAA \$08,X
1240& AB 0E	2226	ADDA \$0E,X
1242& A7 0E	2227	STAA \$0E,X
1244& 6A 02	2228	SAL2: DEC \$02,X
1246& 4F	2229	CLRA
1247& A1 02	2230	CMPA \$02,X
1249& 24 32	2231	BCC ET7
124B& 20 8D	2232	BRA SAL1
124D& 4F	2233	ETT1: CLRA
124E& AB 0A	2234	ADDA \$0A,X
1250& A7 0A	2235	STAA \$0A,X
1252& 4F	2236	CLRA
1253& AB 08	2237	ADDA \$08,X
1255& A7 0B	2238	STAA \$08,X
1257& 4F	2239	CLRA
1258& AB 0C	2240	ADDA \$0C,X
125A& A7 0C	2241	STAA \$0C,X
125C& 4F	2242	CLRA
125D& AB 0D	2243	ADDA \$0D,X
125F& A7 0D	2244	STAA \$0D,X
1261& 4F	2245	CLRA
1262& AB 0E	2246	ADDA \$0E,X
1264& A7 0E	2247	STAA \$0E,X
1266& 86 07	2248	LDAA #507
1268& A1 02	2249	CMPA \$02,X
126A& 24 05	2250	BCC ET8
126C& 6A 02	2251	DEC \$02,X
126E& 7E 11DA&	2252	JMP SAL1
1271& 68 04	2253	ET8: LSL \$04,X
1273& 69 05	2254	ROL \$05,X
1275& 69 06	2255	ROL \$06,X
1277& 69 07	2256	ROL \$07,X
1279& 69 08	2257	ROL \$08,X
127B& 20 C7	2258	BRA SAL2
127D& 39	2259	RTS
	2260	***** :FIN RUTINA MULTIPLICACION*****
	2261	*RUTINA DE INTERRUPCION EN TIEMPO REAL (RELOJ DE INICIO DE PROGRAMA)*
	2262	*****

127E&	CE 4800	2263	RINTT:	LDX #CM800	;COMIENZO DE LA RUTINA DE INTERRUPCION
1281&	18 CE 1000	2264		LDY #MIL	
1285&	0C	2265		CLC	;DIRECCIONAMIENTO DEL VECTOR DE INTERRUPCION
1286&	6C 8D	2266		INC \$80,X	
1288&	A6 8D	2267		LDAA \$8D,X	
128A&	B1 7A	2268		CMPA #7A	
128C&	27 04	2269		BEQ COMSEG	
128E&	BD 113A&	2270		JSR LBAND	
1291&	3B	2271		RTI	
1292&	A6 01	2272	COMSEG:	LDAA \$01,X	;INCREMENTO DEL TIEMPO DE LOS ESTIMULOS
1294&	84 80	2273		ANDA #COMEDERO	
1296&	27 03	2274		BEQ FOTSEG	
1298&	7E 141C&	2275		JMP INCSC	
1298&	A6 01	2276	FOTSEG:	LDAA \$01,X	
129D&	84 40	2277		ANDA #FOTICO	
129F&	27 03	2278		BEQ BEBSEG	
12A1&	7E 1373&	2279		JMP INCSF	
12A4&	A6 01	2280	BEBSEG:	LDAA \$01,X	
12A6&	84 20	2281		ANDA #BEBEDER	
12A8&	27 03	2282		BEQ ELESEG	
12AA&	7E 13B8&	2283		JMP INCSB	
12AD&	A6 01	2284	ELESEG:	LDAA \$01,X	
12AF&	84 10	2285		ANDA #ELECTRICO	
12B1&	27 03	2286		BEQ AUDSEG	
12B3&	7E 12E9&	2287		JMP INCSE	
12B6&	A6 01	2288	AUDSEG:	LDAA \$01,X	
12B8&	84 08	2289		ANDA #AUDITIVO	
12BA&	27 03	2290		BEQ FINTPO	
12BC&	7E 132E&	2291		JMP INCSA	
12BF&	6F 8D	2292	FINTPO:	CLR \$8D,X	
12C1&	6C 0A	2293		INC \$0A,X	
12C3&	26 02	2294		BNE TERPRO	
12C5&	6C 07	2295		INC \$07,X	
12C7&	A6 0A	2296	TERPRO:	LDAA \$0A,X	
12C9&	81 00	2297		CMPA #800	
12CB&	27 04	2298		BEQ TERPRO2	
12CD&	BD 113A&	2299		JSR LBAND	
12D0&	3B	2300		RTI	
12D1&	A6 07	2301	TERPRO2:	LDAA \$07,X	
12D3&	81 00	2302		CMPA #800	
12D5&	27 04	2303		BEQ FINPROMO	
12D7&	BD 113A&	2304		JSR LBAND	
12DA&	3B	2305		RTI	
12DB&	BD 09C8&	2306	FINPROMO:	JSR BORRA	
12DE&	18 CE 5E61	2307		LDY #5E61	
12E2&	BD 0058&	2308		JSR DESPL	
12E5&	86 50	2309		LDAA #550	
12E7&	06	2310		TAP	
12EB&	CF	2311		STOP	
		2312		*****	
		2313	*	INCREMENTOS DE TIEMPO DE LOS	*
		2314	*	ESTIMULOS	*
		2315		*****	
12E9&	18 CE 4980	2316	INCSE:	LDY #CM980	;INCREMENTO DE TIEMPO DEL ESTIMULO ELECTRICO.
12ED&	18 6C 0A	2317		INC \$0A,Y	
12F0&	26 03	2318		BNE COMPE	
12F2&	18 6C 09	2319		INC \$09,Y	
12F5&	B6 40B1	2320	COMPE:	LDAA \$40B1	
12F8&	18 A1 0A	2321		CMPA \$0A,Y	
12FB&	27 03	2322		BEQ COMPE2	
12FD&	7E 12B6&	2323		JMP AUDSEG	
1300&	B6 40B0	2324	COMPE2:	LDAA \$40B0	
1303&	18 A1 09	2325		CMPA \$09,Y	
1306&	27 03	2326		BEQ TERE	
1308&	7E 12B6&	2327		JMP AUDSEG	
130B&	18 CE 1000	2328	TERE:	LDY #MIL	
130F&	86 EF	2329		LDAA #8EF	
1311&	A4 01	2330		ANDA \$01,X	
1313&	A7 01	2331		STAA \$01,X	
1315&	18 A7 00	2332		STAA \$00,Y	
1318&	BD 09C8&	2333		JSR BORRA	

