

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

TESIS DE GRADO

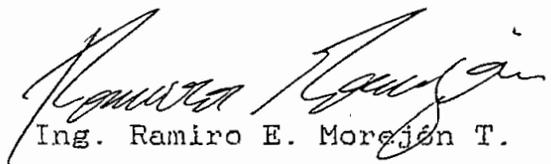
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE ADQUISICION
DE DATOS PARA MEDICION DEL COEFICIENTE DE REFLEXION,
RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E IMPEDANCIA
EN EL RANGO DE 50 (MHz) A 1000 (MHz).

Tesis previa la obtención del título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

1.990

Certificación

Certifico que el presente trabajo ha sido desarrollado en su totalidad por el Señor Fernando Patricio Viteri Torres.


Ing. Ramiro E. Morejón T.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres.

INDICE

PAGINA

INTRODUCCION.		i
CAP. I	SIMULACION DE DATOS PROVENIENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS Y PROGRAMA PARA LA DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE REFLEXION, RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E IMPEDANCIA.	1
I.1	GENERACION DE ARCHIVOS DE DATOS.	2
I.1.1	ECUACIONES PARA LA SIMULACION DEL PATRON DE ONDA ESTACIONARIA EN UNA LINEA DE TRANSMISION.	2
I.1.2	COEFICIENTE DE REFLEXION.	7
I.1.3	RELACION DE ONDA ESTACIONARIA.	9
I.1.4	ECUACIONES PARA LA DETERMINACION DE LA IMPEDANCIA EN EL TERMINAL DE CARGA.	11
I.1.5	ADAPTACION DE LAS ECUACIONES PARA EL PROCESO DE SIMULACION.	12
I.1.6	CRITERIOS PARA LA CORRECTA DETERMINACION DEL VALOR DE LA IMPEDANCIA DE CARGA.	16
I.2	PROGRAMA DE COMPUTADOR DESARROLLADO	

	EN EL COMPILADOR QUICK BASIC Ver. 4.0 PARA LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS: COEFICIENTE DE REFLE- XION, RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E IMPEDANCIA.	18
I.2.1	ESTABLECIMIENTO DEL MODO GRAFICO APROPIADO.	26
I.2.2	SIMULACION DE LOS ARCHIVOS DE DATOS.	27
I.2.3	INFORMACION DEL S.D.A.D.	30
I.2.4	RESULTADOS GRAFICOS.	32
I.2.5	RESULTADOS NUMERICOS.	34
I.2.6	NUMERO DE PARTICIONES.	39
I.2.7	COMPILACION DEL PROGRAMA.	40
I.2.8	CONTENIDO DEL DISCO QUE ALMACENA EL PROGRAMA.	42
I.3	PRUEBA DEL PROGRAMA EN BASE A LOS ARCHIVOS GENERADOS.	43
I.3.1	LIMITE DEL VALOR DE LA FRECUENCIA DE OPERACION.	44
I.3.2	CORTOCIRCUITO COLOCADO EN EL TERMI- NAL DE CARGA.	47
I.3.3	CIRCUITO ABIERTO COLOCADO EN EL TER- MINAL DE CARGA.	51
I.3.4	IMPEDANCIA CARACTERISTICA COLOCADA EN EL TERMINAL DE CARGA.	56

I.3.5	CARGA ARBITRARIA COLOCADA EN EL TERMINAL DE CARGA.	60
CAP. II	DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS.	69
II.1	FUENTES.	72
II.1.1	COMPONENTES DE LA FUENTE.	81
II.2	PARTE ANALOGA.	84
II.2.1	SEÑAL ANALOGA POSICION DE LA PUNTA DE PRUEBA EN LA LINEA RANURADA.	84
II.2.2	SEÑAL ANALOGA AMPLITUD DE LA SEÑAL DE ONDA ESTACIONARIA.	85
II.2.2.1	CIRCUITO RECTIFICADOR.	85
II.2.2.2	CIRCUITO SEGUIDOR DE TENSION.	86
II.2.2.3	CIRCUITO AMPLIFICADOR.	87
II.2.2.4	CIRCUITO COMPARADOR.	89
II.2.2.5	COMPONENTES DEL CIRCUITO AMPLIFICADOR.	91
II.2.3	CONVERSION A/D ADC 0803 LCN.	93
II.3	PARTE DIGITAL.	100
II.3.1	BLOQUE DE CONTROL.	102
II.3.1.1	MICROCONTROLADOR 8751H.	102
II.3.1.2	RELOJ DEL MICROCONTROLADOR.	106
II.3.1.3	CIRCUITO DE RESET.	107
II.3.1.4	DECODER 3/8 74LS137.	110

