

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA DE CALIFORNIA

ESCUELA DE INGENIERÍA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TEMA:

**RADAR ESTÁTICO DE MICROONDAS EN BANDA X PARA EL
ANÁLISIS EN UN CANAL DE OLAS**

DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

TITULACIÓN POR OPCIÓN DE MEMORIAS DEL SERVICIO SOCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA:

LUIS HORACIO FELIX ARREDONDO.

ENSENADA B.C. DICIEMBRE DE 1996.

“RADAR ESTÁTICO DE MICROONDAS EN BANDA X PARA EL ANÁLISIS EN UN CANAL DE GENERACIÓN DE OLAS.


DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS. “

TITULACIÓN POR OPCIÓN DE MEMORIAS DEL SERVICIO SOCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE:


INGENIERO EN ELECTRÓNICA

PRESENTA:


LUIS HORACIO FELIX ARREDONDO.



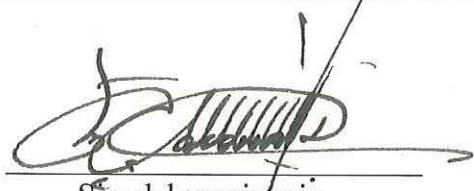
Presidente del jurado.
M.C. Benjamin Ramirez D.



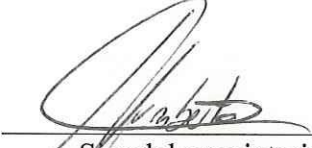
Sinodal propietario
Dr. Francisco Ocampo T.



Sinodal propietario
M.C. Hector Mejía Vasquez.



Sinodal propietario
M.C. Manuel Corona Domínguez.



Sinodal propietario
M.C. Humberto Cervantes A.

RADAR ESTÁTICO DE MICROONDAS EN BANDA X PARA EL ANÁLISIS EN UN CANAL DE GENERACIÓN DE OLAS.

DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

ÍNDICE	PÁGINA
Lista de figuras.	4
Lista de tablas.	5
I INTRODUCCIÓN.	6
II DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA.	
II.1- Introducción.	12
II.2- Objetivo.	12
II.3- Justificación del proyecto.	13
II.4- Esquema general del proyecto.	16
III SISTEMA DE RADAR EN UN CANAL DE GENERACIÓN DE OLAS.	
III.1-Introducción.	19
III.2-Diseño de estructuras para soporte de antenas.	19
III.3-Generacion de microondas mediante el diodo Gunn	20
III.4- Precauciones con la radiación de microondas.	27
III.5-Funcionamiento del sistema de radar en un canal de olas.	29
IV DISEÑO DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.	
IV.1- Introducción.	31
IV.2- Bloques básicos de la tarjeta de adquisición de datos.	32
IV.3- Reforzador de la señales del ducto IBM ISA.	36
IV.4- Decodificador de direcciones.	38

IV.5- Circuitería del convertidor analógico a digital.	42
IV.6- Acondicionamiento de la señal analógica.	45
IV.7- Cristal detector de microondas.	46

V CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

V.1- Diagrama de interconexión de la tarjeta de adquisición de datos utilizando el programa OrCAD.	48
V.2- Técnicas para eliminación de ruido eléctrico	52
V.2.1. Aterrizaje.	52
V.2.2. Capacitores de desacoplo.	53
V.3- Utilización del programa OrCad/PCB para la elaboración del circuito impreso.	56
V.4- Ensamble de la tarjeta de adquisición de datos en el circuito impreso.	67

VI. RESULTADOS OBTENIDOS. 70

VII. CONCLUSIONES. 74

VIII. BIBLIOGRAFÍA. 75

IX. APÉNDICE A (LISTA DE COMPONENTES). 76

X. APÉNDICE B (EQUIPO UTILIZADO). 79

XI. APÉNDICE C (LISTA DE PROGRAMAS UTILIZADOS). 80

XII. APÉNDICE D (LISTA DEL ARCHIVO NETLIST TESIS.NET). 81

XIII. APÉNDICE E (DUCTO IBM-ISA). 91

XIV. APÉNDICE F (CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES).	100
XV. GLOSARIO.	111

LISTA DE FIGURAS

NUMERO DE FIGURA	DESCRIPCIÓN	PAGINA
1.1	Sistema de radar a base de satélite implementado por la JPL.	8
1.2	Reflexión de señales de microondas.	9
2.1	Ológrafo.	15
2.2	Diagrama a Bloque del sistema del radar en banda X.	17
3.1	Estructuras de soporte de antenas.	20
3.2	Grafica de resistencia negativa del diodo Gunn.	22
3.3	Graficas de funcionamiento del diodo Gunn.	23
3.4	Diodo Gunn montado en guía de onda.	24
3.5	Sistema completo TX/RX de un Gunnplexer.	25
3.6	Antena tipo corneta.	26
3.7	Esquema del radar estático montado en el canal de olas.	29
4.1	Sistema de adquisición de datos.	34
4.2	Circuito reforzador de las señales del ducto.	37
4.3	Circuito decodificador de direcciones.	41
4.4	Circuito del convertidor analógico a digital.	44
5.1	Menú principal del programa OrCad/SDT.	49
5.2	Diagrama esquemático general de la tarjeta de adquisición de datos.	51
5.3	Figura de los capacitores de desacoplo.	54
5.4	Menú principal del programa ORCAD/PCB.	57
5.5	Forma en que se carga el archivo TESIS.NET.	58
5.6	El submenú PLACE.	59
5.7	Pasos para la colocación de los módulos.	60
5.8	Pasos para el enrutado automático.	61
5.9	Pasos para crear los archivos de impresión.	62
5.10	Pasos para grabar los archivos de impresión.	63
5.11	Pasos para grabar los archivos de impresión.	64
5.12	Dibujo del circuito impreso lado de componentes.	65
5.13	Dibujo del circuito impreso lado de soldadura.	66
5.14	Dibujo del circuito impreso posición de los componentes.	69
6.1	Experimento No. 2 en el canal de olas.	71
6.2	Experimento No.5 en el canal de olas.	72
6.3	Experimento N. 15 en el canal de olas.	73
13.1	Ducto IBM-ISA.	91

LISTA DE TABLAS.

NUMERO DE TABLA	DESCRIPCIÓN	PAGINA
III.1	Especificaciones del transmisor Gunn.	27
IV.1	Señales de decodificación de la tarjeta de adquisición de datos.	39
XIII.1	Voltajes disponibles en el ducto IBM-ISA.	99
XIV.1	Dirección de los canales del ADC	102
XVI.2	Señales del conector DB25.	104
XIV.3a	Direcciones de los modos de operación del temporizador	106
XIV.3b	Direcciones de los modos de operación del temporizador	107
XIV.4	Formato de la palabra de operación.	107
XIV.4a	Opciones de configuración.	108
XIV.4b	Opciones de configuración.	108
XIV.4c	Opciones de configuración.	109
XVI.4d	Opciones de configuración.	110

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se describe el desarrollo de una tarjeta de adquisición de datos, que forma la parte digital del sistema de un radar estático de microondas montado en un canal de generación de olas para observar el comportamiento promedio de las olas generadas mecánicamente en la superficie del agua del canal, el cual es una parte complemento de otro radar de mayores dimensiones para el estudio del comportamiento del mar[1]. Dicho proyecto tiene aplicación en el área de la oceanología, ya que es un medio remoto de medición del comportamiento promedio de la superficie del mar, tiene grandes ventajas sobre otros sistemas utilizados para el mismo propósito, como es el de sensores de presión que se instalan en el fondo del mar.

Durante la década de los 80's se realizaron con éxito varios estudios de la dinámica de las olas pequeñas y sus interacciones con las mayores[2], se utilizó un radar coherente de microondas con frecuencias de 1.5 a 35 GHz, enfocado hacia el agua ha sido utilizado con gran éxito por el laboratorio naval de los Estados Unidos de América, para el estudio de la dinámica (e.g. generación, influencia del viento, crecimiento temporal, balance de energía y forzamiento) de olas pequeñas formadas por vientos capilares gravitatorios y sus interacciones con las olas gravitatorias más grandes en un tanque de olas. En últimas

fechas se han realizado mediciones en el campo para investigar el comportamiento de olas en el océano, y en el presente el sistema se está utilizando para naves aéreas y operación de satélite para la medición de olas en el mar y de la dirección del viento, este último proyecto es desarrollado por la NASA en el Laboratorio de Propulsión a Chorro (JPL)[3], la misión inició en febrero de 1996. Estas mediciones del viento sobre los océanos hechas por el radar serán usadas por la JPL para la investigación sobre el clima, con esto los científicos tendrán una herramienta más para la comprensión del ciclo del océano y las interacciones entre aire y mar en el ecosistema global.

La figura 1.1 muestra un esquema general del sistema a implementar.

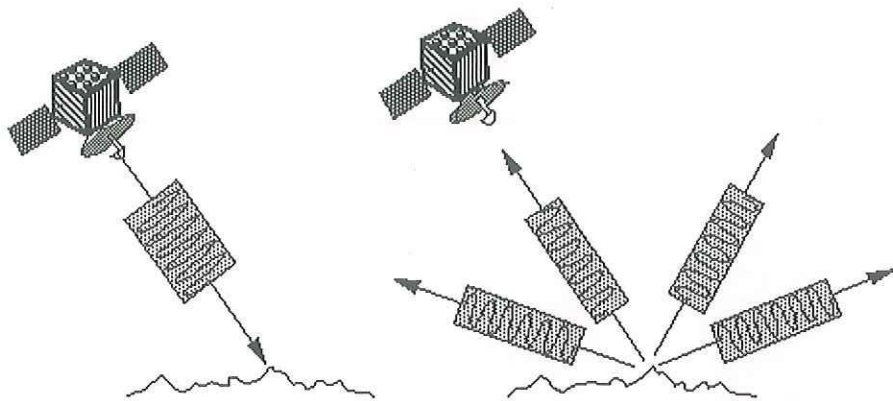


Figura 1.1 primero muestra el comportamiento de la señal de microondas al ser emitida desde el satélite, posteriormente reflejada por la superficie del mar.

Al radiar la zona a medir, las microondas se reflejan por parte de la superficie del mar en todas direcciones. Una parte de la energía se refleja en la dirección del radar, y es detectada. A partir de esto es posible determinar alguna característica de la superficie iluminada por la microonda.

La reflexión de las ondas de microondas en la superficie del mar es determinada por la rugosidad de la superficie. El factor que determina la rugosidad de la superficie del mar, es el viento local.

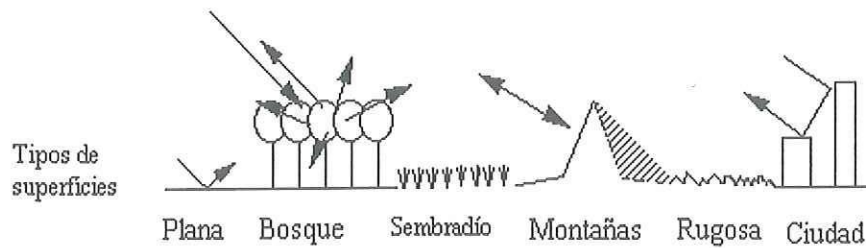


Figura 1.2 muestra diferentes formas de reflexión de señales de microondas dependiendo de la superficie donde está incidiendo la señal.

En el experimento con el radar en banda C (3.650GHz)[1], se usa polarización vertical, para investigar el proceso sobre la dinámica de las olas en la superficie del mar y por supuesto entender mejor los procesos de interacción entre la microonda y la ola.

Lo anterior también puede ser de gran importancia cuando se necesite tener una estadística del comportamiento de las olas del mar antes de desarrollar algún tipo de infraestructura marítima, ya que de ello depende las características de su construcción.

Un radar coherente es un sistema que no hace contacto de manera mecánica con la superficie a medir. En contraste, un radar no coherente solo retiene la amplitud de la señal de regreso (la fase de la señal se pierde en el proceso). En este trabajo se utilizó un radar no coherente.

Se puede encontrar el promedio del periodo del oleaje con la información que se obtiene por la modulación de la amplitud hecha por los cambios de amplitud y frecuencia de las olas en la superficie del océano.

Este trabajo, consiste en el diseño y construcción en un circuito impreso de una tarjeta de adquisición de datos y un programa de computadora[1], con los cuales será posible adquirir, procesar, graficar y almacenar la información proveniente del receptor del radar; ésto con el fin de que oceanólogos especializados puedan procesar la información con software mas especializado obtener una interpretación del comportamiento promedio de la superficie del mar.

La mayor parte de las actividades se desarrollaron en las instalaciones del CICESE. El proyecto está financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y está registrado con el nombre “ *Las ondas Superficiales generadas por el viento en la interfase oceano-atmósfera,*” con numero de registro 3993-T9402.

El siguiente trabajo está organizado de la siguiente manera:

En el capítulo II se describe de manera detallada el sistema general del radar, sus componentes y funciones.

El capítulo III describe el funcionamiento del sistema de generación de microondas del radar estático en banda x montado en un canal de generación de olas, las estructuras de soporte de antenas, así como algunas precauciones con el manejo de señales de alta frecuencia.

El capítulo IV se basa en el diseño de la tarjeta de adquisición de datos y en la interfase entre la computadora personal y la tarjeta. Se muestra los bloque funcionales del sistema de adquisición de datos.

El capítulo V Describe el diseño y la construcción del diagrama esquemático y el circuito impreso de la tarjeta de adquisición de datos utilizando el programa OrCad/SDT y OrCad/PCB.

El Capítulo VI describe los resultados obtenidos en los experimentos realizados en el canal de olas, ubicado en la Facultad de Ciencias Marinas de la U.A.B.C

CAPÍTULO II.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.

II.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describe, el objetivo del proyecto, el sistema completo del radar estático de microondas con todas las partes que lo componen, y se describe el funcionamiento básico del radar.

II.2. OBJETIVO

El objetivo en general del proyecto es la medición y el registro del comportamiento promedio de la superficie del agua en el canal de generación de olas por medio de un radar estático de microondas.

Para registrar estas mediciones se diseñó una tarjeta de adquisición de datos y un programa para una computadora personal que controla la tarjeta y almacena, gráfica e imprime los datos adquiridos.

Por otra parte, aquí no será necesario cubrir todas las consecuencias dinámicas importantes del rompimiento de las olas en el océano, basta indicar que el rompimiento de las olas es un proceso de la parte alta del océano que transfiere momento de las olas a las corrientes de superficie y que juegan un papel muy importante en el equilibrio del espectro de olas en el océano, por tal motivo se eligió el uso de microondas para medir este fenómeno.

II.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

En este trabajo se utiliza un radar coherente ya que estudios teóricos y experimentales con instrumentos oceanográficos convencionales (e.g. boyas con sensores de presión) no son tan determinativos para el caso en el que se está trabajando. Además que el sistema de medición con sensores de presión presenta varios inconvenientes tales como el de depositar el sistema en el fondo del mar, y esto involucra la participación de varias personas, una embarcación, equipo de buceo, además que se debe de tener especial atención en la manera de sujeción y de marcar bien el lugar donde se instalará el sistema, de lo contrario la misma corriente marina lo arrastraría y así se podría perder en el océano.

En la figura 2.1 se muestra un Ológrafo que presenta las características antes mencionadas. Otro problema es el límite de muestras que pueden adquirir, el sensor solo

puede estar unos días bajo el agua tomando muestras ya que la memoria donde graba los datos se llena rápidamente; una vez llenada la memoria de datos, se tiene que sacar del sistema de medición de sensor de presión y llevarlo hasta una computadora para vaciar los datos obtenidos. Por otra parte con el sensor remoto es muy fácil hacer mediciones, solo hay que encender el equipo de transmisión y el de recepción del radar, tener una computadora con nuestra tarjeta de adquisición de datos y correr el programa de control de la tarjeta; y como en la actualidad se tiene grandes dispositivos de almacenamiento, se puede estar adquiriendo datos por bastante tiempo, en cualquier tipo de clima, a cualquier hora.

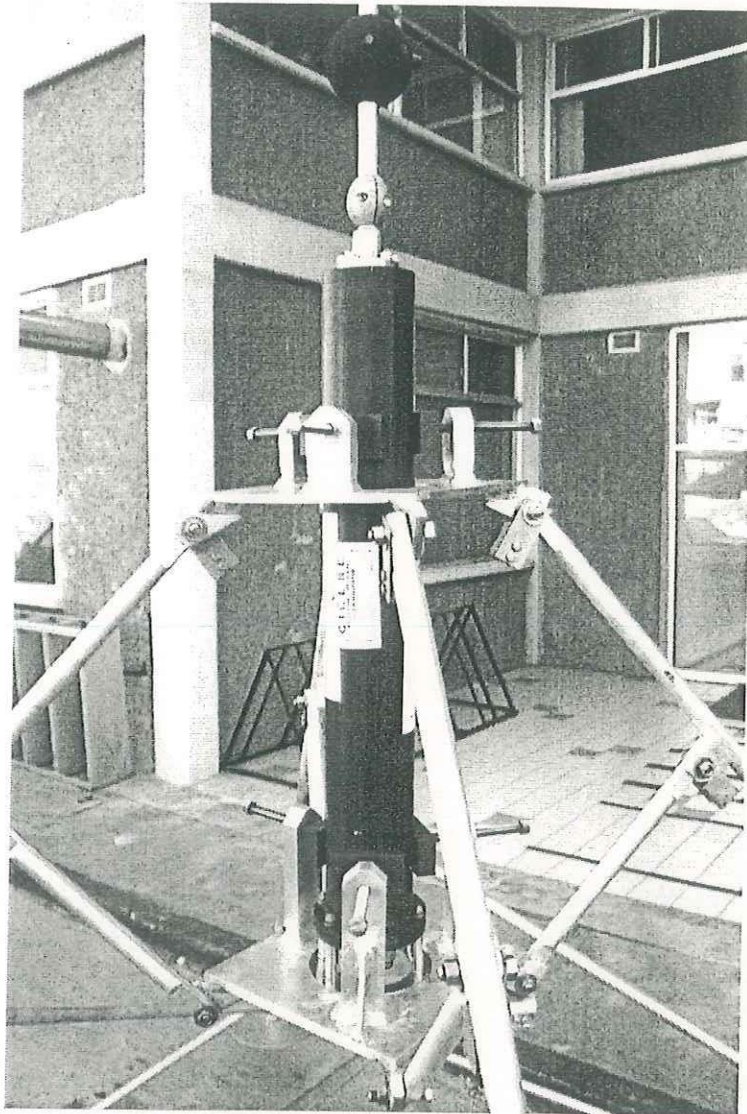


Figura 2.1 Ológrafo

Se decidió diseñar y construir una tarjeta de adquisición de datos que cumpliera los requerimientos necesarios para la captura de los datos provenientes del radar coherente de microondas. No se compró una tarjeta de adquisición de datos porque se necesitaba una

etapa de alta amplificación para acondicionar la señal proveniente del receptor del radar, dicha señal es del orden de los milivolts, además que la construcción de la tarjeta fue un método más económico.

En este trabajo se utiliza un radar de microondas en banda X (8 a 12 GHz), utilizando una frecuencia de 10 GHz, ésto debido a que para esa frecuencia se contaba con un dispositivo transmisor en base a un diodo Gunn con dicha frecuencia de operación, además de que por su tamaño se adaptaba perfectamente al radar montado en el canal de generación de olas.

II.4. ESQUEMA GENERAL DEL PROYECTO.

Con el propósito de tener un complemento didáctico del comportamiento del mar, se decidió construir un pequeño radar, el cual montado en un canal de generación de olas, podría hacer observaciones de olas bajo condiciones ambientales controladas con lo cual se podrá tener una comparación de datos obtenidos del mar.