1318&	18	CE	5077	2334	LDY	#5D77	
131F&	BD	0058&		2335	JSR	DESPL	
1322&	CE	4980		2336	LDX	#CM980	
1325&	BD	10C3&		2337	JSR	RECC	
1328&	CE	4800		2338	LDX	#CM800	
1328&	7E	12B6&		2339	JMP	AUDSEG	
				2340			

132E&	18	CE	4980	2341	INCSA:	LDY #CM980	;INCREMENTO DE TIEMPO DEL ESTIMULO AUDITIVO
1332&	18	6C	07	2342		INC \$07,Y	
1335&	26	03		2343		BNE COMPA	
1337&	18	6C	06	2344		INC \$06,Y	
133A&	B6	402D		2345	COMPA:	LDAA MEMTEA1	
133D&	18	A1	07	2346		CMPA \$07,Y	
1340&	27	03		2347		BEQ COMPA2	
1342&	7E	12BF&		2348		JMP FINTP0	
1345&	B6	402C		2349	COMPA2:	LDAA MEMTEA	
1348&	18	A1	06	2350		CMPA \$06,Y	
134B&	27	03		2351		BEQ TERA	
134D&	7E	12BF&		2352		JMP FINTP0	
1350&	18	CE	1000	2353	TERA:	LDY #MIL	
1354&	B6	F7		2354		LDAA #8F7	
1356&	A4	01		2355		ANDA \$01,X	
1358&	A7	01		2356		STAA \$01,X	
135A&	18	A7	00	2357		STAA \$00,Y	
135D&	BD	09C8&		2358		JSR BORRA	
1360&	18	CE	504C	2359		LDY #5D4C	
1364&	BD	0058&		2360		JSR DESPL	
1367&	CE	4980		2361		LDX #CM980	
136A&	BD	10C3&		2362		JSR RECC	
136D&	CE	4800		2363		LDX #CM800	
1370&	7E	12BF&		2364		JMP FINTP0	
				2365			

1373&	18	CE	4980	2366	INCSF:	LDY #CM980	;INCREMENTO DE TIEMPO DEL ESTIMULADOR FOTICO
1377&	18	6C	04	2367		INC \$04,Y	
137A&	26	03		2368		BNE COMPF	
137C&	18	6C	03	2369		INC \$03,Y	
137F&	18	A6	01	2370	COMPF:	LDAA \$01,Y	
1382&	18	A1	04	2371		CMPA \$04,Y	
1385&	27	03		2372		BEQ COMPF2	
1387&	7E	12A4&		2373		JMP BEBSEG	
138A&	18	A6	00	2374	COMPF2:	LDAA \$00,Y	
138D&	18	A1	03	2375		CMPA \$03,Y	
139D&	27	03		2376		BEQ TERF	
1392&	7E	12A4&		2377		JMP BEBSEG	
1395&	18	CE	1000	2378	TERF:	LDY #MIL	;DESHABILITACION DEL ESTIMULADOR FOTICO
1399&	B6	BF		2379		LDAA #8BF	
139B&	A4	01		2380		ANDA \$01,X	
139D&	A7	01		2381		STAA \$01,X	
139F&	18	A7	00	2382		STAA \$00,Y	
13A2&	BD	09C8&		2383		JSR BORRA	
13A5&	18	CE	5EBB	2384		LDY #5EBB	
13A9&	BD	0058&		2385		JSR DESPL	
13AC&	CE	4980		2386		LDX #CM980	
13AF&	BD	10C3&		2387		JSR RECC	
13B2&	CE	4800		2388		LDX #CM800	
13B5&	7E	12A4&		2389		JMP BEBSEG	
				2390			

138B&	6C	8F		2391	INCSB:	INC \$8F,X	;INCREMENTO DE TIEMPO DEL BEBEDERO
138A&	26	02		2392		BNE CCGM	
138C&	6C	8E		2393		INC \$8E,X	
138E&	A6	06		2394	CCCM:	LDAA \$06,X	
13C0&	A1	8F		2395		CMPA \$8F,X	
13C2&	27	03		2396		BEQ CCGM2	
13C4&	7E	12AD&		2397		JMP ELESEG	
13C7&	A6	05		2398	CCCM2:	LDAA \$05,X	
13C9&	A1	8E		2399		CMPA \$8E,X	
13CB&	27	03		2400		BEQ EMPIEZA	
13CD&	7E	12AD&		2401		JMP ELESEG	
13D0&	0C			2402	EMPIEZA:	CLC	;CUANDO SE IGUALAN TMS E INTERRUPCIONES SE
13D1&	6F	8F		2403		CLR \$8F,X	;SUMAN SUCESSIVAMENTE HASTA IGUALAR EL TME
13D3&	6F	8E		2404		CLR \$8E,X	