	PAGINA	
II.3.1.5	BUFFER 74LS244.	112
II.3.1.6	LATCH 74LS373.	113
II.3.1.7	ENCENDICO DE LOS LED.	114
II.3.2	CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO.	116
II.3.3	INTERFACE SERIAL.	118
II.3.4	COMPONENTES DE LA TARJETA PRINCIPAL DEL S.D.A.D.	123
II.4	MONTAJE DE LOS SENSORES.	128
II.4.1	SENSOR PARA LA POSICION DE LA PUNTA DE PRUEBA EN LA LINEA RANURADA.	129
II.4.2	SENSOR PARA LA AMPLITUD DE LA SEÑAL DE ONDA ESTACIONARIA.	131
CAP. III	PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR 8751H PARA EL CONTROL DEL SISTEMA DE AD- QUISICION DE DATOS.	139
III.1	COMUNICACION SERIAL.	142
III.2	PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR 8751H.	149
CAP. IV	PRUEBAS DE MEDICIONES.	162
IV.1	ANALISIS COMPARATIVO EN BASE A MEDI- CIONES OBTENIDAS CON LAS TECNICAS CLASICAS DE LINEAS DE TRANSMISION Y	

	EL MEDIDOR DE ADMITANCIAS 1602 DE GENERAL RADIO.	166
IV.1.1	MEDIDAS TOMADAS A 220 (MHz).	167
IV.1.2	MEDIDAS TOMADAS A 300 (MHz).	169
IV.1.3	MEDIDAS TOMADAS A 500 (MHz).	171
IV.1.4	MEDIDAS TOMADAS A 600 (MHz).	173
IV.1.5	MEDIDAS REALIZADAS CON IMPEDANCIA DE CARGA IGUAL A IMPEDANCIA CARACTERIS- TICA.	182
IV.1.6	PATRON DE ONDA ESTACIONARIA PARA CORTOCIRCUITO Y CIRCUITO ABIERTO.	190
CAP. V	COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.	193

ANEXOS.

ANEXO I LISTADO DEL PROGRAMA DEL COMPUTADOR
PERSONAL PARA LA DETERMINACION DEL
COEFICIENTE DE REFLEXION, RELACION
DE ONDA ESTACIONARIA E IMPEDANCIA.

ANEXO II LISTADO DEL PROGRAMA DEL MICROCON-
TROLADOR 8751H PARA EL CONTROL DEL
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS.

ANEXO III

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

Uno de los instrumentos utilizados en medida para ultra alta frecuencia es la Línea Ranurada.

Con la Línea Ranurada, el patrón de la señal de onda estacionaria, de un campo eléctrico en una línea de transmisión coaxial, de impedancia característica conocida, puede ser determinado con exactitud.

Con los parámetros de onda estacionaria, muchas características del circuito conectado al terminal de carga de la Línea Ranurada pueden ser obtenidas. Por ejemplo, de la relación de la amplitud del máximo, al mínimo, se obtiene la Relación de Voltaje de Onda Estacionaria (VSWR). Se puede obtener también el valor de la impedancia en el terminal de carga, a partir de la relación de onda estacionaria y de la posición de un punto mínimo sobre la línea con respecto a la carga. La longitud de onda de la señal puede ser determinada, obteniendo la distancia entre mínimos; preferentemente con una carga de pocas pérdidas para obtener una mejor resolución, debido a que la separación entre mínimos sucesivos o máximos sucesivos es la mitad de la longitud de onda.