Uno de los primeros pasos fue construir las estructuras de soporte de antenas, ya que éstas deberían de tener movimientos verticales, con el fin de variar el ángulo con respecto a la vertical, y así tener diferentes ángulos de exploración.

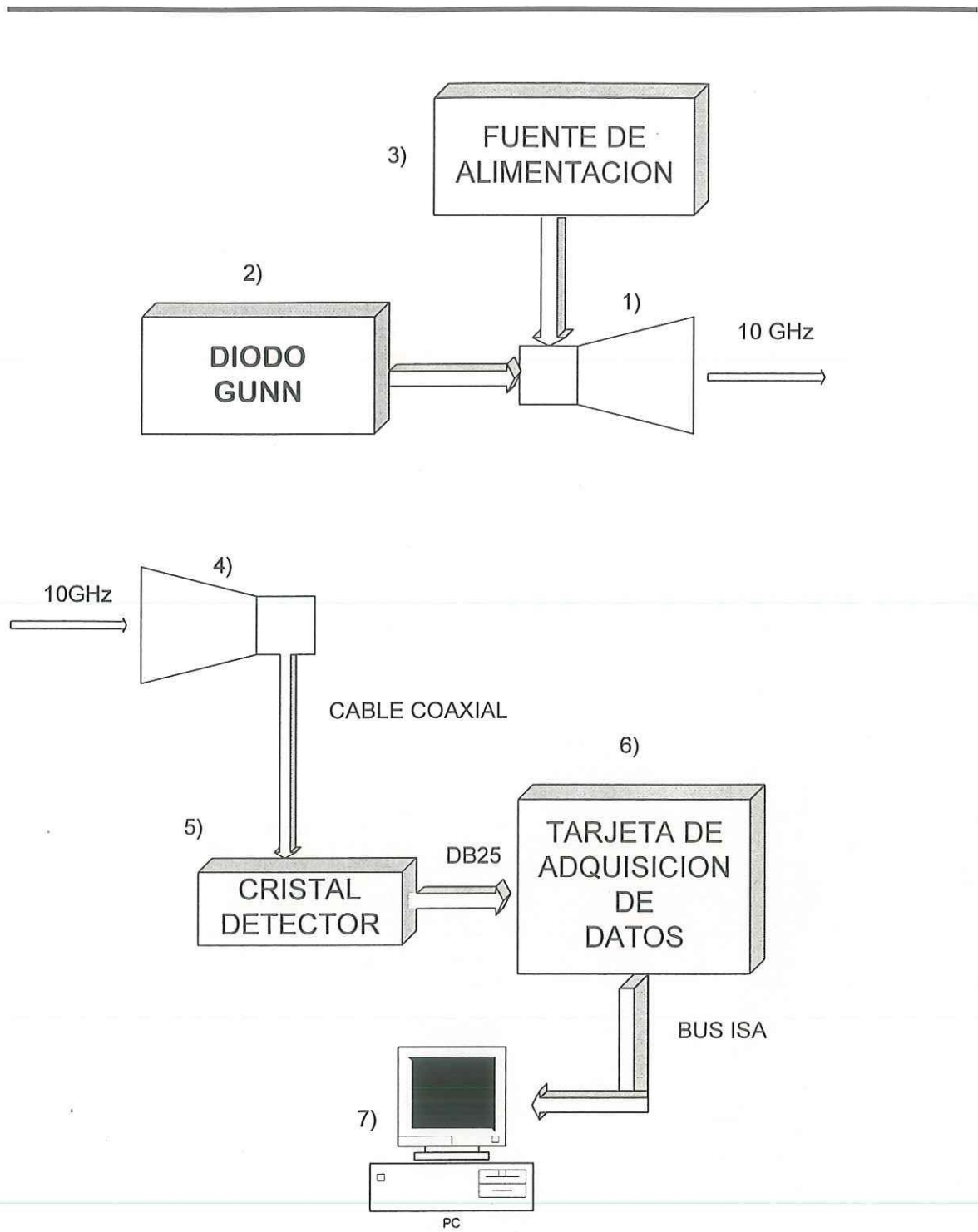


Figura 2.2 Diagrama a bloques del radar en banda X.

En la figura 2.2 muestra un dibujo del esquema general del radar estático de microondas.

En donde:

- 1.- Es una antena tipo corneta que trasmite la señal de microondas hacia el agua.
- 2.- Es el diodo Gunn encargado en la generación de microondas a una frecuencia de 10 GHz.
- 3.- Es una fuente de voltaje de 10 Volts, independiente a la de la computadora.
- 4.- Es una antena tipo corneta, encargada de recibir la señal reflejada del agua.
- 5.- Es un cristal detector de microondas, encargado de bajar la frecuencia de microondas a señales de baja frecuencia.
- 6.- Tarjeta de adquisición de datos.
- 7.- Computadora personal donde se procesan, almacenan y despliegan los resultados.

CAPÍTULO III.

III.1-INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describe la parte complemento didáctico del radar estático de microondas para observar la superficie del mar[1], se trata de una maqueta educativa que en este caso trabaja en banda X (10GHz), montado en un canal de generación de olas, podrá simular el comportamiento de algunos fenómenos del océano, y mediante este proyecto poder medir y estudiar estos fenómenos. En este capítulo se describe el diseño de las estructuras que soportan a las antenas tipo corneta tanto de transmisión como de recepción, el método que se empleó para la transmisión y recepción de microondas, además de la forma en que se montó el equipo en el canal.

III.2. DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE SOPORTE DE ANTENAS.

Con el propósito de sujetar las antenas de transmisión y recepción se diseñaron las estructuras que se muestran en la figura 3.1. las cuales además de sujetar las antenas tienen la capacidad de variar el ángulo de incidencia del haz de microondas sobre el agua, para así tener varios ángulos de estudio del fenómeno.

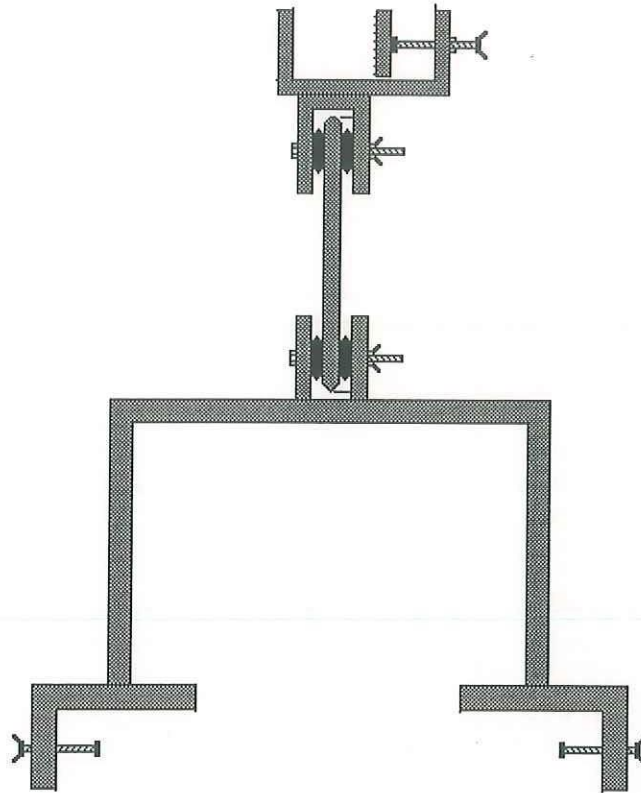


Figura 3.1 estructura de soporte de las antenas.

III.3. GENERACIÓN DE MICROONDAS MEDIANTE EL DIODO GUNN.

Para entender el funcionamiento del diodo GUNN primero se hará una breve introducción sobre el funcionamiento básico del dispositivo.

El diodo Gunn consiste en un trozo de material tipo N de Arsenuro de Galio(GaAs), a diferencia de muchos otros materiales, los electrones en el Arsenuro de Galio (GaAs)

pueden estar en una de dos bandas de conducción, una con muy alta velocidad de electrones en comparación con la otra.

Si se aplica un voltaje entre las terminales de un trozo de material de (GaAs), y lo incrementamos gradualmente, entonces los electrones en el material serán esparcidos a la banda de conducción de baja velocidad, ésto se muestra gráficamente en la figura 3.2. Esta figura muestra como a bajo del punto de umbral la corriente en el material es proporcional al voltaje aplicado, así el comportamiento sería el de un simple resistor, Como el voltaje es incrementado sobre el voltaje de umbral, suficientes electrones son desplazados de la banda de alta velocidad, el resultado es que la velocidad de los electrones comienza a descender. Ya que la corriente en el material es proporcional a la velocidad del electrón, lo que indica que se tendrá un comportamiento de resistencia negativa, es decir se decrementará la corriente con el aumento del voltaje. Como el voltaje es incrementado una vez más pasando la región de resistencia negativa, La corriente fluye de nuevo incrementándose con el voltaje aplicado, y de nuevo se presenta lo explicado anteriormente figura 3.2.

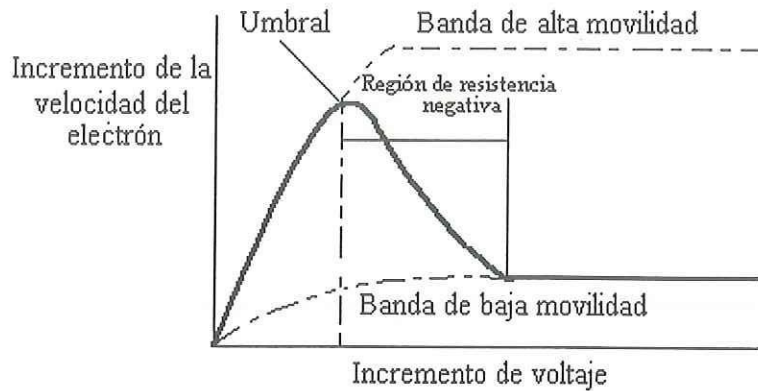


Figura 3.2 Gráfica de comportamiento del diodo Gunn.

A este tipo de osciladores se les conoce como osciladores de transferencia de electrones (TEO). El comportamiento es basado en la transferencia de electrones de una banda de conducción a otra. Como muestra la figura 3.2 cuando el voltaje aplicado está por debajo del voltaje de umbral el comportamiento del material es el de un simple resistor, en esas condiciones el campo eléctrico interno es constante en el material lo cual se muestra en la figura 3.3A. Si se aumenta el voltaje por arriba del voltaje de umbral, los electrones en el cátodo, entrarán con gran velocidad, esto ocasionará un alto campo magnético en el cátodo, esto se puede apreciar en la figura 3.3B, hay una alta acumulación de electrones en el cátodo y una ausencia de electrones en el ánodo. El campo eléctrico en del resto del material empieza a caer a un valor a bajo del umbral, el alto campo dominante cruza rápidamente la pastilla de GaAs figura 3.3C y 3.3D. Cuando el campo dominante alcanza al ánodo figura 3.3E, la fuente de polarización de nuevo causa que se forme un nuevo campo dominante en el cátodo, y así la salida será una serie de impulsos de corriente con

un periodo igual al tiempo de transito en la pastilla figura 3.3F. La velocidad del campo dominante en de la pastilla es cerca de 10^7 cm por segundo, así la pastilla debe ser aproximadamente de 10 micras de espesor para la operación a 10GHz.

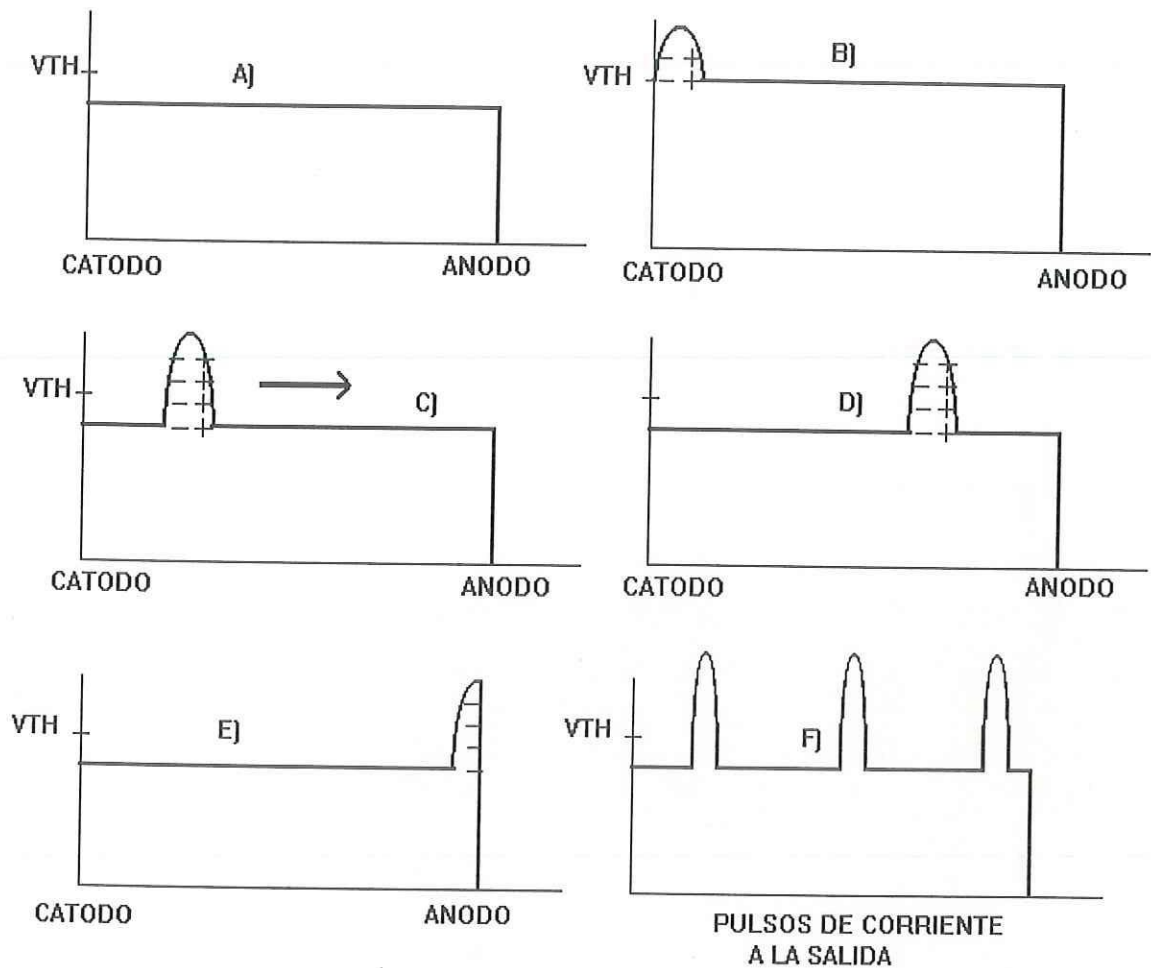


Figura 3.3 Gráficas del comportamiento de un diodo Gunn.

OSCILADOR GUNN.

En este trabajo se utilizó un diodo Gunn para la generación de microondas, el cual está montado en una cavidad resonante de guía de onda rectangular como se muestra en la figura 3.4, en este circuito la energía de microondas es acoplada dentro de la cavidad, montado en un soporte entre la estrechas dimensiones de la guía de onda, esta cavidad tiene una placa con un orificio conocida como IRIS, la cual sirve para optimizar una máxima transferencia de potencia hacia la guía de onda y aislar los cambios en la impedancia del diodo y la carga.

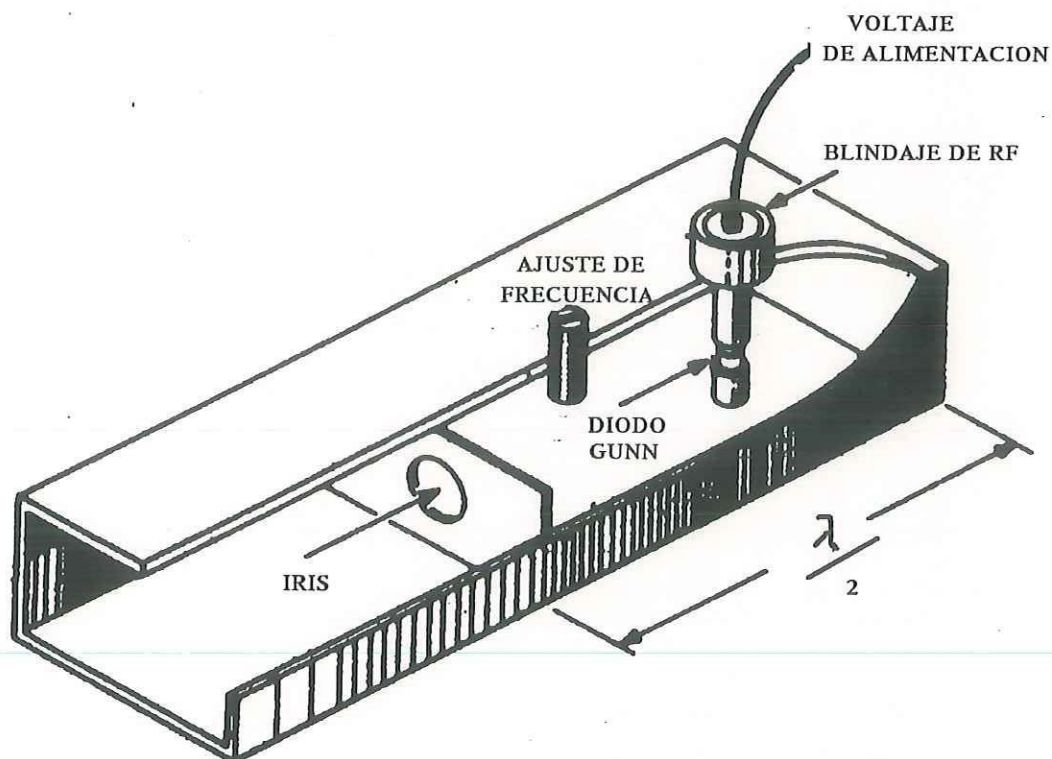


Figura 3.4 Diodo Gunn montado en guía de onda.

El diodo está totalmente desacoplado de la fuente de polarización para evitar cualquier resonancia en la fuente de polarización. El sistema cuenta además con una perilla de material dieléctrico con la cual se puede variar la frecuencia de salida, así como de un diodo Schottky de bajo ruido el cual funciona como un diodo mezclador lo que hace a este sistema un tranceptor (transmisor receptor), con un método de ajuste de frecuencia mediante un diodo Varactor, y un trozo de circulador de ferrita lo que aísla al transmisor y al receptor como se muestra en la figura 3.5.