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

13D5& A6 06      2405      LDAA $06,X
13D7& AB 8C      2406      ADDA $8C,X
13D9& A7 8C      2407      STAA $8C,X
13DB& A6 05      2408      LDAA $05,X
13DD& A9 88      2409      ADCA $8B,X
13DF& A7 88      2410      STAA $8B,X
13E1& A6 09      2411      LDAA $09,X
13E3& A1 8C      2412      CMPA $8C,X
13E5& 27 05      2413      BEQ ETG1
13E7& 25 03      2414      BCS ETG1
13E9& 7E 0D1C&  2415      JMP CONV
13EC& A6 08      2416      LDAA $0B,X
13EE& A1 88      2417      CMPA $8B,X
13F0& 27 03      2418      BEQ TERBB
13F2& 7E 0D1C&  2419      JMP CONV
13F5& 18 CE 100D 2420      LDY #MIL
13F9& 4F          2421      CLRA
13FA& 18 A7 39   2422      STAA $39,Y
13FD& B6 DF      2423      LDAA #SDF
13FF& A4 01      2424      ANDA $01,X
1401& A7 01      2425      STAA $01,X
1403& 18 A7 00   2426      STAA $00,Y
1406& BD 09CB&  2427      JSR BORRA
1409& 18 CE 5F3F 2428      LDY #5F3F
140D& BD 0058&  2429      JSR DESPL
1410& CE 4980    2430      LDX #CM980
1413& BD 10C3&  2431      JSR RECC
1416& CE 4800    2432      LDX #CM800
1419& 7E 12AD&  2433      JMP ELESEG
2434
*****
141C& 6C 94      2435      INCSC: INC $94,X
141E& 26 02      2436      BNE COMPC
1420& 6C 92      2437      INC $92,X
1422& A6 9F      2438      COMPC: LDAA $9F,X
1424& A1 94      2439      CMPA $94,X
1426& 27 03      2440      BEQ COMPC2
1428& 7E 129B&  2441      JMP FOTSEG
142B& A6 9E      2442      COMPC2: LDAA $9E,X
142D& A1 92      2443      CMPA $92,X
142F& 27 03      2444      BEQ TERC
1431& 7E 129B&  2445      JMP FOTSEG
1434& 18 CE 100D 2446      LDY #MIL
1438& 4F          2447      CLRA
1439& 18 A7 21   2448      STAA $21,Y
143C& 18 A7 22   2449      STAA $22,Y
143F& B6 7F      2450      LDAA #57F
1441& A4 01      2451      ANDA $01,X
1443& A7 01      2452      STAA $01,X
1445& 18 A7 00   2453      STAA $00,Y
1448& BD 09CB&  2454      JSR BORRA
144B& 18 CE 5E1F 2455      LDY #5E1F
144F& BD 0058&  2456      JSR DESPL
1452& CE 4980    2457      LDX #CM980
1455& BD 10C3&  2458      JSR RECC
1458& CE 4800    2459      LDX #CM800
145B& 7E 129B&  2460      JMP FOTSEG
2461
*****
145E& B1 18      2464      * FIN DE TIEMPO DE LOS ESTIMULOS *
1460& 26 03      2465      *****
1462& 7E 015E&  2466      NINIEXP: CMPA #PASAR
1465& 7E 0A8B&  2467      BNE INIEXP11
1468& BD 09CB&  2468      JMP M2LP
146B& 18 CE 040B& 2469      INIEXP11: JMP INIEXP1
146F& BD 0058&  2470      JSR BORRA
1472& 7E 0A17&  2471      LDY #LET41-1
1475& B1 18      2472      JSR DESPL
1477& 26 25      2473      JMP VEREST
1479& BD 09CB&  2474      SIG3: CMPA #PASAR
147C& 18 CE 0526& 2475      BNE REG5
          JSR BORRA
          LDY #LETR5-1

```

;MIENTRAS NO SEAN IGUALES TME Y LOS INCREMENTOS DE TMS
;SE REALIZAN LAS CONVERSIONES DE LO CONTRARIO SE
;TERMINA EL PROCESO Y REGRESA AL INICIO DEL PROGRAMA MONITOR

;FIN PROGRAMA BEBEDERO

;DESABILITA EL CONVERTIDOR A/D

;INCREMENTO DE TIEMPO DEL COMEDERO

;DESABILITACION DEL COMEDERO

```

1480& BD 0058& 2476 JSR DESPL
1483& BD 00EF& 2477 SNANDA: JSR INITCL ;SI O NO ANALIZAR DATOS
1486& 81 14 2478 CMPA #ENTRAR
1488& 26 00 2479 BNE SI04
148A& BD 09CB& 2480 JSR BORR
148B& 18 CE 0567& 2481 LDY #LET51-1
1491& BD 0058& 2482 JSR DESPL
1494& 7E 14A& 2483 JMP ANADA
1497& 81 18 2484 SIG4: CMPA #PASAR
1499& 26 06 2485 BNE REG6
149B& 7E 015E& 2486 JMP M2LP
149E& 7E 09EF& 2487 REG5: JMP CPROG
14A1& 7E 1483& 2488 REG6: JMP SNANDA
14A4& BD 00EF& 2489 ANADA: JSR INITCL ;COMIENZA SUBROUTINA PARA ANALIZAR DATOS
14A7& 81 18 2490 CMPA #PASAR
14A9& 26 F9 2491 BNE ANADA
14AB& 7E 015E& 2492 JMP M2LP
                *VEREST: JSR INITCL
                *      CMPA #PASAR
                *      BNE VEREST
                *      JMP M2LP
14AE& BD 00EF& 2497 CONT3: JSR INITCL
    
```

```

2498 DEFSEG TABLAS, START=$4900
2499 SEG TABLAS
2500 *TABLA PARA IDENTIFICAR TECLA Y MANDAR ASCII A LA PANTALLA DE CL*
0000& 11 30 10 2501 DB $11,"0", $10
0003& 12 2E 10 2502 DB $12,".", $10
0006& 14 41 10 2503 DB $14,"A", $10
0009& 18 42 10 2504 DB $18,"B", $10
000C& 21 31 10 2505 DB $21,"1", $10
000F& 22 32 10 2506 DB $22,"2", $10
0012& 24 33 10 2507 DB $24,"3", $10
0015& 28 43 10 2508 DB $28,"C", $10
0018& 41 34 10 2509 DB $41,"4", $10
001B& 42 35 10 2510 DB $42,"5", $10
001E& 44 36 10 2511 DB $44,"6", $10
0021& 48 44 10 2512 DB $48,"D", $10
0024& 81 37 10 2513 DB $81,"7", $10
0027& 82 38 10 2514 DB $82,"8", $10
002A& 84 39 10 2515 DB $84,"9", $10
002D& 88 45 10 2516 DB $88,"E", $10
    