La Línea Ranurada Tipo 874-LBA está diseñada, para determinar el patrón de onda estacionaria sobre una línea de

transmisión, cuya impedancia característica es de 50 (Ω).
Para un rango de frecuencia entre 300 a 5000 (MHz).

En el presente trabajo se adquiere la información que entrega la Línea Ranurada a través de un Sistema de Adquisición de Datos, de manera que se pueda procesar la información aprovechando las facilidades que ofrece un computador personal.

El análisis se divide en dos etapas, la primera corresponde a Simulación; y, la segunda al Procesamiento de la información.

CAPITULO I

SIMULACION DE INFORMACION PROVENIENTE DEL SISTEMA DE
ADQUISICION DE DATOS Y PROGRAMA PARA LA DETERMINACION DEL
COEFICIENTE DE REFLEXION, RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E
IMPEDANCIA

- Generación de archivos de datos.
- Programa de computador desarrollado en el compilador Quick Basic Ver. 4.0 para la determinación de los parámetros: Coeficiente de reflexión, Relación de onda estacionaria, e Impedancia.
- Prueba del programa en base a los archivos generados.

I.1 GENERACION DE ARCHIVOS DE DATOS.

Este capítulo se ocupa, de la generación de los archivos necesarios para la simulación del patrón de onda estacionaria, presente en una línea de transmisión, tanto para cuando la impedancia colocada en el terminal de carga es un cortocircuito, como para cuando se trata de un valor cualquiera.

Conocido el patrón de onda estacionaria, para una impedancia cualquiera, colocada en el terminal de carga de una línea de transmisión, por comparación con el patrón de onda estacionaria para cuando la impedancia de carga es cortocircuito, se puede obtener: el valor de la relación de voltaje de onda estacionaria (V.S.W.R.); el valor del coeficiente de reflexión (Γ_T); y, el valor de la impedancia colocada en el terminal de carga (Z_T).

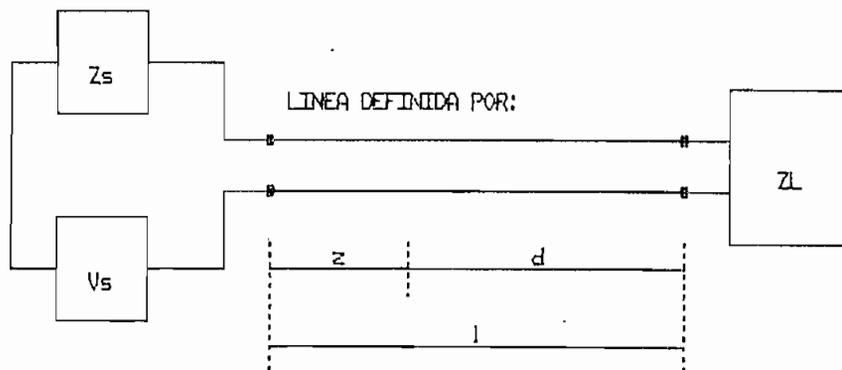
Para esto, se presentan las ecuaciones necesarias y su adaptación para ser implementadas en un programa de computador.

I.1.1 ECUACIONES PARA LA SIMULACION DEL PATRON DE ONDA ESTACIONARIA EN UNA LINEA DE TRANSMISION.

Para la obtención del patrón de onda estacionaria,

cuando en el terminal de carga, de una línea de transmisión, se coloca una impedancia cualquiera, es necesario el modelo matemático que describa en forma cuantitativa y cualitativa dicho patrón.

Las ecuaciones utilizadas para la descripción, de las ondas presentes en la línea de transmisión, hacen referencia a la figura I.1.1.1, en la que se muestra el circuito básico de una línea:



Z_s = Impedancia del generador; V_s = Voltaje del generador.
 Z_L = Impedancia de carga.

Fig.I.1.1.1 Circuito básico de una línea de transmisión. Cuando se reflejan ondas desde la impedancia Z_L , se produce un patrón de onda estacionaria sobre la línea.