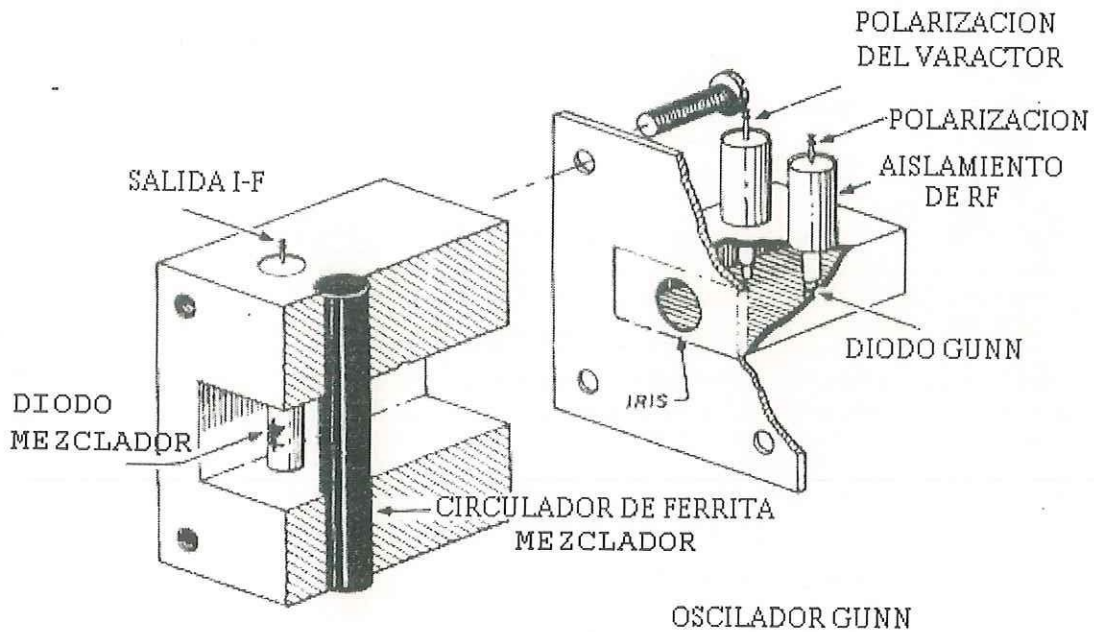


Figura 3.5 Sistema completo Tx/Rx de un Gunnplexer.

Cabe señalar que en este trabajo solo se utiliza la etapa de transmisión del Gunnplexer, ya que el receptor se encuentra separado del transmisor, es decir se utiliza otra antena donde está montado un cristal detector. A las cavidades donde están montados todos estos dispositivos está atornillada una antena tipo corneta la cual provee una ganancia de 17dB, ésta puede apreciarse en la figura 3.6.

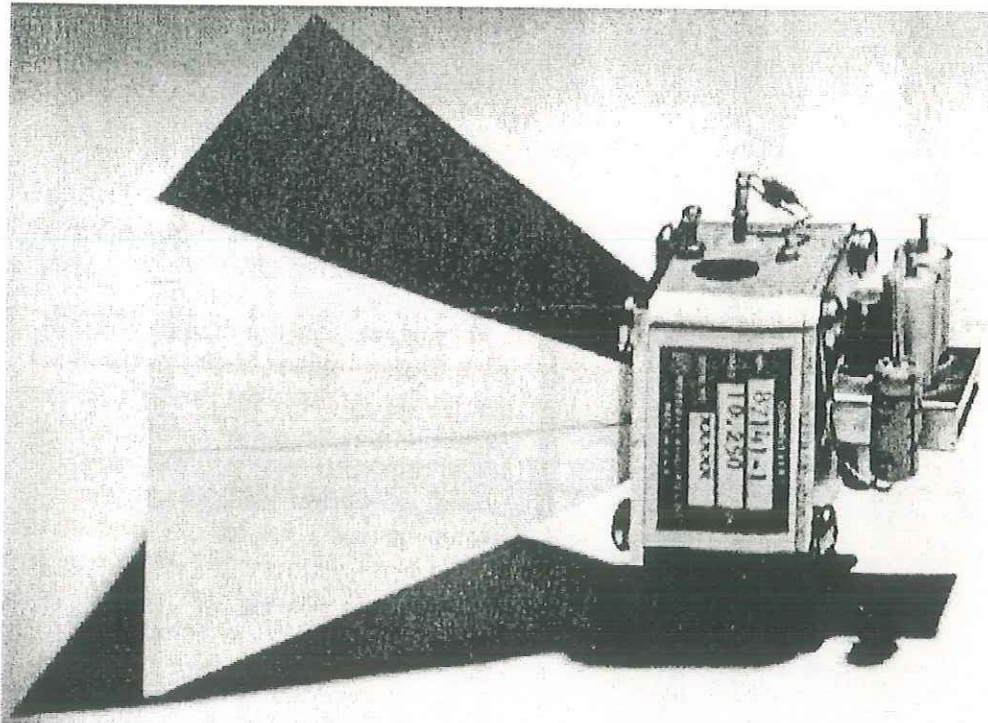


Figura 3.6 Antena tipo corneta

Las especificaciones del sistema de transmisión se muestran en la siguiente tabla.

Frecuencia central de RF	10.250GHz
Potencia de salida de RF	20mW
Cambio de frecuencia mecánico	+ /- 100MHz
Cambio de frecuencia electrónico	60 MHz mínimo
Estabilidad en la frecuencia	-350KHz /°C.
Potencia de salida contra temperatura	6dB máximo
Figura de ruido	12dB máximo.
Voltaje del diodo Gunn	+ 10Vdc típico.
Corriente del diodo Gunn	500mA máximo.
Voltaje de entonación	+1 a +20Vdc.
Temperatura de operación	- 30 a + 70 °C

Tabla III.1 Especificaciones del transmisor Gunn.

III.4. PRECAUCIONES CON LA RADIACIÓN DE MICROONDAS.

Debido a la relación que tienen las microondas con la elaboración de alimentos, se cree que son muy peligrosas, esto es verdad debido a la corta longitud de onda que presentan, son fácilmente absorbidas por el cuerpo humano, compáralas con las bandas VHF o HF. Un horno de microondas doméstico opera a una frecuencia de 2.45GHz, donde la energía es fácilmente absorbida por el agua de los alimentos, y así la comida, la cual tiene un alto contenido de agua puede ser calentada con gran facilidad. Arriba de 2GHz, el límite de

seguridad recomendado es de $5\text{mW}/\text{cm}^2$, en la práctica, observando directamente en frente de la abertura de una guía de onda ó el punto de retroalimentación de una antena tipo de disco o elementos de una antena “yagi” es más probable que el punto límite de seguridad pueda exceder. Como ejemplo 1W a 10GHz , con una sección transversal de 2cm^2 , la densidad de potencia es de aproximadamente $500\text{mW}/\text{cm}^2$, cien veces el límite de seguridad. Por otra parte si alimentamos 1W dentro de una antena de disco de 15 pulgadas de diámetro, y el disco de la antena tiene una sección transversal de 1000cm^2 , esto reduce la densidad de potencia en frente del disco a tan solo $1\text{mW}/\text{cm}^2$, ahora $1/5$ del límite de seguridad.

En este trabajo se usa una potencia de transmisión de 20mW este valor no es considerado como de alta potencia de RF, en este sistema el haz es concentrado en una abertura de la guía de onda, así la densidad de potencia es calculada de aproximadamente $6.2\text{mW}/\text{cm}^2$, ésto es considerado sobre el límite de seguridad de $5\text{mW}/\text{cm}^2$. Afortunadamente, la densidad de potencia de RF llena los niveles de seguridad con una distancia aproximada de 2 metros, pero recuerde que sus ojos son muy susceptibles a daños de radiaciones de RF a estas frecuencias, por lo anterior nunca observe por la abertura de la guía de onda directamente cuando el sistema esté en operación.

III.5. FUNCIONAMIENTO GENERAL DEL RADAR EN EL CANAL DE OLAS.

Como se ha mencionado anteriormente, en este trabajo se utilizó un canal de generación de olas, el cual consta de un motor eléctrico, dicho motor tiene unido a su eje de rotación un brazo mecánico con el cual mueve una pala, que a su vez empuja el agua hacia enfrente, con un ajuste de revoluciones para que se tenga la característica de la superficie del agua del canal apropiada al caso que se desee analizar, esto se puede apreciar en la figura 3.7.

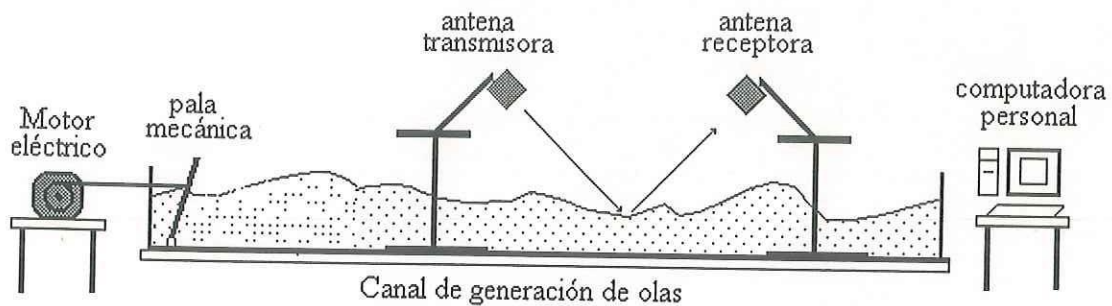


Figura 3.7 esquema general del radar estático de microondas montado en un canal de generación de olas.

Como se observa en la figura 3.7, en el canal, se montó una antena transmisora de microondas con la cual se radía microondas sobre la superficie del agua del canal donde se desee hacer alguna medición del comportamiento del agua, la antena transmite la señal, se refleja en el agua, y una parte de la señal reflejada toma la dirección de la antena receptora, lográndose la detección de la señal de información, dicha señal se pasa a través de un cristal detector de microondas, para bajar la frecuencia de la señal, y así poder procesarla con la tarjeta de adquisición de datos montada dentro de la computadora personal, para su posterior análisis.

CAPÍTULO IV.

DISEÑO DE UNA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

IV.1 INTRODUCCIÓN.

En este capítulo se describe cada una de las partes que forman la tarjeta de adquisición de datos de 8 bits y 8 canales, incluyendo sus características y especificaciones y se muestra un diagrama a bloques del sistema de adquisición.

Se decidió diseñar una tarjeta de adquisición de datos que cumpliera con las especificaciones necesarias para poder registrar la señal recibida a través del cristal detector de microondas que se encuentra en la antena receptora. Se optó por usar el método de almacenamiento de los datos capturados fuera por medio de discos magnéticos de computadora personal, esto debido a que en la actualidad los disco duros de computadora tienen una gran capacidad de almacenamiento.

Aunque existen otros métodos de almacenamiento utilizados, como el de cintas magnéticas que graban la información en forma analógica o digital, se decidió utilizar una tarjeta de adquisición de datos insertada en el ducto de una computadora personal, ya que

en la computadora tenemos capacidad de almacenamiento, procesamiento y visualización de la información, además de tener diversos medios de salida de la información como el de la impresora, monitor y poder transmitir los datos a otras computadoras ya sea por módem, o por redes locales de datos.

IV.2 BLOQUES BÁSICOS DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

El diagrama del sistema de adquisición de datos se muestra en la figura 4.1.

DIAGRAMA A BLOQUES DE LA TARJETA DE ADQUISICION DE DATOS

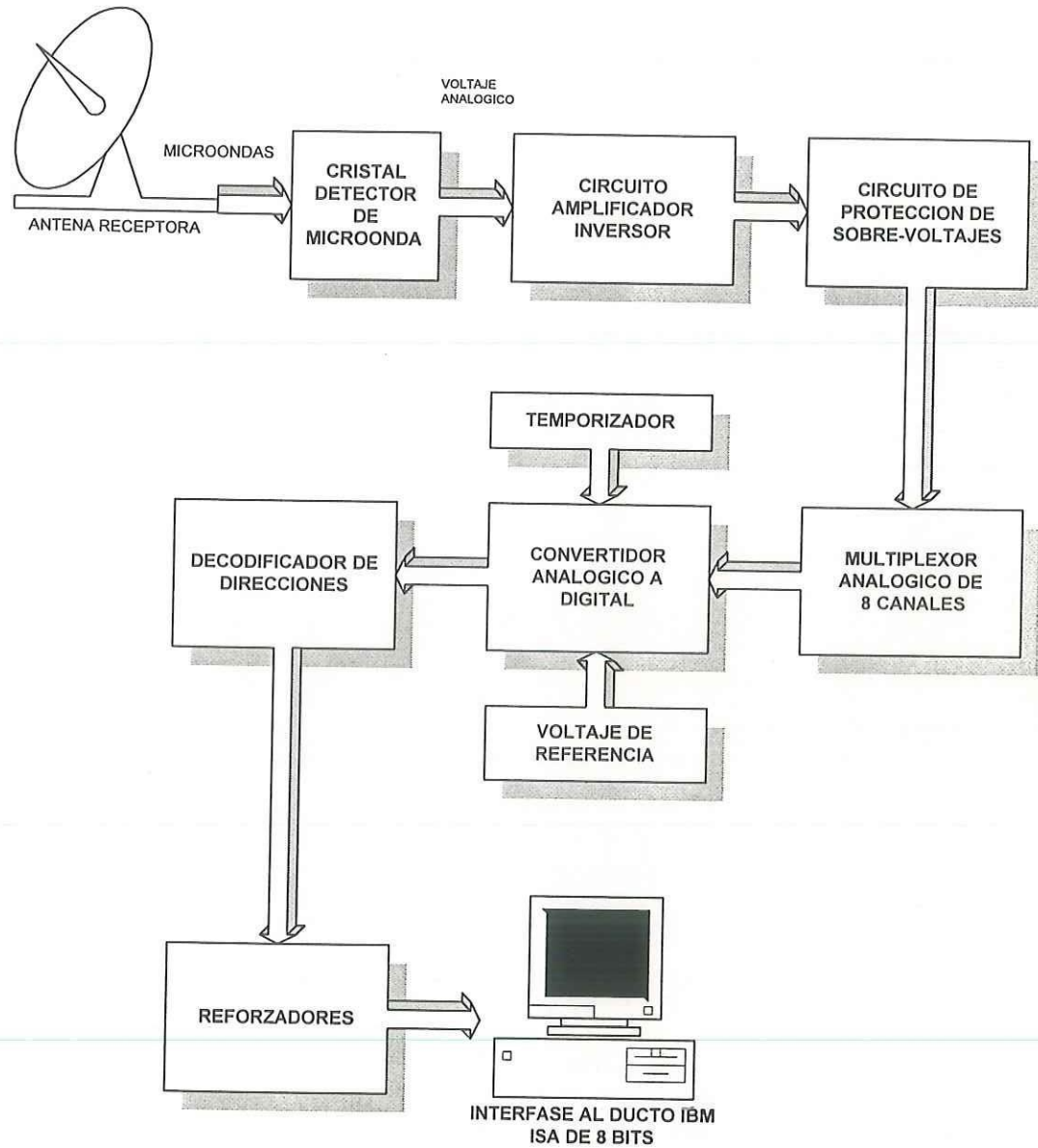


Figura 4.1 sistema de adquisición de datos

A continuación se describe cada una de las etapas del diagrama.

El circuito amplificador inversor acondiciona la señal analógica proveniente del cristal detector de microondas. Ésto es porque el voltaje de la señal es muy pequeño (del orden de los milivolts) y se tiene que amplificarla para estar dentro del intervalo de operación del convertidor analógico a digital, el cual es de 0 a 5 volts.

El circuito de protección es el encargado de limitar el voltaje de salida del amplificador inversor, para que el voltaje no exceda a mas de 5 volts.

El multiplexor analógico se utiliza para poder adquirir varias señales analógicas, en este caso se pueden adquirir 8 canales. El multiplexor analógico viene incluido en el convertidor analógico a digital.

El convertidor analógico a digital, convierte una señal analógica a códigos binarios digitales de 8 bits.

El bloque de temporizador sirve como base de tiempo para el reloj del convertidor analógico a digital, éste es de una frecuencia de 500 KHz. Además sirve para dar una base

de tiempo para generar interrupciones y así obtener una frecuencia exacta de muestreo en el proceso de adquisición de datos. Estas bases de tiempo son configuradas por software.

El bloque de voltaje de referencia, nos da un voltaje exacto de 5.0volts el cual es tomado como referencia por el convertidor analógico a digital.

La circuitería de decodificación de direcciones activa la circuitería de la tarjeta cuando se utilizan las direcciones de los puertos de entrada-salida en las direcciones 300h a 31Fh.

Los reforzadores, se utilizan para reforzar las señales utilizadas provenientes del ducto IBM, ésto con el fin de tener los niveles de voltajes correctos y la suficiente corriente para activar otros dispositivos.

Finalmente se encuentra el ducto IBM ISA de 8 bits en el cual se insertara la tarjeta de adquisición de datos.

IV.3 REFORZADOR DE LAS SEÑALES DEL DUCTO IBM.

Para utilizar las señales de datos, direcciones y de control de una computadora, se deben reforzar. para que los niveles de voltaje sean iguales en todas las ranuras (slots), y así se pueda realizar la transmisión y recepción de las señales con los niveles de voltaje apropiados en los que una computadora pueda trabajar apropiadamente, la figura 4.2 muestra el circuito reforzador de las señales del ducto. Para realizar ésto se hace uso de los siguientes circuitos integrados:

U1: El circuito integrado 74LS245 es un transeptor (transmisor - receptor) bidireccional de 8 bits. Este tiene tres estados de operación (1 lógico, 0 lógico y alta impedancia). Permite el flujo de datos desde el ducto de la computadora hacia la circuitería de la tarjeta o permite el flujo de datos de la circuitería de la tarjeta hacia el ducto de la computadora. El flujo de direcciones de datos esta determinado por la pata DIR del integrado.

U2 y U3: Aquí se utilizaron dos circuitos integrados 74LS244, este circuito es un reforzador y manejador de ducto de 8 bits de tres estados.

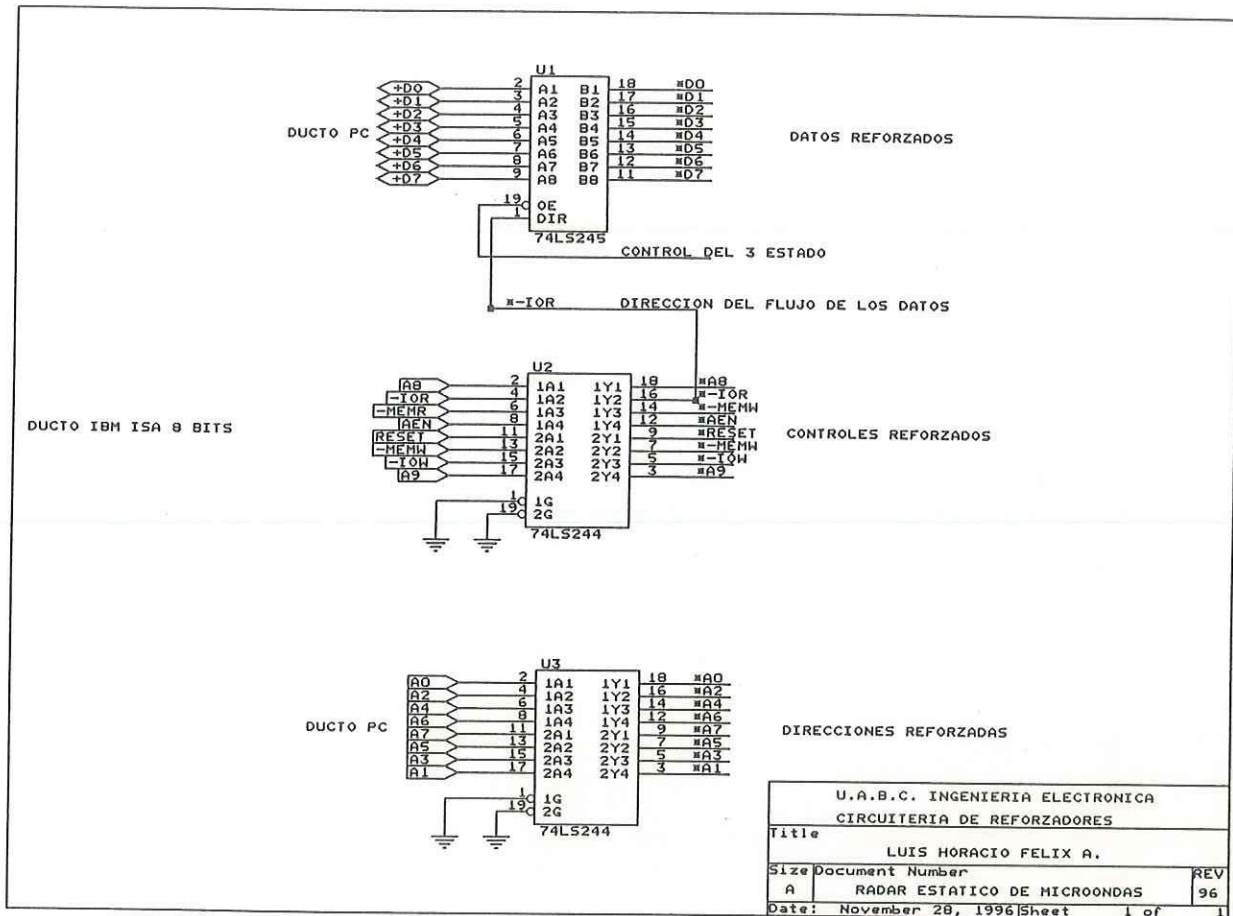


Figura 4.2. Circuito reforzador de las señales del ducto.