```

```

2517 DEFSEG LETREROS, START=$5000
2518 SEG LETREROS
2519 *COMIENZA TABLA DE COMANDOS Y DATOS PARA LETR
                EROS EN PANTALLA DE CL*
0000& 30 30 38 0E 2520 INICIADI DB $30,$30,$30,$38,$0E,$01,$06,$0E,
0005& 01 06 0E 80 0F          $80,$0F
000A& 49 40 50 20 46 2521 LETR1 DB "IMP-FI UNAM SISTEMA ELECTRONICO PARA ANA-LISIS DE CONDUCTA.
000F& 49 20 55 4E 41          OPRIMA <ENTRAR>",$11
0014& 40 20 53 49 53
0019& 54 45 40 41 20 001E& 45 4C 45 43 54 0023& 52 4F 4E 49 43 0028& 4F 20 50 41 52
0020& 41 20 41 4E 41 0032& 20 4C 49 53 49 0037& 53 20 44 45 20 003C& 20 43 4F 4E 44
0041& 55 43 54 41 2E 0046& 20 20 20 4F 50 0048& 52 49 4D 41 20 0050& 3C 45 4E 54 52
0055& 41 52 3E 11
0059& 4F 50 52 49 4D 2522 LETR2 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROG. ESTIMULO 0
005E& 41 20 3C 45 3E          <PA-SAR> PARA CONTINUAR",$11
0063& 54 52 41 52 3E 0068& 20 50 41 52 41 006D& 50 52 4F 47 2E 0072& 45 53 54 49 4D
0077& 55 4C 4F 20 4F 007C& 20 3C 50 41 2D 0081& 53 41 52 3E 20 0086& 50 41 52 41 20
008B& 43 4F 4E 54 49 0090& 4E 55 41 52 11
0095& 2B 42 4F 52 52 2523 LET21 DB "(BORRAR ESTIMULOS PROGRAMADOS?
009A& 41 52 20 20          S1-<ENTRAR> NO-<PASAR>",$11
009F& 45 53 54 49 4D
00A4& 55 4C 4F 53 20 00A9& 50 52 4F 47 52 00AE& 41 4D 41 44 4F 00B3& 53 3F 20 20 20
00BB& 20 20 20 20 00BD& 53 49 2D 3C 45 00C2& 4E 54 52 41 52 00C7& 3E 20 20 20 20
00CC& 20 20 20 20 00D1& 4E 4F 2D 3C 50 00D6& 41 53 41 52 3E 00DE& 11
00DC& 4C 4F 53 20 45 2524 LETR3 DB "LOS ESTIMULOS SERAN EJECUTADOS EN EL OR-DEN
00E1& 53 54 49 4D 55          PROGRAMADO. OPR1-MA <ENTRAR>",$11
    