En una línea de transmisión, como la que se muestra en la figura I.1.1.1, la ecuación que describe las posibles distribuciones de voltaje, de los armónicos de tiempo de frecuencia única es:

$$V(z) = V_1 e^{-\tau z} + V_2 e^{+\tau z} \quad \text{Ec. I.1.1.1}$$

En la Ec. I.1.1.1 el término $V_1 e^{-\tau z}$ corresponde a la onda de voltaje incidente; en tanto que, $V_2 e^{+\tau z}$ corresponde a la onda de voltaje reflejada.

Existe un factor de multiplicación implícito $e^{j\omega t}$ que afecta a todos y cada uno de los términos de la ecuación anterior; y, es el que da la variación armónica de tiempo de la señal de voltaje; es decir, para obtener el valor instantáneo de voltaje se multiplica la Ec. I.1.1.1 por $e^{j\omega t}$ y se toma la parte real del resultado; para esta expresión se tiene que $\omega = 2\pi * f$ dada en [rad/seg]; y, " f " es la frecuencia de la señal dada en [Hz]. Para problemas en los cuales, se considere cantidades sinusoidales, no es necesario escribir este factor $e^{j\omega t}$ cada vez.

En la línea de transmisión se produce un fenómeno denominado interferencia, el mismo que es el resultado de la suma de la onda incidente y la onda reflejada presentes en la línea, como se expresa en la Ec. I.1.1.1. Ocurre cuando dos señales de la misma frecuencia viajan en direcciones opuestas; estas al encontrarse se suman produciendo una

¹ LINEAS DE TRANSMISION, R. A. Chipman, p. 171
 FIELDS AND WAVES IN COMMUNICATION ELECTRONICS, Ramo,
 Whinnery and Van Duzer, p. 45

nueva señal que tiene la característica de permanecer estacionaria en la línea de transmisión; se dice que las ondas se combinan con interferencia constructiva, en los puntos de máximo voltaje; y, con interferencia destructiva, en los puntos donde el voltaje es cero. Este fenómeno de interferencia es conocido también como "onda estacionaria".

Los fasores de voltaje V_1 y V_2 son arbitrarios, para su determinación es necesario hacer uso de condiciones de borde en los extremos de la línea de transmisión; y, además tomar en cuenta la presencia de la constante de propagación $\tau = \alpha + j\beta$, donde α = constante de atenuación dada en [dB/m] y está relacionada con la variación de la magnitud de la señal; y, β = constante de fase dada en [rad/seg] y tiene que ver con el adelanto o retraso en fase que tienen las componentes a lo largo de la línea de transmisión.

La velocidad de fase de las ondas de voltaje, está dada por la expresión $V_p = \omega/\beta$ donde la constante de fase $\beta = 2\pi/\lambda$. La longitud de onda " λ " se ve atenuada en relación con la constante de atenuación en α [dB] por unidad de longitud de la línea de transmisión. Para el caso en que la onda se propague en el vacío, la constante de atenuación es cero y la velocidad de fase de la onda corresponde a la velocidad de la luz; esto es, aproximadamente 300000 Km/seg; estos valores pueden ser utilizados como una aproximación

para el caso en el que el medio de propagación sea el aire.

La figura I.1.1.2 muestra un ejemplo de una señal o patrón de onda estacionaria en una línea en la que los máximos y los mínimos en el patrón son iguales; esto se debe, a que el sistema es sin pérdidas ($\alpha = 0$); en el caso que se tuvieran pérdidas ($\alpha \neq 0$) en la línea, el patrón de onda estacionaria sería como el de la figura I.1.1.3, en el que la característica es que los máximos y los mínimos no son iguales a lo largo del patrón.