IV.4 CIRCUITO DECODIFICADOR DE DIRECCIONES.

Este circuito se utiliza para decodificar las direcciones con las que se activan los circuitos de la tarjeta, el intervalo de direcciones de la tarjeta está desde la dirección 300 hasta la dirección 31F en sistema numérico hexadecimal o bien de la dirección 768 hasta la 799 en decimal. Este circuito se muestra en la figura 4.3.

Los circuitos integrados utilizados son:

U6: Este circuito integrado 74LS85, comparador lógico de 4 bits.

U7: Circuito integrado 74LS138, decodificador demultiplexor de 3 líneas a 8 líneas. Ésto es, con 3 líneas de control se selecciona cual de las 8 líneas posibles se van a utilizar. Se utiliza para decodificar las direcciones, y así activar los circuitos de la tarjeta cuando se escribe o se lee en las direcciones de 300h hasta 31Fh.

U10: Circuito integrado TTL 74LS00, compuertas NAND.

U11: Circuito integrado TTL 74LS02, compuertas NOR.

U12: Circuito integrado TTL 74LS08, compuertas AND de 2 entradas.

La tabla V1.1 muestra en un ciclo de escritura que está pasando con las principales señales necesarias en la selección de algún dispositivo.

AEN	IOR	IOW	DIR.	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	CS1	CS2	CS3
0	1	0	2FF	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	300	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	301	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	302	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	303	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	1	0	304	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	305	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	306	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	307	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	308	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1
0	1	0	309	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	30A	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	30B	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	1	0	30C	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0
0	1	0	30D	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0

Tabla IV.1 Señales de decodificación de la tarjeta de adquisición de datos.

De la tabla VI.1. se encontraron las siguientes ecuaciones boolealas:

$$CS1 = (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(A3)(*A2) + (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(*A3).$$

$$CS2 = (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(*A3) + (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(A3)(A2).$$

$$CS3 = (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(*A2) + (*AEN)(IOR)(*IOW)(A9)(A8)(*A7)(*A6)(*A5)(*A4)(*A3)(*A2).$$

Donde:

CS1: corresponde al circuito integrado U8, convertidor analógico a digital.

CS2: corresponde al circuito integrado U5, circuito temporizador.

CS3: corresponde al circuito integrado U13, amplificador operacional con ganancia programable.

Como se puede observar de las ecuaciones booleanas, si se desarrolla la lógica digital con solo compuertas lógicas individuales, se tendrían que utilizar bastantes, por tal razón se optó por utilizar circuitos integrados tales como el decodificador U7, y el circuito integrado U6, que es un comparador lógico de 4 bits, con lo que se simplificó mucho la circuitería de decodificación.

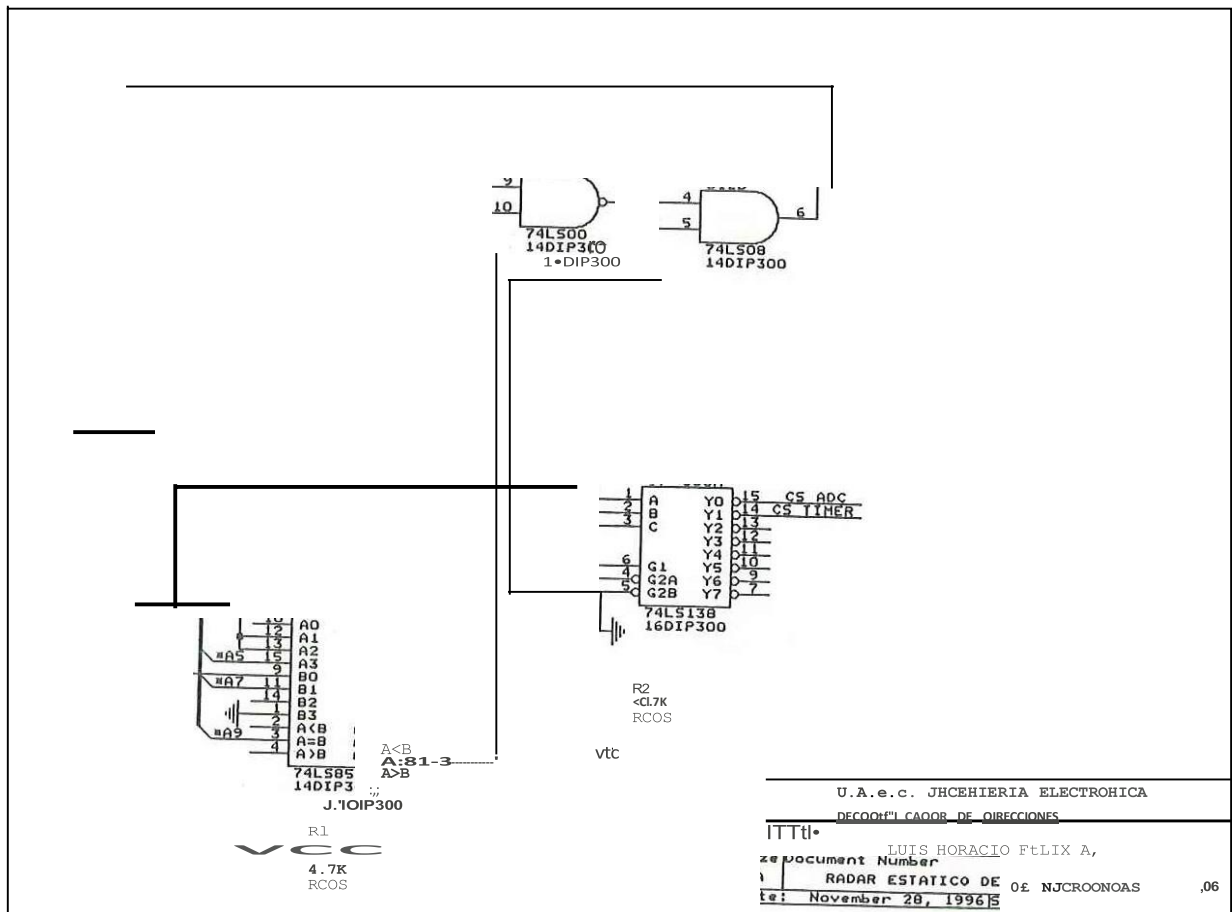


Figura 4.3 Circuito decodificador de direcciones

IV.5. CIRCUITERÍA DEL CONVERTIDOR ANALÓGICO A DIGITAL.

Con el propósito de convertir los datos analógicos, provenientes del circuito detector de microondas, en datos digitales para poder comunicarnos con la computadora y así poder almacenar y procesar la información, se utiliza un convertidor analógico a digital de 8 bits. La computadora ve al convertidor analógico a digital simplemente como a otro puerto o dispositivo de entrada - salida (I/O port).

Las características de este convertidor analógico a digital se describen en el apéndice F (Características y especificaciones).

La figura 4.4 muestra la circuitería del convertidor analógico a digital.

Para poner en funcionamiento el convertidor analógico a digital es necesario escribir, en la dirección asignada al convertidor por el circuito de decodificación de direcciones (ver tabla XIV.1), según en la direcciones que escribamos, es el canal que se activa.

Esto va hacer que en la salida de la compuerta NOR (U11B) exista en 1 lógico el cual va a activar el inicio de una conversión analógica a digital. El canal activado será el que

este en las patas A0,A1,A2 del ADC. Al finalizar la conversión, el ADC se indicará con la pata EOC (End Of Conversions- fin de conversión).

Para obtener el dato convertido se lee en la dirección del ADC. Esto hace que en la salida de la compuerta NOR (U11A) exista un 1 lógico el cual activa la pata OE (Output Enable) del convertidor analógico a digital y así podremos leer los datos D0 hasta D7 los cuales contienen el valor convertido a digital.

Para activar los 8 canales del convertidor se utilizaron 2 líneas del decodificador (U7). La primera línea (ADC1) sirve para activar los primeros 4 canales del convertidor, la segunda línea (ADC2) activa los últimos 4 canales. La compuerta AND (U12C) sirve para unir estas líneas.

El pata CLK (reloj) se utiliza como base de tiempo del convertidor, esta recibe una señal cuadrada de 500 kHz., está es generada por el temporizador 8253 (U5). Las entradas analógicas son las IN0 hasta las IN7.

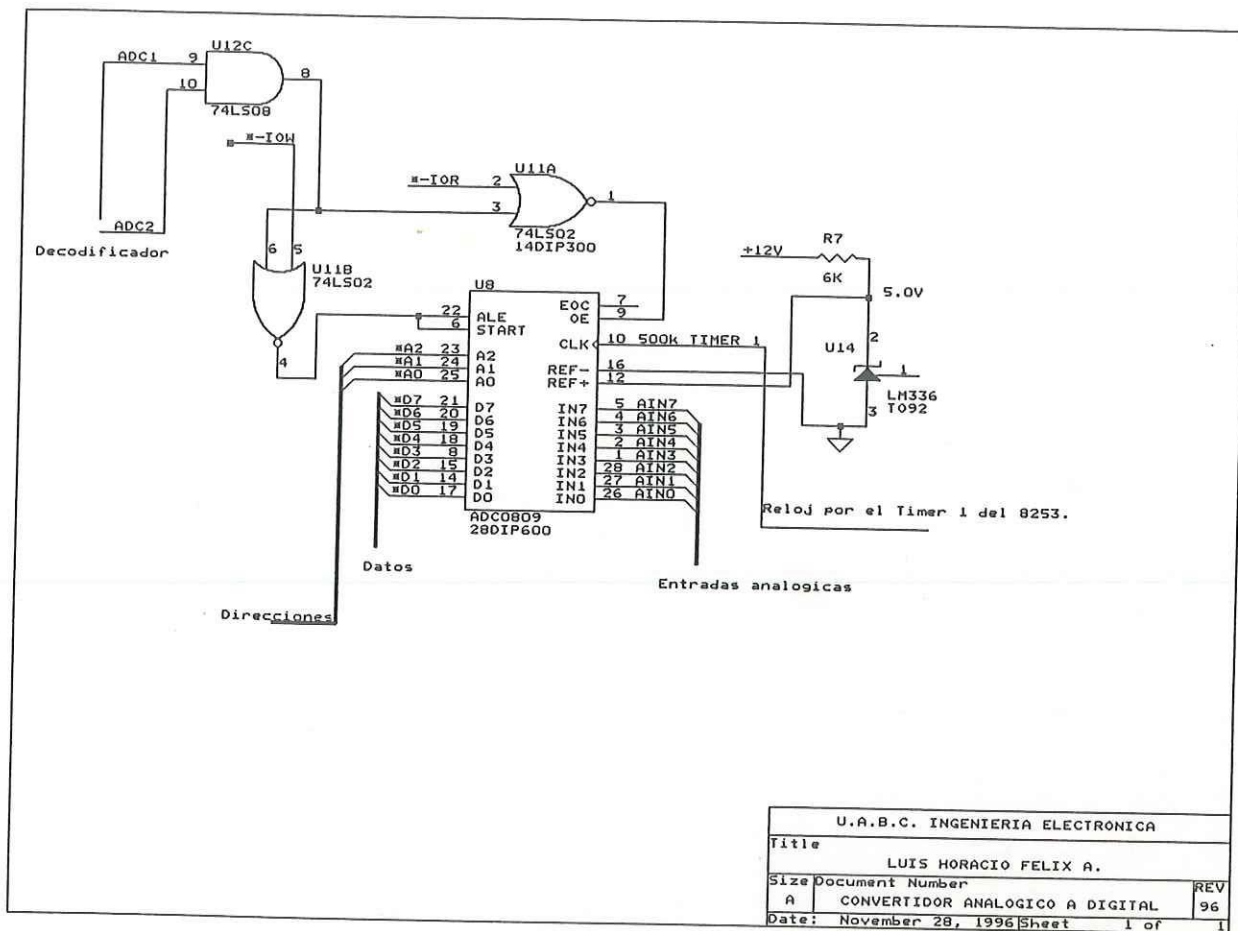


Figura 4.4 Ciercueria del convertidor analógico a digital.

IV.6 ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL ANALÓGICA.

Ya que el cristal detector de microondas entrega un voltaje negativo y en el orden de milivolts, es necesario una etapa de amplificación y de inversión de voltaje, con el propósito de acondicionar la señal antes de convertirla a números binarios para después ser procesada .

Para lo anterior es necesario el empleo del circuito integrado U9, que es un Amplificador operacional dual con entrada BiFet, esto debido a que se debe de tener una entrada de muy alta impedancia por las pequeñas señales de entrada, se utilizaron dos etapas de amplificación la primera se hizo con la configuración de amplificador inversor ya que el cristal detector nos entrega señales negativas y para trabajar con la tarjeta de adquisición de datos es necesario trabajar con señales positivas, la segunda etapa de amplificación se hizo con la configuración no inversor esto con el fin de acondicionar la señal preamplificada a un rango de 0 -5Vdc (TTL). La ecuación de ganancia para el amplificador inversor es la siguiente:

$$V_{out} = -\left[\frac{R4}{R3}\right]V_{in}$$

Vout = Voltaje de salida

Vin = Voltaje de entrada.

R3 = Resistencia de 10KΩ.

R4 = Potenciómetro como resistencia de retroalimentación.

Se utiliza un segundo amplificador de las mismas características solo que en este caso tiene una configuración no inversora, esto para tener una etapa más de amplificación, la siguiente ecuación muestra la relación de salida del amplificador no inversor.

$$V_{out} = \left[\frac{R5 + R6}{R5}\right]V_{in}$$

Vout = voltaje de salida.

Vin = voltaje de entrada

R5 = Potenciómetro utilizado como resistencia de retroalimentación.

IV.7 CRISTAL DETECTOR DE MICROONDAS:

Con el propósito de poder recuperar la señal de información proveniente de la reflexión en la superficie del agua, se utilizó un cristal detector de microondas, este cristal recibe la

información reflejada del mar, y la convierte a una señal de baja frecuencia, es decir demodula la información para así ser procesada por la tarjeta de adquisición de datos.

La detección de microondas se efectúa para mediciones relativas de potencia de microondas. Para indicar niveles de potencia relativa, es necesario detectar o rectificar las señales de microondas y obtener una señal en corriente continua proporcional. El principio de rectificación es semejante al que se emplea en la rectificación de frecuencias bajas.

Las partes esenciales de un cristal detector son un chip semiconductor y uniones de contacto metálico(hilo de tungsteno) en el chip. Un típico cristal detector de microondas usa un chip semiconductor de silicio de 1/16 pulgadas cuadradas y un punto de tungsteno whisker (bigote de gato) un cable de cerca de 0.003 mils de diámetro. La otra parte del cristal o soporte necesario para simplificar la rigidez mecánica del chip y el hilo de tungsteno y acoplar la energía eléctrica al detector. Aunque el cristal detector es susceptible a las frecuencias de microondas particularmente porque su extremadamente tamaño pequeño hacen también que se limite su capacidad de potencia; 100 mW son suficientes para dañar un cristal.

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN DE LA TARJETA DE CIRCUITO IMPRESO.

V.1. DIAGRAMA DE INTERCONEXIONES DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS.

Con la ayuda de una excelente herramienta como es la computadora y los excelentes programas de utilería se hizo posible la realización del diseño de la tarjeta de adquisición de datos.

Para este diseño se utilizó una computadora 486 Dx y el program OrCAD/SDT. Con este programa se realizaron todos los diagramas esquemáticos que se muestran en el presente trabajo, en la figura 5.1 se muestra el menú principal de trabajo del programa OrCad/SDT, este cuenta con las instrucciones generales para la elaboración del diagrama esquemático.

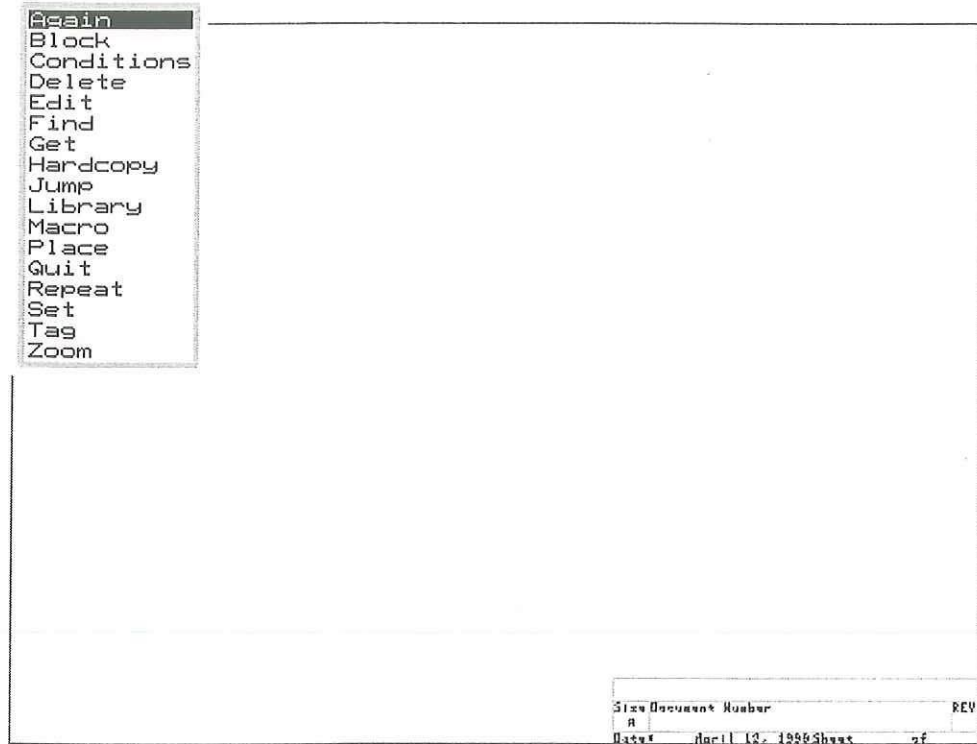


Figura 5.1 menú principal del programa OrCa/SDT.

El diagrama esquemático general de la tarjeta de adquisición de datos se muestra en la figura 5.2, en este diagrama se muestran todos los circuitos integrados con sus configuraciones respectivas.