```

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

00E6& 4C 4F 53 20 53
 00EB& 45 52 41 4E 20 00F0& 45 4A 45 43 55 00F5& 54 41 44 4F 53 00FA& 20 45 4E 20 45
 00FF& 4C 20 4F 52 20 0104& 44 45 4E 20 50 0109& 52 4F 47 52 41 010E& 40 41 44 4F 2E
 0113& 4F 50 52 49 20 0118& 4D 41 20 3C 45 011D& 4E 54 52 41 52 0122& 3E 11
 0124& 4F 50 52 49 4D 2525 LET31 DB "OPRIMA <ENTRAR> SI DESEA PROGRAMAR ES-TIMULO FOTICO O
 0129& 41 20 3C 45 4E <PA-SAR> PARA CONTINUAR", \$11
 012E& 54 52 41 52 3E
 0133& 20 53 49 20 20 0138& 44 45 53 45 41 013D& 20 50 52 4F 47 0142& 52 41 4D 41 52
 0147& 20 20 45 53 20 014C& 54 49 4D 55 4C 0151& 4F 20 46 4F 54 0156& 49 43 4F 20 4F
 0158& 20 3C 50 41 20 0163& 53 41 52 3E 20 0165& 50 41 52 41 20 016A& 49 43 4F 54 49
 016F& 4E 55 41 52 11
 0174& 54 45 43 4C 45 2526 LE31A DB "TECLEE EL TIEMPO DE DURACION DEL EST.
 0179& 45 20 45 4C 20 O-PRIMA <ENTRAR> (MAX900s) t=", \$11
 017E& 54 49 45 4D 50
 0183& 4F 20 44 45 20 0188& 44 55 52 41 43 018D& 49 4F 4E 20 44 0192& 45 4C 20 45 53
 0197& 54 2E 20 4F 20 019C& 50 52 49 4D 41 01A1& 20 3C 45 4E 54 01A6& 52 41 52 3E 20
 01A8& 20 20 20 20 20 01B3& 2B 4D 41 5B 20 01B5& 39 3D 30 73 29 01BA& 20 74 3D 11
 01BE& 4F 50 52 49 4D 2527 LET32 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROGRAMAR ESTIMULO ELECTRICO O
 01C3& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTINUAR", \$11
 01C8& 54 52 41 52 3E
 01CD& 20 50 41 52 41 01D2& 50 52 4F 47 52 01D7& 41 4D 41 52 20 01DC& 45 53 54 49 4D
 01E1& 55 4C 4F 20 20 01E6& 45 4C 45 43 54 01EB& 52 49 43 4F 20 01FO& 4F 20 3C 50
 01F5& 41 53 41 52 3E 01FA& 20 50 41 52 41 01FF& 20 43 4F 4E 54 0204& 49 4E 55 41 52
 0209& 11
 020A& 4F 50 52 49 4D 2528 LET33 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROGRAMAR ESTIMULO AUDITIVO O
 020F& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTINUAR", \$11
 0214& 54 52 41 52 3E
 0219& 20 50 41 52 41 021E& 50 52 4F 47 52 0223& 41 4D 41 52 20 0228& 20 45 53 54 49
 022D& 4D 55 4C 4F 20 0232& 41 55 44 49 54 0237& 49 56 4F 20 20 023C& 4F 20 3C 50
 0241& 41 53 41 52 3E 0246& 50 41 52 41 20 024B& 43 4F 4E 54 49 0250& 4E 55 41 52 11
 0255& 4F 50 52 49 4D 2529 LE33A DB "OPRIMA <PASAR> PARAREVISAR LA FREC. O
 025A& 41 20 3C 50 41 <ENTRAR> PARA ACEP-TAR f[Hz]=", \$11
 025F& 53 41 52 3E 20
 0264& 20 50 41 52 41 0269& 52 45 56 49 53 026E& 41 52 20 20 4C 0273& 41 20 20 46 52
 0278& 45 43 2E 20 4F 027D& 3C 45 4E 54 52 0282& 41 52 3E 20 50 0287& 41 52 41 20 20
 028C& 41 43 45 50 20 0291& 54 41 52 20 20 0296& 66 5B 8 7A 5D 0298& 3D 11
 029D& 4F 50 52 49 4D 2531 LE33B DB "OPRIMA <PASAR> PARAREVISAR AMPLITUD DEL
 02A2& 41 20 3C 50 41 EST. O <ENTRAR> PARAACEPTAR A [V]=", \$11
 02A7& 53 41 52 3E 20
 02AC& 20 50 41 52 41 2B1& 52 45 56 49 53 02B6& 41 52 20 41 4D 02BB& 50 4C 49 54 55
 02C0& 44 20 44 45 4C 02C5& 45 53 54 2E 20 02CA& 4F 20 3C 45 4E 02CF& 54 52 41 52 3E
 02D4& 20 50 41 52 41 02D9& 41 43 45 50 54 02DE& 41 52 20 41 5B 02E3& 56 5D 3D 11
 02E7& 4F 50 52 49 4D 2531 LET34 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROG. ESTIMULO SE-CUNDARIO O
 02EC& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTINUAR", \$11
 02F1& 54 52 41 52 3E
 02F6& 20 50 41 52 41 02FF& 50 52 4F 47 2E
 0300& 20 45 53 54 49 0305& 4D 55 4C 4F 20
 030A& 20 20 53 45 20 030F& 43 55 4E 44 41
 0314& 52 49 4F 20 4F 0319& 20 20 3C 50 41
 031E& 53 41 52 3E 20 0323& 50 41 52 41 20
 0328& 43 4F 4E 54 49 032D& 4E 55 41 52 11
 0332& 4F 50 52 49 4D 2532 LET35 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROG. DISPENSADOR DEALTIMENTO O
 0337& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTINUAR", \$11
 033C& 54 52 41 52 3E
 0341& 20 50 41 52 41 0346& 50 52 4F 47 2E 034B& 20 44 49 53 50 0350& 45 4E 53 41 44
 0355& 4F 52 20 44 45 035A& 41 4C 49 4D 45 035F& 4E 54 4F 20 4F 0364& 20 20 3C 50 41
 0369& 53 41 52 3E 20 036E& 50 41 52 41 20 0373& 43 4F 4E 54 49 0378& 4E 55 41 52 11
 037D& 4F 50 52 49 4D 2533 LET36 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAPROG. DISPENSADOR DELIQUIDO O
 0382& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTINUAR", \$11
 0387& 54 52 41 52 3E
 038C& 20 50 41 52 41 0391& 50 52 4F 47 2E 0396& 20 44 49 53 50 039B& 45 4E 53 41 44