En el diagrama esquemático de la tarjeta se tienen circuitos digitales tales como tranceptores U1), reforzadores U2), U3) compuertas lógicas NAND U10), compuertas lógicas AND U12), compuertas lógicas NOR U11), comparador lógico de 4bits U6), demultiplexores U7), temporizadores U5), circuitos analógicos como amplificadores

operacionales U9), así como diodos resistencias y capacitores. Se cuenta también con un convertidor analógico a digital U8), un oscilador de 4mhz U4), se tiene un conector tipo ducto IBM ISA J1), así como un conector DB25 para entrada-salida de señales a la tarjeta.

Una vez que se tubo el diagrama esquemático completo de la tarjeta, mediante la ayuda del archivo NETLIST del mismo programa (OrCad), se realizó el archivo de conexiones de la tarjeta de la siguiente manera:

C:\ORCAD NETLIST TESIS TESIS.NET ORCADPCB /S.

Obteniendo como resultado el archivo de conexiones TESIS.NET, el cual se empleó para realizar el diseño del circuito impreso.

V.2. TÉCNICAS PARA ELIMINACIÓN DE RUIDO ELÉCTRICO

V.2.1. ATERRIZAJE.

La tierra es comúnmente definida como un punto o plano equipotencial que sirve como referencia en un sistema o circuito. Sin embargo esta definición no representa un sistema práctico de tierras porque en la práctica no existen los puntos equipotenciales. Una mejor definición del concepto de tierra, es la trayectoria de baja impedancia para la corriente de regreso hacia la fuente.

Un aterrizaje apropiado es determinado por el tipo de circuitería, la frecuencia de operación, y el tamaño del sistema. no hay un único sistema de tierra para todas estas aplicaciones.

Los sistemas de tierra usualmente caen en una de estas categorías: 1) tierras de un solo punto, 2) tierras multipunto, 3) tierras híbridas.

En el presente trabajo se utiliza el sistema de tierra multipunto porque los circuitos lógicos digitales deben ser tratados como de alta frecuencia debido a la alta frecuencia que ellos producen. A altas frecuencias las tierras en un solo punto son casi imposibles de

lograr a consecuencia de la capacitancia parásita, en alta frecuencia puede cerrar los lazos de tierra, es por eso que se utilizó el aterrizaje multipunto, además este sistema minimiza la impedancia de tierra debido a la pequeña ruta de regreso de la corriente de tierra.

En este sistema se utilizan dos tipos de circuitería diferente como son, la analógica y la digital, debido a eso y con el propósito de eliminar ruido se utilizaron dos planos de tierra, uno para la circuitería digital y otro para la circuitería analógica y estos se unen en un solo punto.

V.2.2. CAPACITORES DE DESACOPLO.

Con el fin de reducir el ruido de tierra producido por las transiciones de corrientes y voltaje de la fuente de alimentación, en el presente diseño se emplearon capacitores de desacoplo.

La corriente de transiciones de tierra son generadas por las transiciones de voltaje del sistema y por las emisiones radiadas. Para reducir el ruido de estas corrientes de transiciones, es necesario reducir la impedancia a tierra. El mayor problema que ocasiona este ruido es la caída de voltaje a través de la inductancia L_p de la línea de la fuente de voltaje que se muestra en la figura 5.3, la corriente de transición que fluye a través de esta

inductancia produce un gran voltaje de ruido el cual aparece en la terminal vcc de la compuerta lógica (ver figura 5.3.a).

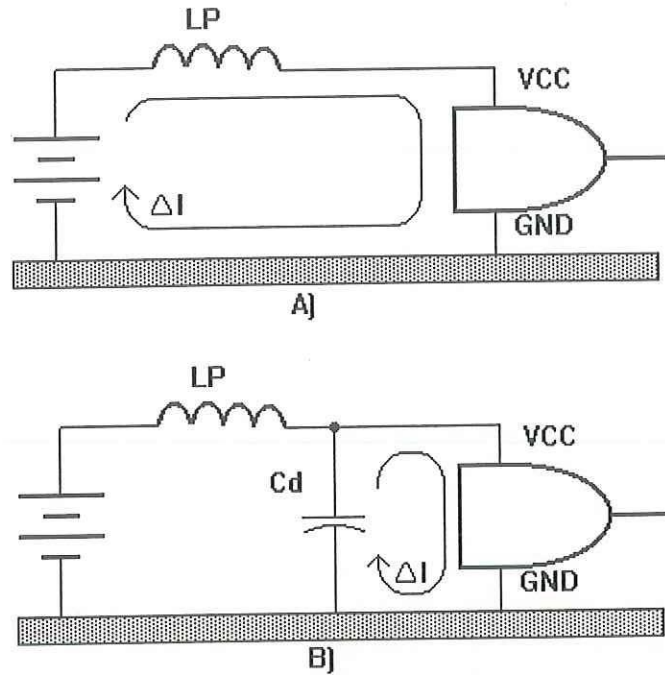


Figura 5.3 uso de capacitores de desacoplo en la alimentación de compuertas lógicas.

La magnitud de la transición del voltaje de la fuente de poder puede ser reducido decrementando la inductancia L_p y/o decrementando la corriente de transición que fluye a través de la inductancia. para reducir o eliminar la corriente de transición que fluye a través de la inductancia se abastece la alimentación de la compuerta con la corriente de otra fuente, como puede ser un capacitor cerca de la compuerta lógica como se muestra en la figura 5.3.B

El capacitor de desacoplo debe proveer corrientes de alta frecuencia (15 -150 MHz); es por eso que se empleo capacitores de muy baja inductancia, y de alta frecuencia. Por esta razón los capacitores de disco de cerámica o los capacitores multicapas de cerámica son utilizados. El capacitor de desacoplo deberá proveer toda la corriente requerida por un circuito integrado cuando éste conmuta.

Los capacitores de desacoplo de cada circuito integrado deberán ser recargados, para este propósito para eso se utiliza un capacitor que sea capaz de entregar carga a todos los capacitores, el valor del capacitor no es critico, pero deberá ser tan grande como 10 veces la suma de todas los capacitores de desacoplo.

El capacitor general deberá tener baja inductancia equivalente por eso los capacitores de Tantalum electrolítico o policarbonato metalizado se pueden usar para este caso ya que ellos tienen baja inductancia interna.

V.3. ELABORACIÓN DEL CIRCUITO IMPRESO UTILIZANDO EL PROGRAMA ORCAD\PCB.

Para el diseño del circuito impreso se utilizó la parte PCB del programa OrCad, este tiene la capacidad de realizar circuitos impresos sencillos, y multicapa.

Mediante el archivo TESIS.NET mencionado anteriormente, se diseñó el circuito impreso para lo cual se decidió utilizar dos capas, es decir dos lados de pistas, esto por la gran cantidad de componentes y el espacio limitado de la tarjeta.

En la figura 5.4 se muestra el menú principal de dicho programa, el cual cuenta con los menús necesarios para enrutar, y poder diseñar el circuito impreso.

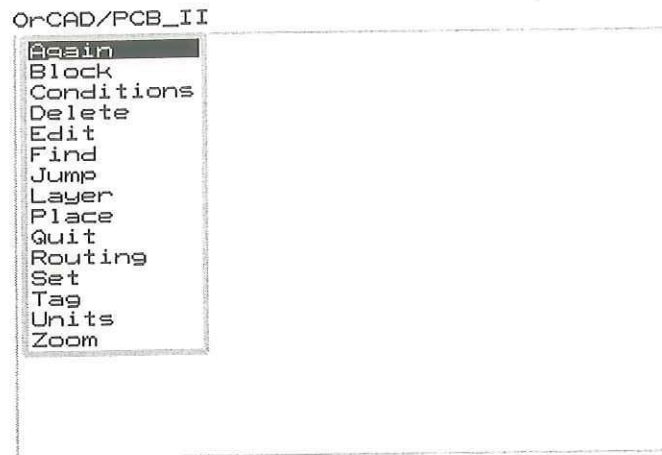


Figura 5.4 menú de trabajo del programa OrCad/PCB.

Los pasos principales para el diseño del circuito impreso fueron los siguientes: Una vez que se está dentro del programa OrCad/PCB, se selecciona el submenú *QUIT* figura 5.5.a del menú principal mostrado en la figura 5.4, dentro de este submenú se elige el submenú *INITIALIZE* como se muestra en la figura 5.5.b, enseguida dentro de este submenú se selecciona el submenú *USE NETLIST* ver figura 5.5.c entonces dentro de la hoja de trabajo se hace un pequeño cuadro donde se van a desplegar los módulos de la tarjeta, enseguida aparecerá en la pantalla *Read Net File ?* como se muestra en la figura 5.5.d, aquí es donde se carga el archivo de conexiones TESIS.net.

OrCAD/PCB_II

```
Again
Block
Conditions
Delete
Edit
Find
Jump
Layer
Place
Quit
Routing
Set
Tag
Units
Zoom
```

A)

Quit

```
Abandon Program
Initialize
Library
Plot
Report
Suspend to Dos
Update File
Write to File
```

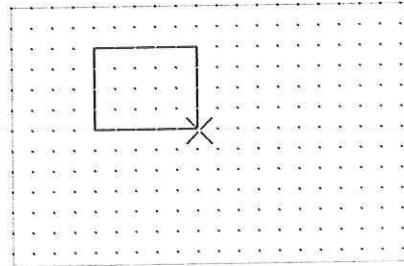
B)

Read Net File? TESIS.NET

Initialize

```
Use Netlist
Load Board
Clear Board
Erase Routes
Restore Backup
Gerber File
HP-GL File
DM-PL File
```

C)



D)

Figura 5.5 pasos para cargar el archivo TESIS.NET.

Después de todos los pasos anteriores se tendrá en la hoja de trabajo todos los componentes desordenados, el siguiente paso es el de hacer las dimensiones de la tarjeta con el submenú *EDGE* del menú *PLACE* del menú principal ver figura 5.6, este submenú permite dibujar el contorno que limitara el diseño, tomando como referencia las medidas, muestra en la parte superior izquierda de la pantalla de tu computadora.



Figura 5.6 submenú PLACE del programa orca/PCB.

Una vez acotada la tarjeta se procedió a situar todos los componentes, con el empleo de la instrucción *PLACE* mostrada como se muestra en la figura 5.7a, dentro de este menú se elige el submenú *MODULE* figura 5.7b dentro del mismo se utiliza el submenú *MOVE* figura 5.7c y con el mouse se escoge el modulo que se quiera mover y se sitúa en el lugar correcto.

OrCAD/PCB_II

Again
Block
Conditions
Delete
Edit
Find
Jump
Layer
Place
Quit
Routing
Set
Tag
Units
Zoom

A)

Place

Module
Text
Zone
Edge

B)

Module

Move
Load
Browse
Get
Rotate
Side
Find
Jump
Units
Zoom

C)

Figura 5.7. pasos necesarios para la organización de los componentes en la tarjeta.

Una vez que se tienen todos los componentes debidamente acomodados, se procede a enrutar todos los componentes, para esto se elige el menú *ROUTING*, donde se tiene la opción de enrutarlos a mano o automático para este caso se tienen algunas estrategias de enrulado, para este diseño se utilizo el enrulado a mano solo para las rutas de alimentación de voltaje y tierra, con la utilización del menú *ROUTING* mostrado en la

figura 5.8a, para enrutar el resto de las pistas de interconexión se utilizó la instrucción *AUTO ROUTING* de la forma que indica la figura 5.8 b

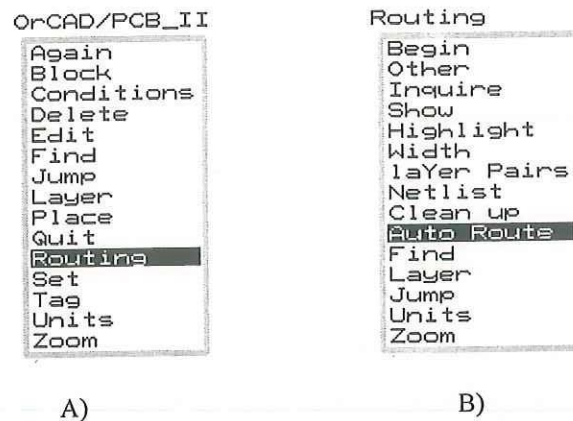


Figura 5.8 menú de enrulado de pistas.

Cuando se completo todo el circuito de la tarjeta interconectado(enrulado), el siguiente paso fue el de crear los archivos que contienen las dos caras de pistas del circuito impreso, la cara de componentes y la cara de soldadura, a partir de los cuales se construyo el circuito impreso de la tarjeta, esto se realizo de la siguiente manera, primero utilizando el menú *QUIT* figura 5.9a del menú principal, después se elige el submenú *PLOT* figura 5.9b y con los submenús *WINDOWS* y *SIZE* figura 5.9c se elige el tamaño de la hoja de trabajo, en este diseño trabajamos con el tamaño A figura 5.9d.

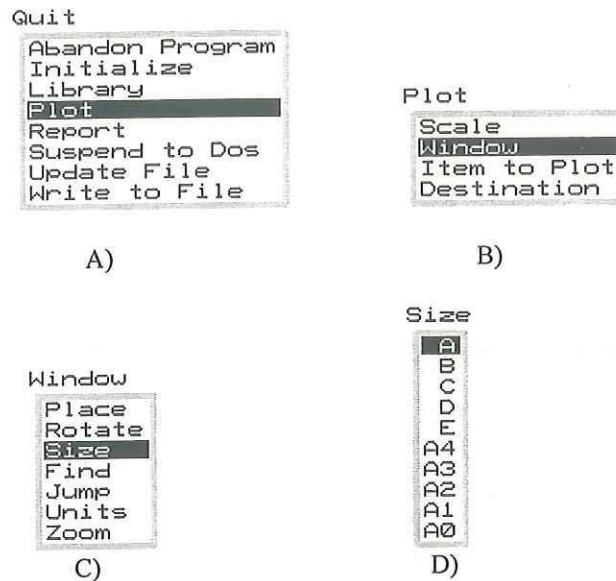


Figura 5.9 pasos para la creación de los archivos de impresión

Primero se elige el submenú *PLOT*, el siguiente paso es marcar la cara que deseas imprimir, por ejemplo en la figura 5.10b se pudo marcar las caras, el lugar de los componentes(*SILK SCREEN*), el dado de soldadura(*SOLDER MASK*), y los cambios de cara(*DRILL TEMPLATE*).

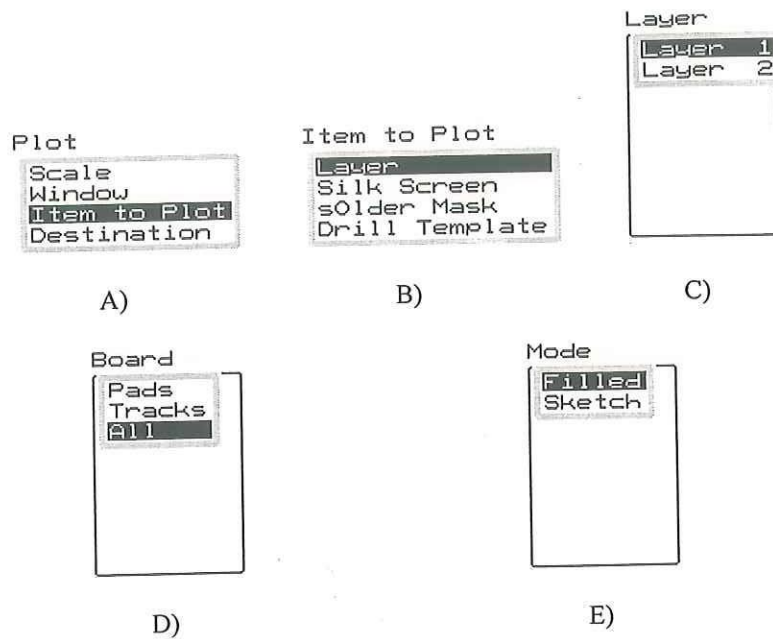


Figura 5.10 pasos para crear los archivos de impresión.

Una vez que se escogió la cara que deseamos archivar para su posterior impresión se procedió a grabar el archivo layer 1, layer 2 y Silk screen de la forma que muestra la figura 5.11, tomando en cuenta el orden de las figuras a,b,c,d.

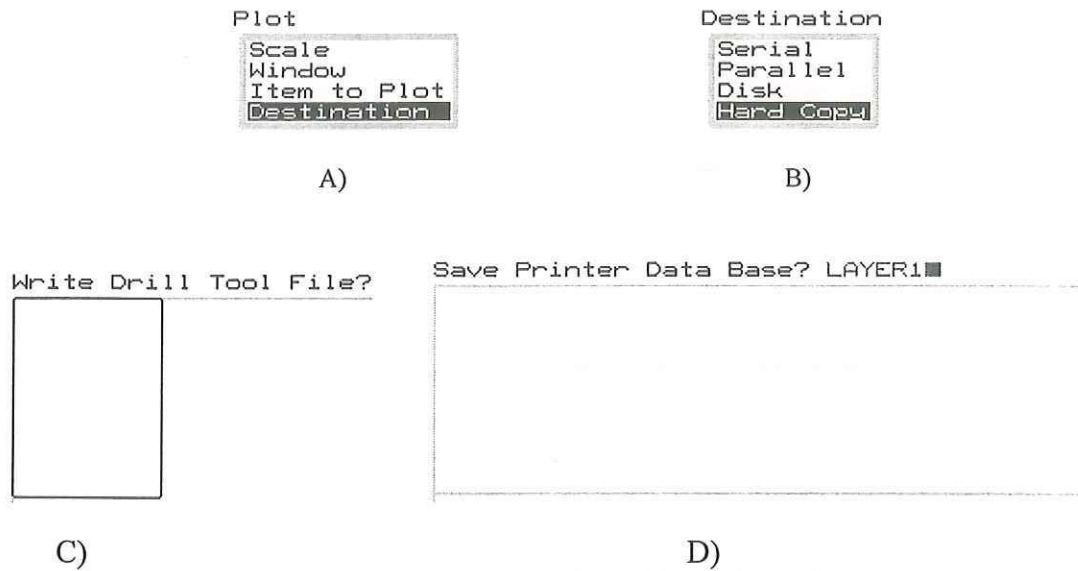


Figura 5.11 pasos para crear los archivos de impresión.

Por ultimo para imprimir las caras del circuito impreso, se tiene que salir del programa, y por medio del archivo *PRINTPCB.EXE* se imprime las caras del circuito impreso.

C:\ORCAD\PCB\PRINTPCB LAYER1.

En la figura 5.12 se muestra el resultado de la impresión, es decir el lado de componentes del circuito impreso (LAYER1) y en la figura 5.13 se muestra el dado de soldadura del circuito impreso (LAYER2).