 03A0& 4F 52 20 44 45 03A5& 4C 49 51 55 49 03AA& 44 4F 20 20 4F 03AF& 20 20 3C 50 41
 03B4& 53 41 52 3E 20 03B9& 50 41 52 41 20 03BE& 43 4F 4E 54 49 03C3& 4E 55 41 52 11
 03C8& 4F 50 52 49 4D 2534 LETR4 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAJECUTAR PROGRAMA O
 03CD& 41 20 3C 45 4E <PASAR> PARA CONTI-NUAR", \$11
 03D2& 54 52 41 52 3E
 03D7& 20 50 41 52 41 03DC& 45 4A 45 43 55 03E1& 54 41 52 20 50 03E6& 52 4F 47 52 41
 03E8& 41 20 20 4F 03FD& 3C 50 41 53 41 03F5& 52 3E 20 50 41 03FA& 52 41 20 20 43
 03FF& 4F 4E 54 49 20 0404& 4E 55 41 52 11
 0409& 44 45 53 45 41 2535 LET41 DB "DESEA VER LOS ESTI-MULOS PROGRAMADOS?
 040E& 20 56 45 52 20 SI- <ENTRAR> NO-<PASAR>", \$11

0413& 4C 4F 53 20 20
 0418& 45 53 54 49 2D 041D& 4D 55 4C 4F 53 0422& 20 50 52 4F 47 0427& 52 41 4D 41 44
 042C& 4F 53 3F 20 20 0431& 53 49 2D 3C 45 0436& 4E 54 52 41 52 0438& 3E 20 20 20 20
 0440& 20 20 20 20 20 0445& 4E 4F 2D 3C 50 044& 41 53 41 52 3E 044F& 11
 0450& 43 4F 4D 45 44 2536 LE41A DB "COMEDERO ",\$11
 0455& 45 52 4F 20 20 045& 11
 0458& 46 4F 54 49 43 2537 LE41B DB "FOTICO ",\$11
 0460& 4F 20 20 20 20 2465& 11
 0466& 42 45 42 45 44 2538 LE41C DB "BEBEDERO ",\$11
 0468& 45 52 4F 20 20 0470& 11
 0471& 45 4C 45 43 54 2539 LE41D DB "ELECTRICO ",\$11
 0476& 52 49 43 4F 20 0478& 11
 047C& 41 43 55 53 54 2540 LE41E DB "ACUSTICO ",\$11
 0481& 49 43 4F 20 20 048& 11
 0487& 4E 4F 20 53 45 2541 LE41F DB "NO SE HA PROGRAMADO NINGUN ESTIMULO
 OPRIMA <PASAR> PARACONTINUAR.",\$11
 048C& 20 48 41 20 50
 0491& 52 4F 47 52 41
 0496& 4D 41 44 4F 20 0498& 4E 49 4E 47 55 4A0& 4E 20 20 20 20 04A5& 20 45 53 54 49
 04A& 4D 55 4C 4F 20 04AF& 20 4F 50 52 49 04B& 4D 41 20 3C 50 04B9& 41 53 41 52 3E
 04BE& 20 50 41 52 41 04C& 43 4F 4E 54 49 04C& 4E 55 41 52 2E 04CD& 11
 04CE& 4F 50 52 49 4D 2542 LE41G DB "OPRIMA <PASAR>",\$11
 04D3& 41 20 20 20 20 04DB& 3C 50 41 53 41 04DD& 52 3E 11
 04E0& 28 49 4E 49 43 2543 LE41H DB "(INICIAR EL EXPERI-MENTO) SI-<ENTRAR>
 NO-<PASAR>",\$11
 04E5& 49 41 52 20 45
 04EA& 4C 20 20 45 58
 04EF& 50 45 52 49 2D 04F& 4D 45 4E 54 4F 04F& 3F 20 20 20 20 04FE& 2C 20 20 20 20
 0503& 20 20 20 20 20 0508& 53 49 2D 3C 45 050& 4E 54 52 41 52 0512& 3E 20 20 20 20
 0517& 20 20 20 20 20 051& 4E 4F 2D 3C 50 0521& 41 53 41 52 3E 052& 11
 0527& 4F 50 52 49 4D 2544 LETR5 DB "OPRIMA <ENTRAR> PARAANALIZAR DATOS
 O <PASAR> PARA CONTI-NUAR",\$11
 0531& 54 52 41 52 3E
 0536& 20 50 41 52 41 0538& 41 4E 41 4C 49 0540& 5A 41 52 20 20 0545& 2C 44 41 54 4F
 054& 53 20 20 4F 20 054F& 3C 50 41 53 41 055& 52 3E 20 50 41 0559& 52 41 20 20 43
 055E& 4F 4E 54 49 2D 0563& 4E 55 41 52 11
 0568& 41 55 4E 20 4E 2545 LETS1 DB "AUN NO ESTA EL PRO-GRAMA OPRIMA <PASAR>",\$11
 056D& 4F 20 45 53 54
 0572& 41 20 45 4C 20 0577& 20 50 52 4F 2D 057& 47 52 41 4D 41 05B1& 2C 4F 50 52 49
 0586& 4D 41 20 3C 50 058& 41 53 41 52 3E 0590& 11

2546 DEFSEG LETRAS,START=\$5F20
 2547 SEG LETRAS
 2548 DB "THE=",\$11
 0000& 20 54 4D 45 3D DB " " DB "TNS=",\$11
 0005& 11 000& 20 54 4D 53 3D 2549 DB " " DB "HI=",\$11
 0008& 11 000& 20 4E 49 3D 11 2550 DB " " DB "DN=",\$11
 001& 20 20 44 4E 3D 2551 DB " " DB "SN=",\$11
 0016& 11 0017& 20 20 20 53 2552 DB " " DB " " FIN PB"",\$11
 001& 4E 3D 11 001& 20 20 20 20 2553
 0024& 20 20 46 49 4E 0029& 20 50 42 11

2554 DEFSEG LETFALLA,START=\$5D0C
 2555 SEG LETFALLA
 2556 DB " " ERROR"
 0000& 20 20 20 20 20 , \$11
 0005& 20 20 20 20 20
 000& 20 20 20 20 000F& 20 20 20 20 20
 0014& 20 20 20 20 20 0019& 45 52 52 4F 52 001E& 11
 001& 20 20 20 20 20 20 2557 DB " " ERROR=",\$11
 0024& 20 20 20 20 20 0029& 20 45 52 52 4F 002E& 52 3D 11
 0031& 20 20 41 43 54 2558 DB " ACTIVADO ESTIMULO AUDITIV
 0036& 49 56 41 44 4F O"",\$11
 0038& 20 45 53 54 49 0040& 4D 55 4C 4F 2D 0045& 20 20 20 41 004& 55 44 49 54 49 004F& 56 4F 11
 0052& 20 20 20 20 20 2559 DB " " FIN PA"",\$11
 0057& 46 49 4E 20 50 005C& 41 11
 005E& 20 41 43 54 49 2560 DB " ACTIVADO ESTIMULO ELECTRICO"",\$
 0063& 56 41 44 4F 20 11
 0068& 45 53 54 49 4D 006D& 55 4C 4F 20 45 0072& 4C 45 43 54 52 0077& 49 43 4F 11
 0078& 20 20 20 20 2561 DB " " FIN PE"",\$11
 0080& 20 46 49 4E 20 0085& 50 45 11

LISTADO DEL PROGRAMA MONITOR

```

0088& 20 46 41 4C 4C 2562          DB " FALLA ESTIMULO ELECTRICO", $11
008D& 41 20 45 53 54 0092& 49 4D 55 4C 4F 0097& 20 45 4C 45 43 009C& 54 52 49 43 4F 00A1& 11

                2563          DEFSEG LETCOMD, START=$5E00
                2564          SEG LETCOMD
0000& 20 4F 50 20 50 2565          DB " OP PALANCA=", $11
0005& 41 4C 41 4E 43 000A& 41 3D 11
0008& 20 20 20 20 20 2566          DB "          TIEMPO=", $11
0012& 20 20 20 20 20 0017& 54 49 45 4D 50 001C& 4F 3D 11
001F& 20 20 20 20 20 2567          DB "          FIN PC", $11
0024& 20 20 20 46 49 0029& 4E 20 50 43 11
002E& 20 54 49 45 4D 2568          DB " TIEMPO PROGRAMADO PARA EL COMEDERO EN SEGUNDOS=", $11
0033& 50 4F 20 50 52
0038& 4F 47 52 41 4D 003D& 41 44 4F 20 50 0042& 41 52 41 20 45 0047& 4C 20 43 4F 4D
004C& 45 44 45 52 4F 0051& 20 45 4E 20 53 0056& 45 47 55 4E 44 005B& 4F 53 3D 11
005F& 20 20 46 49 4E 2569          DB " FIN DEL PROGRAMA MONITOR ", $11
0064& 20 20 44 45 4C
0069& 20 20 50 52 4F 006E& 47 52 41 4D 41 0073& 20 20 4D 4F 4E 0078& 49 54 4F 52 20 007D& 20 11
007F& 20 20 20 54 49 2570          DB "          TIEMPO PROGRAMADO PARA EL ESTIMULO FOTICO EN
SEGUNDOS=", $11
0084& 45 4D 50 4F 20
0089& 50 52 4F 47 52
008E& 41 4D 41 44 4F 0093& 20 50 41 52 41 0098& 20 45 4C 20 45 009D& 53 54 49 4D 55
00A2& 4C 4F 20 46 4F 00A7& 54 49 43 4F 20 00AC& 45 4E 20 53 45 00B1& 47 55 4E 44 4F 00B6& 53 3D 11
00B9& 20 20 20 20 20 2571          DB "          FIN PF", $11
00BE& 20 20 20 46 49 00C3& 4E 20 50 46 11
00C8& 20 20 20 20 20 2572          DB "          ACTIVADO ESTIMULO          FOTICO", $11
00CD& 41 43 54 49 56
00D2& 41 44 4F 20 45 00D7& 53 54 49 4D 55 00DC& 4C 4F 20 20 20
00E1& 20 20 20 46 4F 00E6& 54 49 43 4F 11