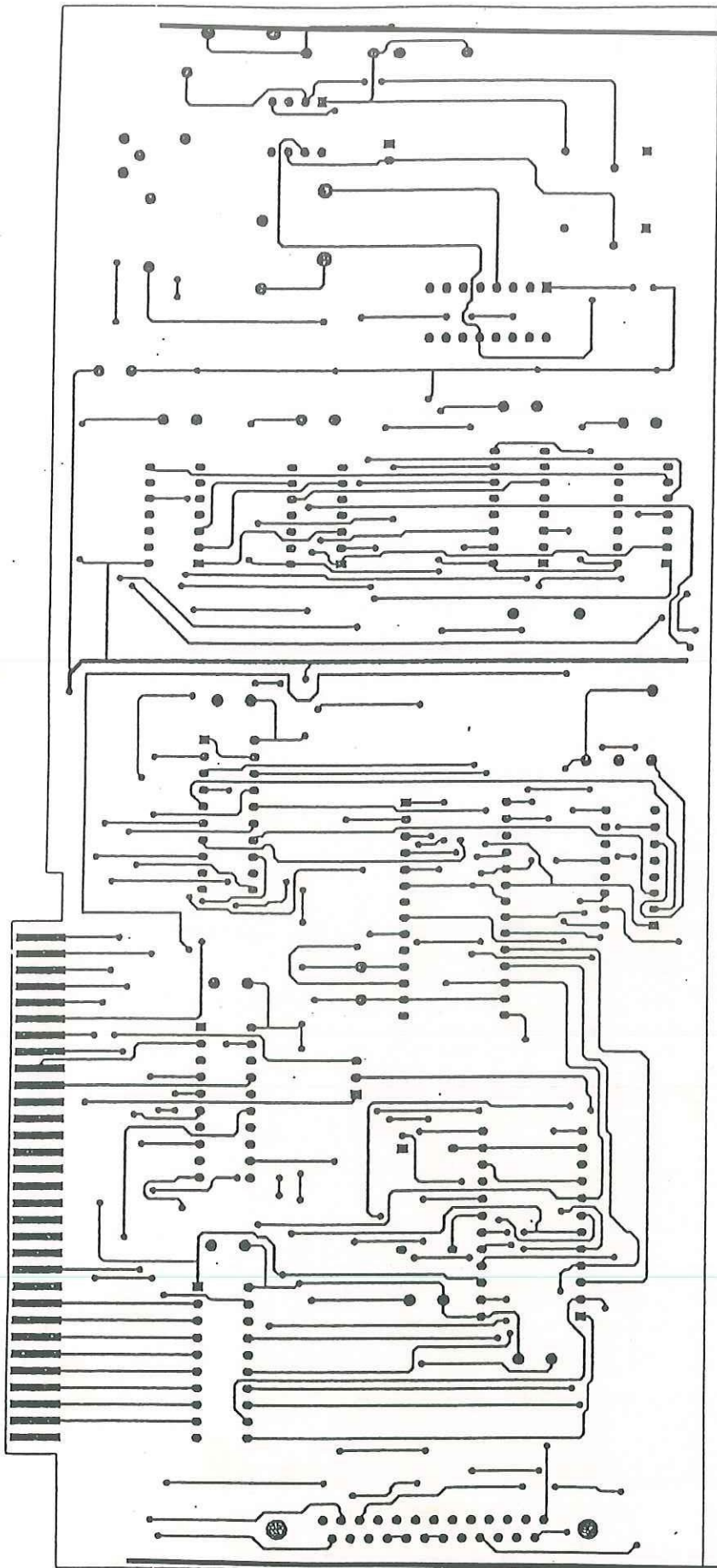


Figura 5.12 lado de componentes
del circuito impreso.

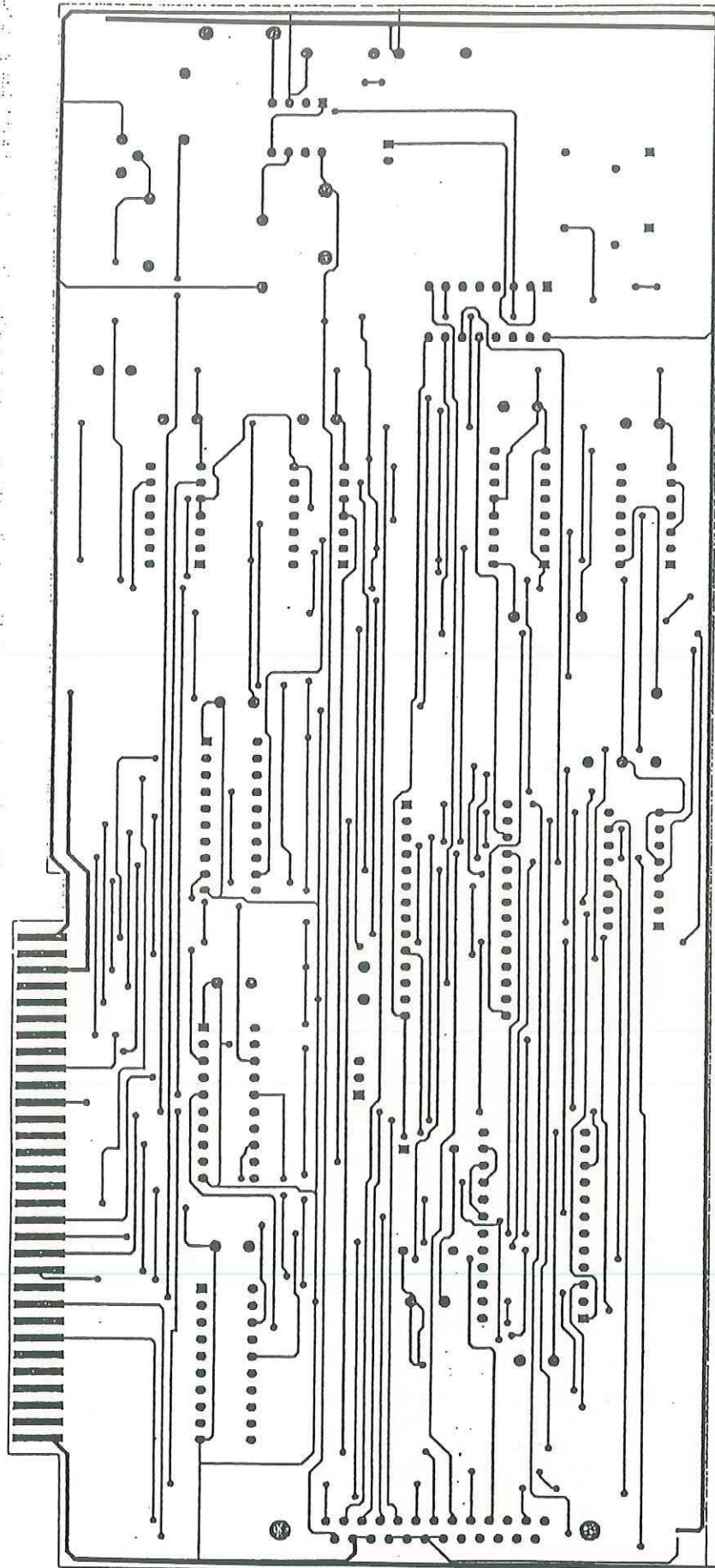


Figura 5.13 lado de soldadura
del circuito impreso.

V.4- ENSAMBLE DE LA TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS EN EL CIRCUITO IMPRESO.

La última etapa en la elaboración de la tarjeta de adquisición de datos es el montaje de todos los componentes que la integran en la tarjeta de circuito impreso.

Se decidió utilizar bases para todos los circuitos integrado, lo anterior es con el fin de tener un muy fácil y rápido mantenimiento, ya que si algún componente llegara a fallar solo es necesario desmontarlo de su base y cambiarlo esto evita desoldarlo lo que ahorra tiempo y evita el daño de pistas por sobrecalentamiento.

Todas las bases se soldaron en la tarjeta, tomando como referencia a la figura 5.14 que muestra el lugar y la posición correcta de cada componente, teniendo especial cuidado en el soldado de las patas de cada base, esto es que no halla contacto entre patas adyacentes(corto circuito) y que estén en buen contacto las patas con sus respectivas pistas de conexión.

Se soldaron algunos componentes de pocas patas directamente a la tarjeta, tomando en cuenta la polaridad de los diodos y algunos capacitores, dichos componentes son: 14 capacitores de cerámica de $0.1\mu\text{F}$, 1 capacitor electrolítico de $10\mu\text{F}$, 2 resistencias de $4.7\text{K}\Omega$ a $1/4$ de watt, 1 resistencia de $6\text{K}\Omega$ a $1/4$ de watt, 2 resistencias de $1/4$ watt, 2

potenciómetros de 18 vueltas a $1M\Omega$, 2 diodos zener a 5.1Vz, 1 conector tipo Header de 2 patas, 1 conector tipo Header de 3 patas y un conector tipo DB25 mediante el cual se recibe la información entregada por el cristal detector de microondas.

Finalmente se ensamblan todos los circuitos integrados a sus respectivas bases teniendo en cuenta la posición del pata numero 1 del circuito integrado, mostrado en la figura 5.14

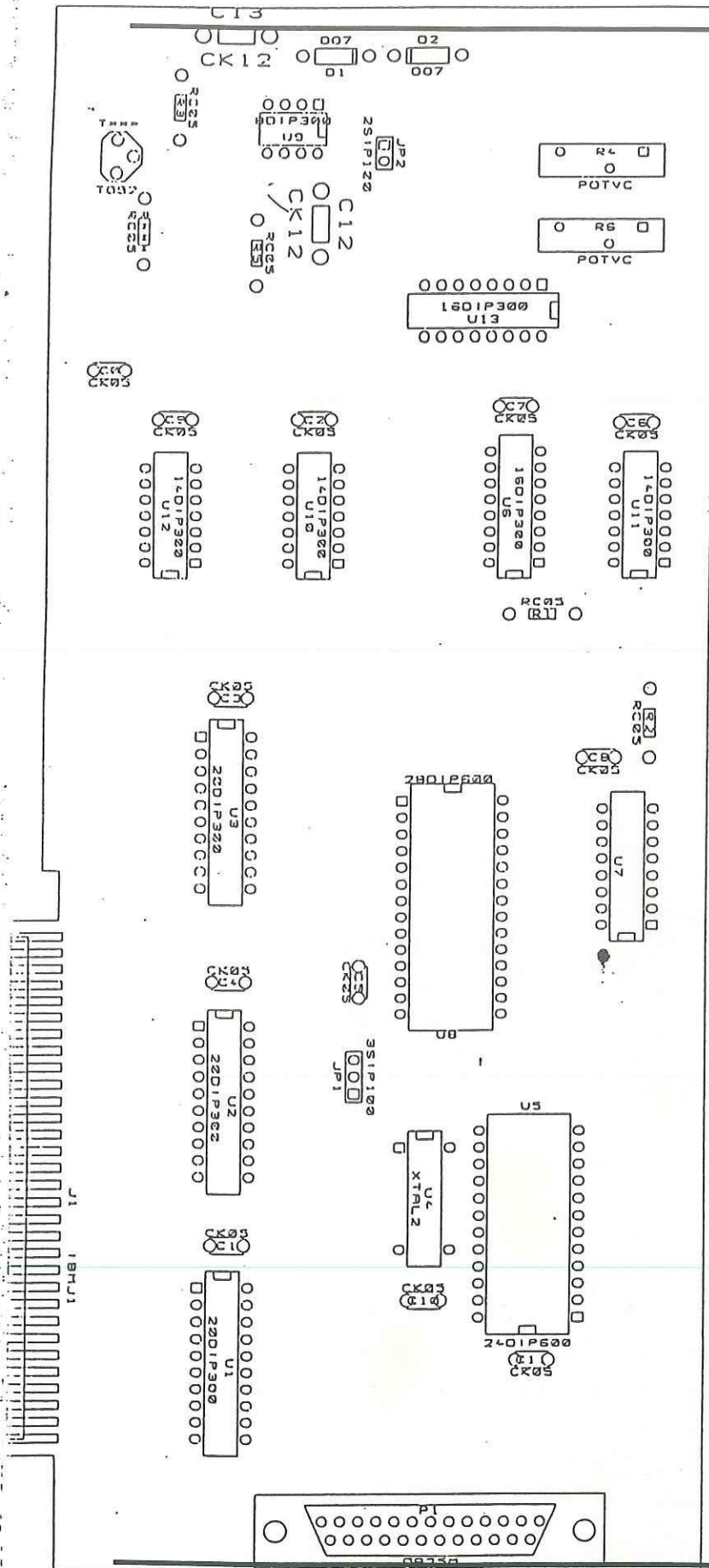


Figura 5.14 organización de los componentes en la tarjeta de circuito impreso.

CAPÍTULO VI.

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los experimentos para este trabajo fueron realizados en el canal de generación de olas ubicado en el laboratorio de oleaje de la Facultad de Ciencias Marinas.

Las gráficas mostradas en este capítulo son una muestra de las muchas gráficas que se obtuvieron al estar realizando los experimentos antes mencionados.

Con referencia al montaje mostrado en la figura 3.7 se hace un análisis visual de la figura 6.1, se puede observar que tiene un periodo constante, lo cual corresponde al movimiento del agua del canal, con una velocidad del motor de 25 RPM.

Las gráficas de las figuras 6.2 y 6.3, muestran una serie de grupos de impulsos con periodos constantes entre si, los cuales corresponden a un patrón de olas generado al aumentar las revoluciones del motor generador de olas.

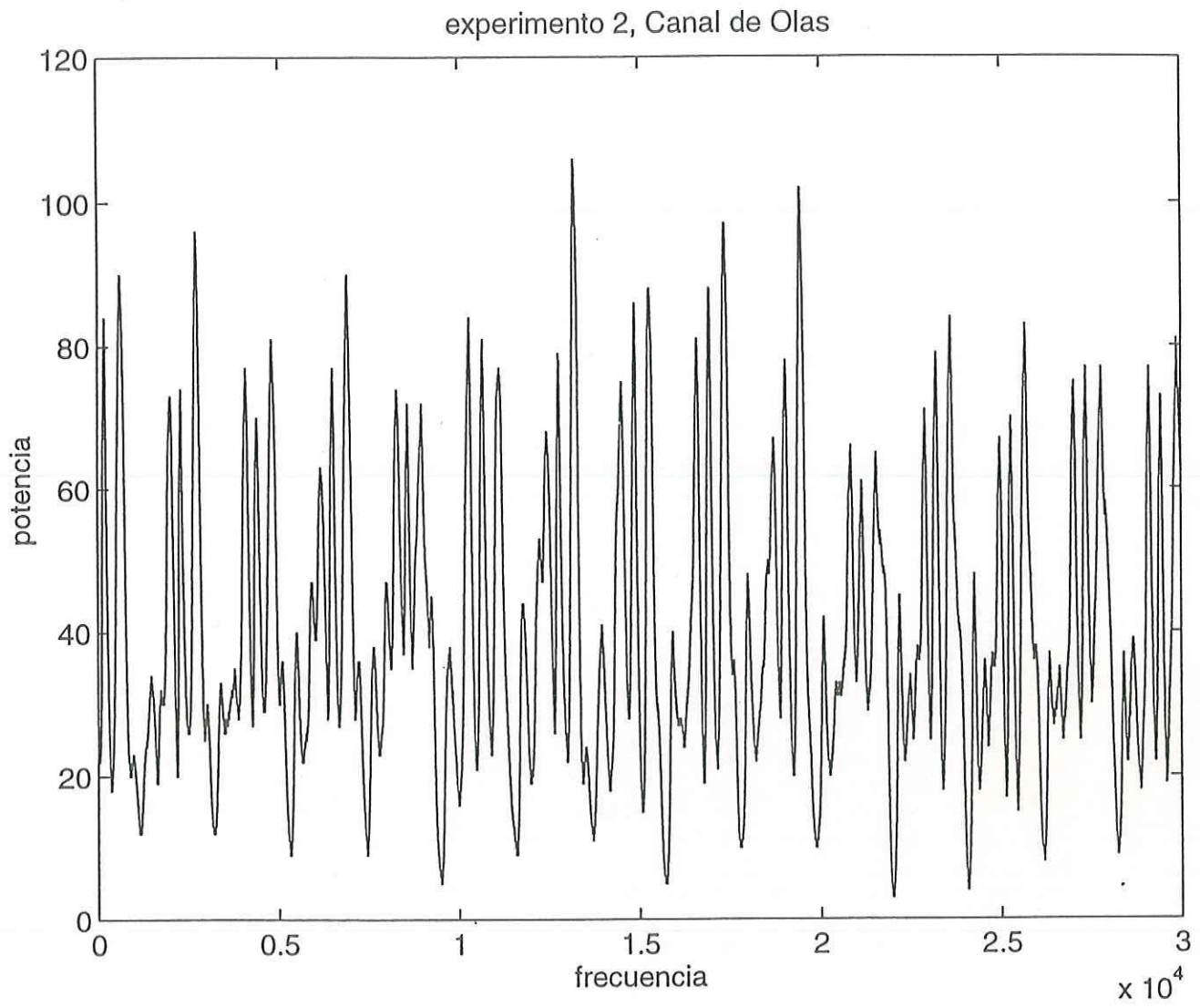


Figura 6.1 Experimento No. 2 empleando una frecuencia de 25 RPM

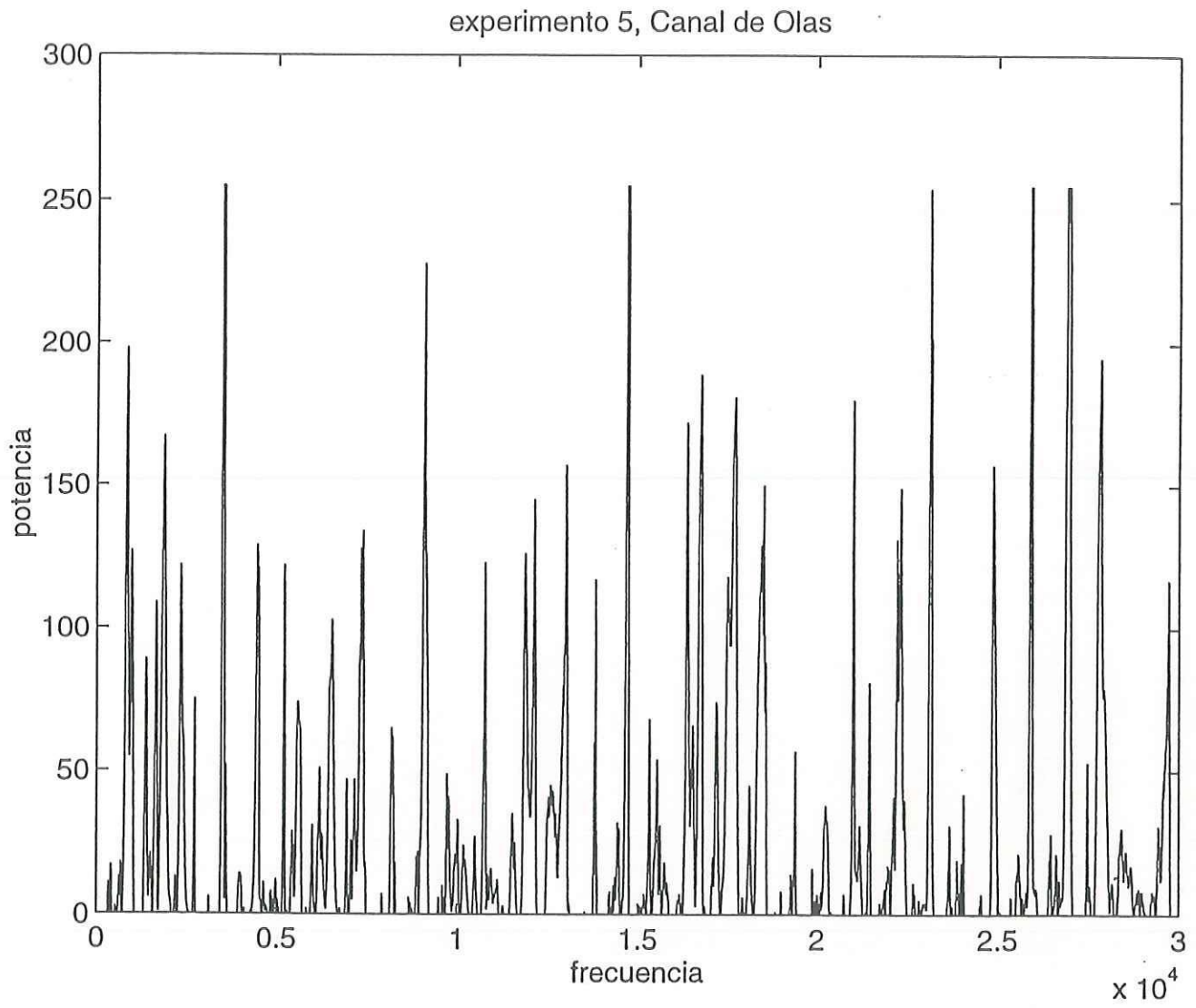


Figura 6.2 Experimento No. 5 empleando una frecuencia del motor de 60 RPM.

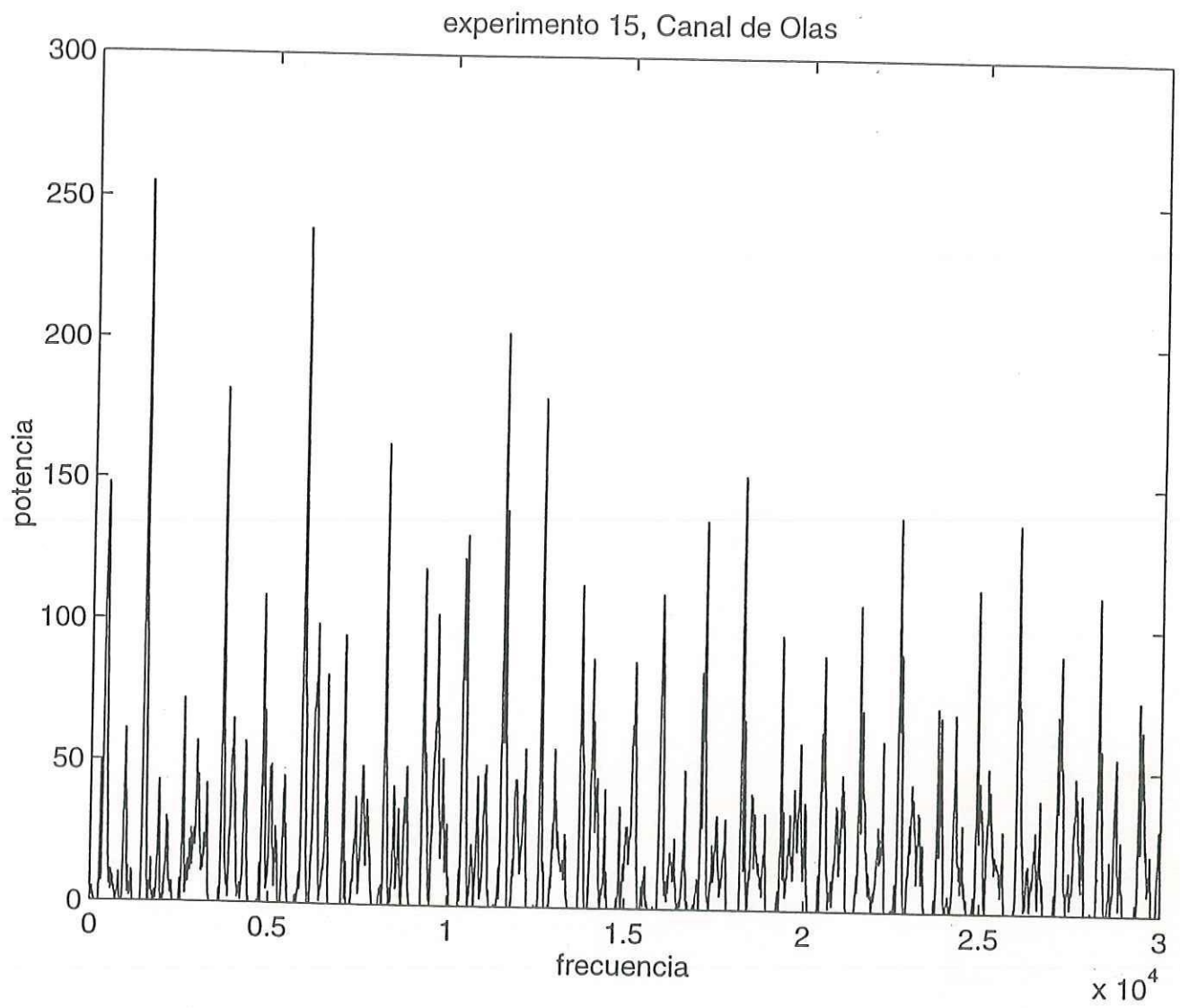


Figura 6.3 Experimento No.15 empleando una frecuencia del motor de 50 RPM.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES.

Con los resultados obtenidos de los experimentos realizados en el canal de generación de olas, se puede concluir que al radiar energía de microondas con una frecuencia de 10 GHz a la superficie del agua del canal se produce un fenómeno de reflexión de la señal de microondas al tocar la superficie de agua, con una apariencia muy directiva.

En este sistema se puede observar de las gráficas obtenidas el periodo de las olas en la superficie del agua del canal.

CAPÍTULO VIII.

BIBLIOGRAFÍA.

- Albert Guissard. The Physics of Surface Scattering. Laboratoire de Télécommunicationset Télédétection. Université Catholique De Louvain
- Data Conversion Acquisition Databook. 1984. National Semiconductor Corporation
- [1] Enrique Colorado Ortiz. 1996. Radar Estático de Microondas en Banda C para realizar Observaciones de la Superficie del Mar.
- Folkart Feindt, Volkmar Wismann. 1986. Airborne Measurements Of The Ocean Radar Cross. Section at 5.6 GHz as a Function of Wind Speed. Radio Science, Volume 21. no. 5, pp. 845-856..
- Herbert Schildt. Manual de Referencia. Editorial Osborne / Mcgraw-Hill, Segunda Edición. ISBN:84-7615-535-2.
- Henry w. Ott. 1988. Noise Reduction Techniques in Electronics System. Editorial Wiley.
- [3] Internet. Base Datos DE LA JPL. <http://southport.jpl.nasa.gov/>
- Jurnal Of Geophysical Research. 1990. Vol. 95, pp. 291-296
- K.C. Gupta. 1983. Microondas. Editorial Limusa.

-
- [2] Keller, W.J. Plant.1986. Observation Of Breaking Ocean Waves With Coherent Microwave Radar. Wave Dynamics and Radio Probing of the Ocean Surface.
 - Linear Databook. 1988. National Semiconductor Corporation
 - Naoto Ebuchi, Hiroshi Kawamura. 1993. Physical Processes of Microwave Backscattering. From Laboratory Wind Wave Surfaces. Jurnal Of Geophysical Research. Vol. 98. pp 669-681
 - P.H. y Lee, J.D. Barter. 1995. X Band Microwave Backscattering From Ocean Waves". Jurnal Of Geophysical Research. Vol. 100. pp. 2591-2611.
 - Stephen F. Adam. Microwave Theory and Applications. Hewlett Packard
 - TTL Logic Databook. 1988. Texas Instruments

CAPÍTULO IX.

APÉNDICE A (LISTA DE COMPONENTES).

Referencia	Parte	Descripción
U1	74LS245	Tranceptor de 8 bits de tres estados lógicos
U2	74LS244	Reforzador de 8 bits de 3 estados lógicos
U3	74LS244	Reforzador de 8 bits de 3 estados lógicos
U4	OSCILADOR	Oscilador de 4MHz.
U5	8253	Temporizador programable.
U6	74LS85	Comparador lógico de 4 bits.
U7	74LS138	Decodificador/demultiplexor de 3 a 8 líneas.
U8	ADC0809	Convertidor analógico a digital, de 8 bits y 8 canales analógicos.
U9	LF353	Amplificador operacional dual con entrada JFET.

U10	74LS00	Compuerta lógica NAND.
U11	74LS02	Compuerta lógica NOR
U12	74LS08	Compuerta lógica AND
U13	LF13007	Amplificador operacional con ganancia programable digital.
U14	LM336-5V	Referencia de voltaje 5V.
R1	Resistencia	4.7 k Ω
R2	Resistencia	4.7 k Ω
R3	Resistencia	10 k Ω
R4	Potenciometro	1 M Ω
R5	Resistencia	10 k Ω
R6	Potenciometro	1 M Ω
R7	Resistencia	6 k Ω
C0	Capacitor electrolítico	10 μ F, 50V
C1	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C2	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C3	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C4	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C5	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C6	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C7	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C8	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C9	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C10	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C11	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
C12	Capacitor de cerámica	0.1 μ F

C13	Capacitor de cerámica	0.1 μ F
D1	Diodo zener	5.1 Vz
D2	Diodo Zener	5.1Vz
JP1	Header 3	Conector 3 pins
JP2	Header 2	Conector 2 pins
P1	Conector	DB25 macho.

CAPÍTULO X

APÉNDICE B (EQUIPO UTILIZADO).

El equipo utilizado para realizar las pruebas experimentales fue el siguiente:

- ◆ Analizador de espectro Tektronix 2792.
- ◆ Computadora 80386 de 33 MHz con coprocesador matemático, compatible con IBM.
- ◆ Fuente de voltaje de 12V.
- ◆ Osciloscopio.
- ◆ Generador de microondas.
- ◆ Cámara digital kodak DC40.

CAPÍTULO XI

APÉNDICE C (LISTA DE PROGRAMAS UTILIZADOS).

- ◆ Borland C++ versión 3.1.
- ◆ OrCAD/SDT V3.10.
- ◆ OrCAD/PCB II V2.10.
- ◆ National Instruments Grasp (Interface GPIB).
- ◆ Microsoft Word 6.0.
- ◆ Microsoft Paintbrush 3.1.
- ◆ Microsoft Power Point.
- ◆ Visio ##.
- ◆ Kodak photo Enhancer 1.7.
- ◆ InterNet Netscape Navegator 1.2.
- ◆ Corel Draw 4.0.
- ◆ Electronics workbench V2.0.
- ◆ Paint Shop Pro 3.0.

CAPÍTULO XII.

APÉNDICE D (LISTA DEL ARCHIVO TESIS.NET).

({ OrCAD PCB NetList Format
TARJETA DE ADQUISICIÓN DEL RADAR Revision: 96
U.A.B.C. INGENIERÍA ELECTRÓNICA
{ Time Stamp - 12-APR-1996 12:17:10 }

(39E1D0BC 14DIP300 U10 14DIP300

(1 *-IOR_1)
(2 *-IOW_1)
(3 N00013)
(4 N00039)
(5 N00039)
(6 N00018)
(7 GND)
(8 N00019)
(9 N00015)
(10 N00020)
(11 ?00001)
(12 ?00002)
(13 ?00003)
(14 VCC)
)

(38C1E2CF 14DIP300 U11 14DIP300

(1 N00057)
(2 *-IOR_1)
(3 N00040)
(4 N00069)
(5 *-IOW_1)
(6 N00040)
(7 GND)
(8 ?00004)
(9 ?00005)
(10 ?00006)
(11 ?00007)
(12 ?00008)
(13 ?00009)
(14 VCC)
)

(2B0C0122 14DIP300 U12 14DIP300

(1 N00013)
(2 N00018)
(3 N00015)
(4 N00019)

(5 N00019)
(6 N00021)
(7 GND)
(8 N00040)
(9 ADC1_1)
(10 ADC2_1)
(11 ?00010)
(12 ?00011)
(13 ?00012)
(14 VCC)
)
(2B0C011B 16DIP300 U7
(1 *A2_1)
(2 *A3_1)
(3 *A4_1)
(4 N00019)
(5 GND)
(6 N00068)
(7 CS7_1)
(8 GND)
(9 CS6_1)
(10 CS5_1)
(11 CS4_1)
(12 GAIN)
(13 TIMER_1)
(14 ADC2_1)
(15 ADC1_1)
(16 VCC)
)
(2B0C011A 16DIP300 U6 16DIP300
(1 GND)
(2 ?00013)
(3 N00055)
(4 ?00014)
(5 ?00015)
(6 N00020)
(7 ?00016)
(8 GND)
(9 U6-9)
(10 N00035)
(11 *A7_1)
(12 GND)
(13 GND)
(14 *A6_1)
(15 *A5_1)
(16 VCC)
)
(3B04C3EC 16DIP300 U13 16DIP300
(1 GND)

(2 N00089)
(3 -12V_1)
(4 +12V_1)
(5 ?00017)
(6 ?00018)
(7 *-IOW_1)
(8 *D0_1)
(9 *D1_1)
(10 *D2_1)
(11 GAIN)
(12 AIN0_1)
(13 ?00019)
(14 ?00020)
(15 ?00021)
(16 GND)
)
(2B0B06CD 20DIP300 U1 20DIP300)
(1 *-IOR_1)
(2 D0_1)
(3 D1_1)
(4 D2_1)
(5 D3_1)
(6 D4_1)
(7 D5_1)
(8 D6_1)
(9 D7_1)
(10 GND)
(11 *D7_1)
(12 *D6_1)
(13 *D5_1)
(14 *D4_1)
(15 *D3_1)
(16 *D2_1)
(17 *D1_1)
(18 *D0_1)
(19 N00021)
(20 VCC)
)
(2B0B06CF 20DIP300 U2 20DIP300)
(1 GND)
(2 A8_1)
(3 N00055)
(4 -IOR_1)
(5 *-IOW_1)
(6 -MEMR_1)
(7 ?00022)
(8 AEN_1)
(9 ?00023)
(10 GND)

(11 RESET_1)
(12 N00039)
(13 -MEMW_1)
(14 ?00024)
(15 -IOW_1)
(16 *-IOR_1)
(17 A9_1)
(18 N00035)
(19 GND)
(20 VCC)
)
(2B0C0126 20DIP300 U3 20DIP300
(1 GND)
(2 A0_1)
(3 *A1_1)
(4 A2_1)
(5 *A3_1)
(6 A4_1)
(7 *A5_1)
(8 A6_1)
(9 *A7_1)
(10 GND)
(11 A7_1)
(12 *A6_1)
(13 A5_1)
(14 *A4_1)
(15 A3_1)
(16 *A2_1)
(17 A1_1)
(18 *A0_1)
(19 GND)
(20 VCC)
)
(2B0D4817 24DIP600 U5 24DIP600
(1 *D7_1)
(2 *D6_1)
(3 *D5_1)
(4 *D4_1)
(5 *D3_1)
(6 *D2_1)
(7 *D1_1)
(8 *D0_1)
(9 N00088)
(10 N00086)
(11 VCC)
(12 GND)
(13 500K)
(14 VCC)
(15 N00088)

(16 VCC)
(17 TMR2_1)
(18 N00088)
(19 *A0_1)
(20 *A1_1)
(21 TIMER_1)
(22 *-IOR_1)
(23 *-IOW_1)
(24 VCC)
)
(38C1E2CD 28DIP600 U8 28DIP600
(1 AIN3_1)
(2 AIN4_1)
(3 AIN5_1)
(4 AIN6_1)
(5 AIN7_1)
(6 N00069)
(7 N00056)
(8 *D3_1)
(9 N00057)
(10 500K)
(11 VCC)
(12 VCC)
(13 GND)
(14 *D1_1)
(15 *D2_1)
(16 GND)
(17 *D0_1)
(18 *D4_1)
(19 *D5_1)
(20 *D6_1)
(21 *D7_1)
(22 N00069)
(23 *A2_1)
(24 *A1_1)
(25 *A0_1)
(26 AIN0_1)
(27 AIN1_1)
(28 AIN2_1)
)
(3C8EE66E 2SIP100 JP2 2SIP100
(1 N00089)
(2 N00104)
)
(3C77497F 3SIP100 JP1 3SIP100
(1 IRQ7_1)
(2 N00086)
(3 IRQ5_1)
)

(3BF4C6AE 8DIP300 U9 8DIP300
(1 B_1)
(2 WIPE_1)
(3 GND)
(4 -12V_1)
(5 B_1)
(6 N00104)
(7 AIN0_1)
(8 +12V_1)
)
(3BF37914 CK05 C0 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37915 CK05 C1 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37916 CK05 C2 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37917 CK05 C3 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37918 CK05 C4 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37919 CK05 C5 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF3791A CK05 C6 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF3791B CK05 C7 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF3791C CK05 C8 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37923 CK05 C9 CK05
(1 VCC)
(2 GND)

)
(3BF37924 CK05 C10 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37925 CK05 C11 CK05
(1 VCC)
(2 GND)
)
(3BF37926 CK12 C12 CK12
(1 +12V_1)
(2 GND)
)
(3BF37927 CK12 C13 CK12
(1 GND)
(2 -12V_1)
)
(2B0D481D DB25M P1 DB25M
(? ?00025)
(? ?00026)
(1 SENA_1)
(2 -12V_1)
(3 AIN3_1)
(4 CS6_1)
(5 AIN5_1)
(6 TMR2_1)
(7 AIN4_1)
(8 AIN6_1)
(9 CS5_1)
(10 AIN7_1)
(12 AIN3_1)
(13 AIN1_1)
(14 +12V_1)
(15 GND)
(16 GND)
(17 GND)
(18 GND)
(19 GND)
(20 GND)
(21 ?00027)
(22 CS7_1)
(24 AIN4_1)
(25 AIN2_1)
)
(3C4A9619 DO7 D1 DO7
(ANOD GND)
(CATH B_1)
)
(3C4A961A DO7 D2 DO7

(ANOD B_1)
(CATH GND)
)
(3C4215BD IBMJ1 J1 IBMJ1
(A2 D7_1)
(A3 D6_1)
(A4 D5_1)
(A5 D4_1)
(A6 D3_1)
(A7 D2_1)
(A8 D1_1)
(A9 D0_1)
(A10 +I/O_1)
(A11 AEN_1)
(A12 A19_1)
(A13 A18_1)
(A14 A17_1)
(A15 A16_1)
(A16 A15_1)
(A18 A13_1)
(A19 A12_1)
(A20 A11_1)
(A21 A10_1)
(A22 A9_1)
(A23 A8_1)
(A24 A7_1)
(A25 A6_1)
(A26 A5_1)
(A28 A3_1)
(A29 A2_1)
(A30 A1_1)
(A31 A0_1)
(A17 A14_1)
(A27 A4_1)
(B1 GND)
(B2 ?00028)
(B3 ?00029)
(B4 IRQ2_1)
(B5 ?00030)
(B6 DRQ2_1)
(B7 -12V_1)
(B8 ?00031)
(B9 +12V_1)
(B10 ?00032)
(B11 -MEMW_1)
(B12 -MEMR_1)
(B13 -IOW_1)
(B14 -IOR_1)
(B15 -DACK3_1)

(B16 DRQ3_1)
(B17 -DACK1_1)
(B18 DRQ1_1)
(B19 -DACK0_1)
(B20 ?00033)
(B21 IRQ7_1)
(B22 IRQ6_1)
(B23 IRQ5_1)
(B24 IRQ4_1)
(B25 IRQ3_1)
(B26 -DACK2_1)
(B27 +T/C_1)
(B28 ALE_1)
(B29 vcc)
(B30 OSC_1)
(B31 GND)
(A1 ?00034)
)
(3C49B8AB POTVC R4 POTVC
(B B_1)
(WIPE WIPE_1)
(A ?00035)
)
(3C8EE66C POTVC R6 POTVC
(B AIN0_1)
(WIPE N00104)
(A ?00036)
)
(2B0C011D RC05 R1 RC05
(1 U6-9)
(2 VCC)
)
(2B0C011E RC05 R2 RC05
(1 VCC)
(2 N00068)
)
(2CD4021C RC05 R3 RC05
(1 SENA_1)
(2 WIPE_1)
)
(3C8EE66D RC05 R5 RC05
(1 GND)
(2 N00104)
)
(2B0D4818 XTAL2 U4 XTAL2
(1 ?00037)
(7 GND)
(8 N00088)
(14 VCC)

)
(3E02F3AC to92 T*** TO92
(1 ?00038)
(2 ?00039)
(3 GND)
)
(3E030289 RC05 R*** RC05
(1 VCC)
(2 +12V_1)
)
)

CAPÍTULO XIII.