                2573          DEFSEG NUMEROS, START=$5F00
                2574          SEG NUMEROS
0000& 00 30 10          DB $00, "0", $10
0003& 01 31 10          DB $01, "1", $10
0006& 02 32 10          DB $02, "2", $10
0009& 03 33 10          DB $03, "3", $10
000C& 04 34 10          DB $04, "4", $10
000F& 05 35 10          DB $05, "5", $10
0012& 06 36 10          DB $06, "6", $10
0015& 07 37 10          DB $07, "7", $10
0018& 08 38 10          DB $08, "8", $10
001B& 09 39 10          DB $09, "9", $10
                2585
END

```

APENDICE D

SUBROUTINAS: TECLADO Y PANTALLA LCD

SUBROUTINAS: TECLADO Y PANTALLA LCD

La rutina de inicialización de la pantalla de cristal líquido (LCD), es descrita a continuación. Las hojas de especificaciones indican la secuencia a seguir para inicializar la pantalla (LCD).

En la figura D.1 se muestra el diagrama de flujo proporcionado por el fabricante. Para entender como se lleva a cabo ésta secuencia es necesario, observar el diagrama a bloques de las conexiones entre el microcontrolador y la pantalla de cristal líquido, esto es proporcionado en la figura D.2, donde el bus de direcciones proporciona el código binario de control de la pantalla y el bus de datos entrega la información a desplegar, pero además, el bus de datos se utiliza para verificar la bandera BF (Bussy Flag), si esta bandera se encuentra activada no es posible realizar ninguna operación en la pantalla, también se identifica la posición en que se encuentra el cursor. En conclusión el bus de datos se utiliza para establecer un protocolo de comunicación entre MCU y pantalla LCD.

La señal de habilitación (E) es sincronizada por medio de la decodificación, con la cual se logra que la pantalla de cristal líquido solo se active en las direcciones establecidas en el mapeo de memoria (0300H-03FFH) y se realizó con decodificadores

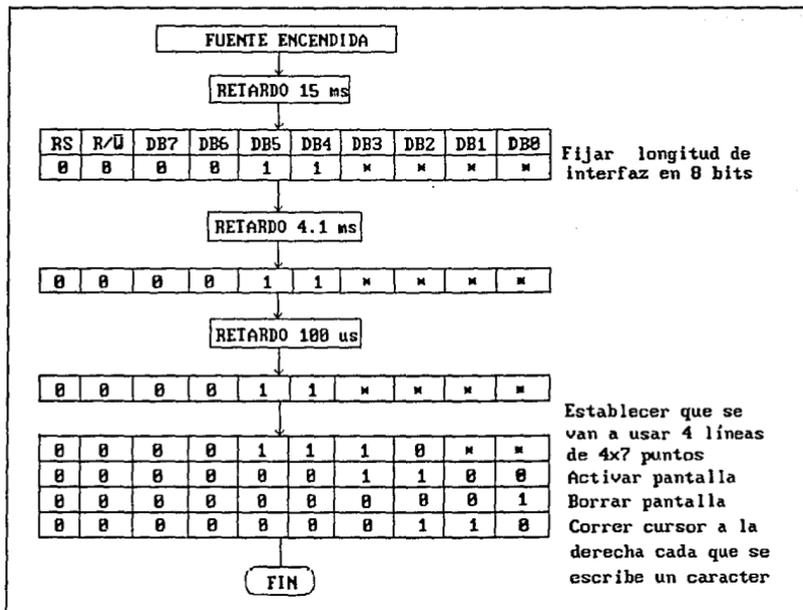


Figura D.1 Diagrama de flujo para inicialización de la pantalla LCD

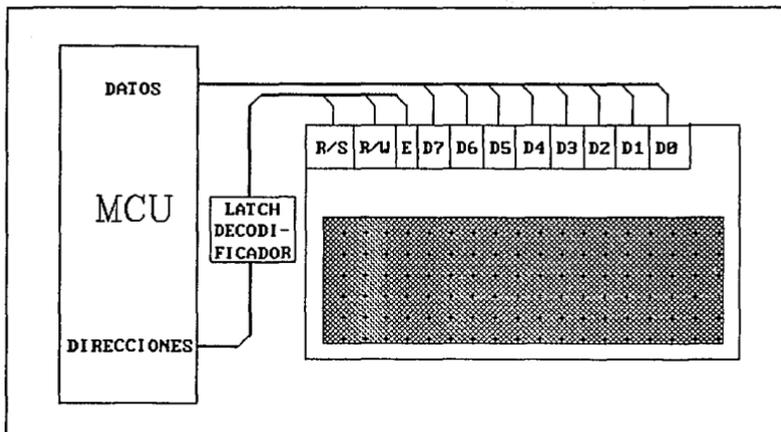


Figura D.2 Interconexión MCU-LCD

3 a 8 (74HC138) y compuertas, de esta manera las operaciones del MCU y la pantalla no se interfieren entre sí, el diagrama de tiempo de las señales, para diferentes operaciones en la pantalla, se observan en la figura D.3.

En el apéndice C se muestra el listado del programa monitor, pero fácilmente puede ser identificada la rutina de despliegue, por lo que no es necesario repetir el listado del programa en esta sección.

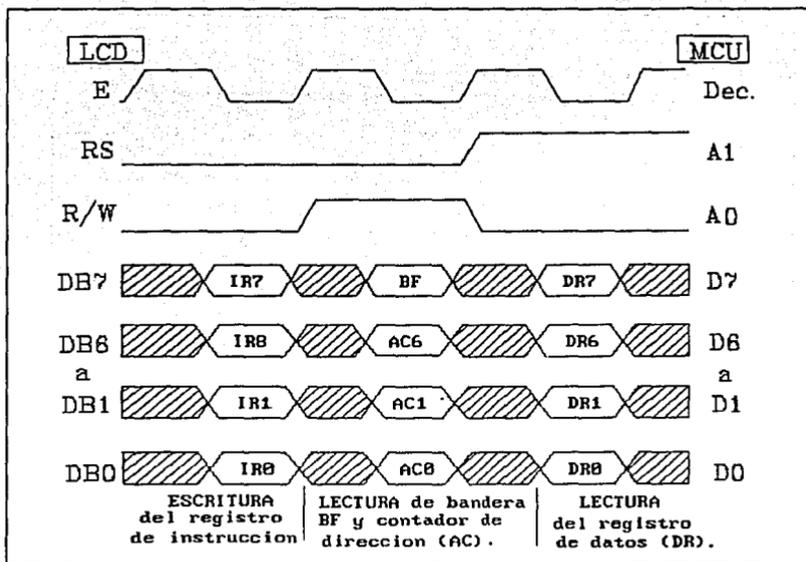


Figura D.3 Diagrama de tiempo en la pantalla de cristal líquido.

El teclado actúa en forma similar a la pantalla de cristal líquido, pero en este caso la parte baja del bus de direcciones genera el barrido de los renglones del teclado matricial. La secuencia de barrido, entregada por el bus de direcciones es:

A5	A4	A3	A2	A1	A0
1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	0	0

Esta secuencia es generada en forma continua, hasta que se oprima alguna tecla, es necesario detectar cuando se oprime una de ellas, lo cual se logra leyendo el bus de datos, si el resultado de ésta lectura es diferente de cero significa que se oprimió alguna de las 16 teclas.

A continuación se genera un retardo de 10 ms para evitar "rebotes" y que sea detectado un valor erróneo, una vez que se lee el valor correcto de la tecla oprimida se procede a identificarla por medio de la dirección proporcionada y el valor leído en el bus de datos (4 bits menos significativos).

Una vez que es identificada la tecla, la acción que se lleve a cabo, depende del programa desde el cual se haya llamado ésta subrutina, así puede desplegarse un número en la pantalla, seleccionar un estímulo, ejecutar el experimento etc.

El diagrama de flujo de ésta subrutina es mostrado en la figura D.4 (página siguiente) y el listado en el apéndice C.

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Morris Mano M., *Diseño Digital*
Ed. Prentice Hall, 1987.
- 2.-F. C Robert, F. Driscoll Frederick, *Circuitos Integrados Lineales y Amplificadores Operacionales*
Ed. Prentice Hall
- 3.-C. Fitchen F., D. Motchenbacher C., *Low-Noise Electronic Desing*
Ed. Wiley-Interscience, John Wiley & Sons Inc., New York, 1978.
- 4.-Dr. Cantú F. Hilario, *La Personalidad*
Fac. de Medicina, UNAM, 1986.
- 5.-MOTOROLA, *M68HC11EVBU Universal Evaluation Board User's Manual*
First Edition Copyright 1990 by Motorola Inc.
- 6.-MOTOROLA, *Optoelectronics Device Data*
Motorola Inc., 1988
- 7.-MOTOROLA, *Thyristor Device Data*
Motorola Inc., 1991
- 8.-EXAR, *DataBook*
EXAR Corporation, San José California
- 9.-García G. Hugo G., *Microprocesadores Teoría y Práctica*
Ed. Noriega-Limusa

- 10.-K. H. Warner, *Conducta Operante Investigación y Aplicaciones*
Ed. Trillas
- 11.-O. Whittaker Hames, *Psicología*
Ed. Interamericana, S.A. 1969.
- 12.-José L. Díaz y colaboradores, *Análisis Estructural de la Conducta*
Fac. de Psicología, UNAM

Publicaciones:

- 1.-*Electronics Today International*, March 1979
- 2.-*IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol. 38, #2,
February 1991
- 3.-Ma. Celia Espinoza, Nury Domenech, Yolanda Leyva, *Psicología Experimental Unidad IV*
Fac. de Psicología, UNAM, 1989.
- 4.-López Rodríguez Florente, *Análisis experimental de la Conducta*
Fac. de Psicología, UNAM, 1980.
- 5.-E. Cáceres Luis, *Aprendizaje y Memoria*
Fac. de Psicología, UNAM,
- 6.-Hernández Valverde Gabriel, Ramírez Peredo A. Manuel, *Apuntes de Análisis Experimental de la Conducta, Selecciones de Scientific American*, Cap. 24
Fac. de Psicología, UNAM, 1984
- 7.-C. Santoyo, C. Moran, *Apuntes de Análisis Experimental de la Conducta*

Fac. de Psicología, UNAM, 1986.

8.-G. S. Reynolds, Motivación y Emoción, Unidad VIC, Programa de Reforzamiento

Fac. de Psicología, UNAM, 1990.

9.-Ma. Elena Ortiz, motivación y emoción, Unidad III, Movimiento Forzado

Fac. de Psicología, UNAM, 1987.