APENDICE E (DUCTO IBM - ISA 8 BITS).

En la figura 13.1 muestra el ducto IBM-ISA de 8 bits de una computadora personal.

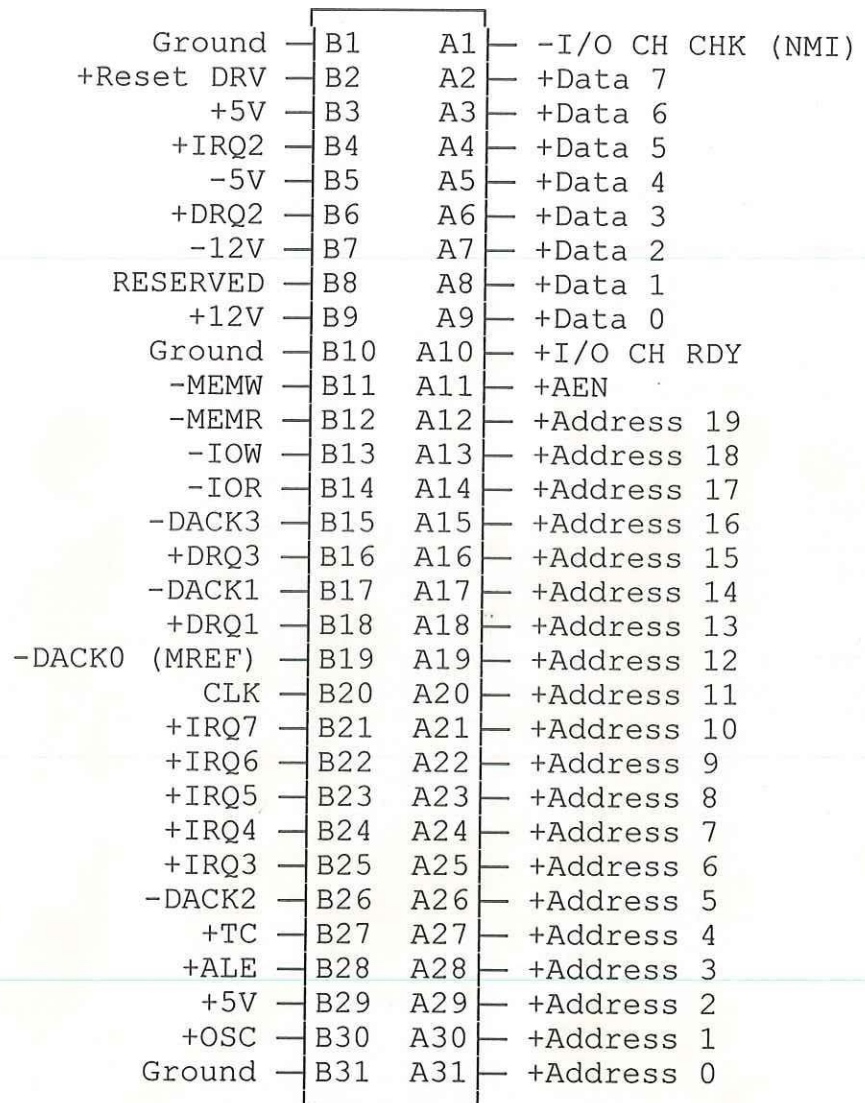


Figura 13.1. Ducto IBM/ISA

A continuación se describe cada una de 62 las líneas del ducto, las cuales todas son niveles lógicos TTL excepto las señales de poder ($\pm 5v$, $\pm 12v$) y tierra.:

RESET DRV:

RESET DRV (*reset driver - reinicialización del manejador*) es una señal de salida que se mantiene alta durante la secuencia de encendido del sistema. Esta se mantiene activa hasta que todos los niveles hayan alcanzado sus intervalos de operación específicos, luego esta se desactiva. Se activa o se desactiva en el flanco de bajada de OSC.

*I/O CH CK:

La señal I/O CH CK (*I/O channel check - verificación de los canales de entrada / salida*) es activa baja y de entrada usada para reportar condiciones de errores en las tarjetas de interface conectadas al ducto. Cuando la señal esta baja, se genera una interrupción no mascarable (NMI), con esto se detecta la presencia de algún error. Esta línea es usada para reportar errores de polaridad en las tarjetas de interfase conectadas al ducto.

I/O CH RDY:

La señal I/O CH RDY (*I/O channel ready - canal de entrada / salida listo*) es de entrada (con colector abierto), es utilizada para extender la duración de los ciclos del ducto, para que la memoria o los puertos de entrada/salida que no sean lo suficientemente rápidos de responder en un ciclo de ducto normal(4 ciclos de reloj) puedan ser utilizados en el ducto del sistema.

IRQ2 .. IRQ7:

Estas (*interrupt requests - petición de interrupción*) son de entrada, se utilizan por el ducto del sistema para generar peticiones de interrupción al microprocesador. Estas señales van directamente al controlador de interrupciones 8259A. Los programas del BIOS del ROM inicializan el controlador 8259A y la IRQ2 es la de mas alta prioridad y la IRQ7 es la de mas baja prioridad. Si las interrupciones no esta enmascaradas, una señal con flanco de subida genera una petición de interrupción al microprocesador. Después de que ocurra el flanco de subida, este se debe mantener arriba hasta que el microprocesador genere una señal de reconocimiento de interrupción (*INTA- interrupt acknowledge - reconocimiento de interrupción*).

DRQ1 .. DRQ3:

Las líneas DRQ1 hasta la DRQ2 (*direct memory access request - petición de acceso directo a memoria*) son activas altas y de entrada, usadas por la interfase para solicitar

ciclos de datos. Si un dispositivo o lógica de interfase quiere transferir datos entre este mismo y la memoria sin la intervención del microprocesador, la petición es inicializada por un flanco de subida de la línea DRQ.

*DACK0 .. *DACK3:

La señales DACK0 hasta DACK3 (*direct memory access acknowledge - reconocimiento de acceso directo a memoria*) son activas bajas y de salida. Estas indican que el DRQ correspondiente ha sido aceptado y que el controlador del DMA tomara el ducto y procederá con el ciclo DMA solicitado.

*MEMW:

La señal MEMW (*memory write - escritura a memoria*) es activa baja, se utiliza para escribir datos desde el ducto del sistema hacia la memoria. Este ciclo indica que la dirección del ducto contiene la dirección de una localidad de memoria en la cual los datos del ducto de datos van a ser escritos.

*MEMR:

La señal MEMR (*memory read - lectura a memoria*) es activa baja y de salida, utilizada para la petición de lectura de datos a la memoria. Indica que la dirección del ducto contiene una dirección valida de memoria.

*IOR:

La señal *IOR (*I/O read - lectura de entrada / salida*) es activa baja y de salida. Se utilizan para indicar a los puertos de entrada/salida que el ciclo del ducto es un ciclo de lectura de puertos de entrada/salida y que las direcciones del ducto son direcciones de un puerto.

*IOW:

La señal *IOW (*I/O write - escritura de entrada / salida*) es activa baja y de salida. Indica que las direcciones del ducto contienen una dirección de un puerto de entrada/salida y el ducto de datos contiene los datos que van a ser escritos al puerto.

+T/C:

La señal TC (*terminal count - cuenta terminal*) es de salida, y es manejada por el controlador DMA. Esta indica que uno de los canales del DMA ha llegado a sus ciclos de transferencia preprogramados. Esta señal es típicamente utilizada para terminar el bloque de transferencia del DMA.

AEN:

La señal AEN (*address enable - direcciones habilitadas*) es activa alta y es de salida, manejada por la lógica de control del DMA. Sirve para indicar que un ciclo DMA esta en progreso. Habilita el ducto de control y direcciones desde el controlador de DMA. AEN deshabilita la decodificación de direcciones de puertos de entrada/salida.

ALE:

La señal ALE (*address latch enable - cerrojo de direcciones habilitado*) es de salida y es manejada por el controlador de ducto 8288 (en XT). Es utilizada para indicar que las direcciones del ducto son validas. La ALE no se activa durante los ciclos DMA.

OSC:

La señal OSC (*oscillator - oscilador*) es un señal de salida con una frecuencia de 14.31818 Mhz. y un periodo de aproximadamente 70 nano segundos, en una computadora XT. Tiene un ciclo de trabajo del 50%. La frecuencia de OSC es la frecuencia mas alta en el ducto.

CLK:

La señal CLK (*clock - reloj*) se deriva de la señal OSC. Es una señal de salida. La señal CLK es obtenida dividiendo la señal OSC por 3. Esta señal está bien sincronizada

con respecto a los ciclos de control de escritura y lectura de memoria, puede usarse para generar estados de espera.

D0 .. D7:

Las líneas D0 hasta D7 son líneas de datos bidireccionales usadas para transmitir datos entre el microprocesador, la memoria, los puertos de entrada/salida.

A0 .. A19:

Son señales de salida, son bits de direcciones de A0 hasta A19 y se usan para direcciones a los sistemas de memoria y dispositivos de entrada / salida (I/O). Estas 20 señales son manejadas por el microprocesador durante los ciclos de lectura de memoria, escritura de memoria, lectura de puertos de entrada-salida, escritura de puertos de entrada-salida. Y son manejadas por el acceso directo a memoria en los ciclos DMA.

Con estas 20 líneas de dirección son posible direccionar hasta 1M de la memoria del sistema, pero no todo el espacio direccionables está disponible para el ducto del sistema. El procesador a través de instrucciones IN y OUT, puede direccionar dispositivos de entrada-salida usando las líneas A0 hasta A15, las demás no se utilizan y se mantienen inactivas durante los ciclos de entrada-salida. Sin embargo en la PC, solo se utilizan para direccionar dispositivos de entrada-salida las líneas A0 hasta A9. Solamente las

direcciones 0200h hasta 03FFh de los dispositivos de entrada-salida son validos para el sistema del ducto (existen algunas excepciones).

GND:

Esta es la tierra común del ducto, utilizada para establecer la diferencia de voltaje entre los voltajes del ducto ($\pm 5V, \pm 12V$).

+5V:

Línea de +5 volts de corriente directa. Esta regulada a un 5% (+4.75 a +5.25 volts cd).

-5V:

Línea de -5 volts de corriente directa. Esta regulada a un 10% (-4.5 a -5.5 volts cd).

+12V:

Línea de +12 volts de corriente directa. Esta regulada a un 5% (+11.4 a +12.6 volts cd).

-12V:

Línea de -12 volts de corriente directa. Esta regulada a un 10% (-10.8 a -13.2 volts cd).

A continuación una tabla de los voltajes de la fuente de poder que se puede utilizar en el ducto IBM/ISA.

Voltaje corriente directa	Vdc MÁXIMO	Vdc MÍNIMO	Corriente (Amperes)	Potencia (Watts)	Corriente típica en ranura (Amperes)
+5.0	5.25	4.80	7.0	35.0	0.7
-5.0	5.50	4.60	0.3	1.5	0.03
+12.0	12.6	11.52	2.0	24.0	0.10
-12.0	13.2	10.92	0.25	3.0	0.05

Tabla XIII.1 Voltajes disponibles en el ducto IBM/ISA

CAPÍTULO XIV.

APÉNDICE F (CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES).

CIRCUITO INTEGRADO U8 CONVERTIDOR ANALÓGICO A DIGITAL:

La tarjeta de adquisición de datos de 8 bits tiene 8 canales para adquirir señales analógicas; el canal 1 tiene una circuitería de acondicionamiento de la señal para recibir señales negativas muy pequeñas y los canales restantes están conectados directamente al convertidor el rango de operación de estos canales es de 0 a 5 volts. Además esta tarjeta tiene tres temporizadores, de los cuales uno se utiliza para generar interrupciones para tener una frecuencia de muestreo exacta y otro se utiliza como base de tiempo del convertidor, siempre genera una señal cuadrada a una frecuencia de 500kHz, el tercer temporizador está disponible.

U8: Este es el convertidor analógico a digital ADC0809 de 8 bits compatible con microprocesadores con un multiplexor de 8 canales. El convertidor utiliza la técnica de conversión de aproximaciones sucesivas.

El diseño de este convertidor ADC0809 ha sido optimizado incorporando los aspectos más deseables de los convertidores analógicos a digital. Éste ofrece una buena velocidad (100 μ S), una dependencia mínima de temperatura, una excelente precisión y repetibilidad y consume una potencia mínima.

Estas son las especificaciones de la hoja de datos del convertidor:

- Resolución de 8 bits.
- Error total de ± 1 LSB.
- No códigos perdidos.
- Tiempo de conversión de 100 μ S.
- Utiliza una sola fuente de voltaje de 5.0 volts.
- Multiplexor analógico de 8 canales con lógica de control con cerrojo (latched).
- Compatible con microprocesadores.
- Las salidas cumplen con las especificaciones TTL.
- El intervalo de voltaje analógico es de 0 a 5 volts.
- No se requiere un ajuste de escala.
- El intervalo de temperatura de operación es de -40°C a $+85^{\circ}\text{C}$.
- Consumo de potencia de 15 mW.

-
- Salidas con cerrojos (latched) de 3 estados.

Para escoger los canales del convertidor analógico a digital se utilizan las siguientes direcciones:

DIRECCIÓN (HEXADECIMAL)	CANAL ANALÓGICO
300	1
301	2
302	3
303	4
304	5
305	6
306	7
307	8

Tabla XIV.1 Direcciones del ADC.

U5: Este es un temporizador programable 8253. Contiene 3 contadores temporizadores de 16 bits multi - modos, independientes y programables. La interfase es directa al ducto del microprocesador y este lo toma como un puerto de entrada - salida.

La tabla XIV.2 muestra todas las señales del conector DB25, dicho conector se encuentra montado en la tarjeta de adquisición de datos.

Las señales del conector DB25 son las siguientes:

PIN	SEÑAL
1	Señal proveniente del cristal detector de microondas.
2	-12 Volts
3	Entrada al canal analógico #3 del ADC.
4	Chip select 6.
5	Entrada al canal analógico #5 del ADC.
6	Temporizador 2.
7	Entrada al canal analógico #4 del ADC.
8	No se utiliza.
9	Chip select 5.
10	Entrada al canal analógico #7 del ADC.
11	Entrada al canal analógico # del ADC.
12	Chip Select 4.
13	Entrada al canal analógico #1 del ADC.
14	+12 Volts
15	GND
16	GND
17	Tierra Analógica
18	Tierra Analógica
19	Tierra Analógica
20	Tierra Analógica
21	No se utiliza.
22	Chip Select 7.
23	Entrada al canal analógico #6 del ADC.
24	No se utiliza.
25	Entrada al canal analógico #2 del ADC.

Tabla XIV.2. Señales del conector DB25.

CIRCUITO INTEGRADO U5 TEMPORIZADOR.

- 3 independientes temporizadores - contadores de 16 bits.
- El intervalo del reloj es de DC hasta 3 MHz.
- El contador tiene varios modos programables.
- Utiliza cuenta binaria o BCD.
- Alimentación: +5.0 volts.
- Encapsulado DIP de 24 pins.

La tabla XIV.3 muestra como los contadores son manipulados por las señales de entrada de lectura y escritura, aquí se muestran las funciones del temporizador.

*CS	*RD	*WR	A1	A2	FUNCIÓN
0	1	0	0	0	Cargar contador # 0
0	1	0	0	1	Cargar contador # 1
0	1	0	1	0	Cargar contador # 2
0	1	0	1	1	Escribir palabra de operación
0	0	1	0	0	Leer contador # 0
0	0	1	0	1	Leer contador # 1
0	0	1	1	0	Leer contador # 2
0	0	1	1	1	No operación, tercer estado
1	X	X	X	X	Deshabilitado, tercer estado
0	1	1	X	X	No operación, tercer estado

Tabla XIV.3a Direcciones de los modos de operación del temporizador.

La tabla XIV.3b es muy parecida a la anterior, solo que ahora utilizamos las direcciones de los puertos asignados a estas funciones del temporizador.

DIRECCIÓN	*RD	*WR	FUNCIÓN
308	1	0	Cargar contador # 0
309	1	0	Cargar contador # 1
30A	1	0	Cargar contador # 2
30B	1	0	Escribir palabra de operación
308	0	1	Leer contador # 0
309	0	1	Leer contador # 1
30A	0	1	Leer contador # 2
30B	0	1	No operación, tercer estado
otra	X	X	Deshabilitado, tercer estado

* Señal activa baja.

Tabla XIV.3b Direcciones de los modos de operación del temporizador.

La palabra de operación tiene el siguiente formato:

D7	D6	D5	D4	D3	D3	D1	D0
SC1	SC0	RL1	RL0	M2	M1	M0	BCD

Tabla XIV.4 Formato de la palabra de operación.

Donde:

- SC - Se utiliza para seleccionar el contador.

SCI	SCO	FUNCION
0	0	SELECCIONAR CONTADOR1
0	1	SELECCIONAR CONTADORI
1	0	SELECCIONAR CONTADOR2
1	1	INVALIDO

Tabla XIV.4a Opciones de configuración.

RL - Significa lectura o escritura.

RLI	RLO	FUNCION
0	0	OPERACION DE CERROJO DEL CONTADOR
1	0	LEER O ESCRIBIR EL BYTE MAS SIGNIFICATIVO
0	1	LEER O ESCRIBIR EL BYTE MENOS SIGNIFICATIVO
1	1	LEER O ESCRIBIR EL BYTE MENOS SIGNIFICATIVO PRIMERO Y DESPUES EL MAS SIGNIFICATIVO

Tabla XIV.4b Opciones de configuración.

- M - MODO.

M2	M1	M0	FUNCIÓN
0	0	0	MODO 0
0	0	1	MODO 1
X	1	0	MODO 2
X	1	1	MODO 3
1	0	0	MODO 4
1	0	1	MODO 5

Tabla XIV.4c Opciones de configuración.

MODO 0. Interrupción en cuenta terminal.

MODO 1. Un solo disparo programable.

MODO 2. Generador de ciclos de reloj.

MODO 3. Generador de onda cuadrada.

MODO 4. Disparo por software.

MODO 5. Dispara por hardware.

Para mayor información ver las hojas de datos de algún manual del fabricante del 8253.

- BCD.

0	CONTADOR BINARIO DE 16 BITS
1	CONTADOR BCD, 4 DÉCADAS

Tabla XIV.4d Opciones de configuración.

CAPÍTULO XV

GLOSARIO.

- ◆ AC: Altern Current (Corriente alterna).
- ◆ ADC: Analogic to Digital Converter (Convertidor analógico a digital).
- ◆ BIOS: Basic Input Output System (Sistema básico de entrada salida).
- ◆ DC: Direct Current (corriente directa).
- ◆ IBM: International Busines Machines.
- ◆ ISA: Industrial Standar Architecture (Arquitectura estándar industrial).
- ◆ IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers (Instituto de ingeniería eléctrica y electrónica).
- ◆ GPIB: General Purpose Interface Board. (Tarjeta de interface de propósito general).
- ◆ NI: National Instruments.
- ◆ Vz: Voltaje de ruptura Zener.