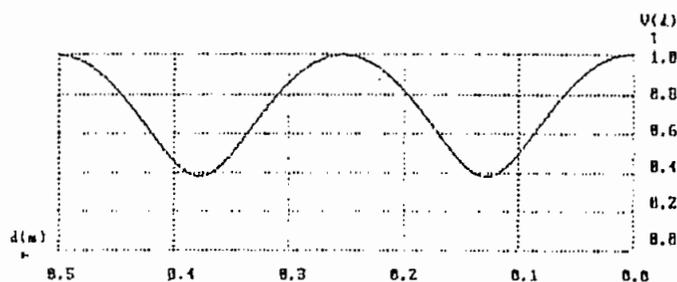


Fig.I.1.1.2 Patrón de onda estacionaria de voltaje para cuando la atenuación $\alpha = 0$.

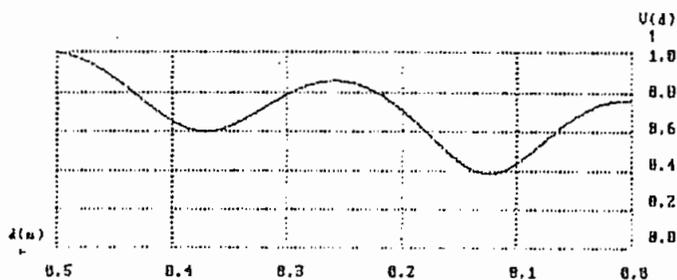


Fig.I.1.1.3 Patrón de onda estacionaria de voltaje para cuando la atenuación $\alpha \neq 0$.

I.1.2 COEFICIENTE DE REFLEXION.

Para el caso general en el que, la impedancia de carga o terminación (Z_T) no sea la impedancia característica (Z_0), se presentan ondas reflejadas; y, la impedancia en cualquier punto de la línea de transmisión es diferente de la impedancia Z_0 . Se tiene entonces el coeficiente de reflexión que es un concepto que debe ser introducido siempre que se trate sobre reflexión.

$$^2 \quad \text{coeficiente de reflexión} = \frac{\text{valor fasorial de la onda de voltaje reflejada, en el punto de reflexión}}{\text{valor fasorial de la onda de voltaje incidente, en el punto de reflexión}}$$

De la definición de coeficiente de reflexión, denominado por las siglas Γ_r , se desprende que la razón entre el numerador y el denominador es un número complejo. Siendo un número complejo, se puede escribir el coeficiente de reflexión de la siguiente manera:

$$\Gamma_T = |\Gamma_T| e^{j\phi_T}$$

Los términos V_1 y V_2 son la amplitud de voltaje de la onda incidente; y, de la onda reflejada respectivamente. De

igual manera sucede con I_1 e I_2 . Para el terminal de carga se cumple:

$$V_T = V_1 + V_2$$

$$I_T = I_1 + I_2$$

Siendo V_T el voltaje aplicado sobre la carga; y, I_T la corriente a través de la carga, se tiene:

$$Z_T = \frac{V_1 + V_2}{I_1 + I_2}$$

Se tiene también la ecuación respecto de la corriente en la línea de transmisión; ésta tiene un significado similar a la ecuación de voltaje:

$$I(z) = I_1 e^{-\tau z} + I_2 e^{+\tau z}$$

Esta ecuación puede ser escrita en función de los voltajes V_1 , V_2 ; y, de la impedancia característica de la línea Z_0 (impedancia a la cual no se produce onda reflejada en la línea de transmisión), quedando de la siguiente manera:

$$I(z) = (V_1 e^{-\tau z} - V_2 e^{+\tau z}) / Z_0$$

Donde se tiene que $I_1 = V_1 / Z_0$ y que $I_2 = -V_2 / Z_0$.

$$Z_T = Z_0 \frac{V_1 + V_2}{V_1 - V_2}$$

$$\Gamma_T = \frac{V_2}{V_1} = \frac{Z_T - Z_0}{Z_T + Z_0} \quad \text{Ec. I.1.2.1}$$

La Ec. I.1.2.1 corresponde por definición al coeficiente de reflexión, que es la relación de la onda de voltaje reflejada respecto de la onda de voltaje incidente, en el terminal de carga de la línea.

I.1.3 RELACION DE ONDA ESTACIONARIA.

Para alguna posición en la línea de transmisión, las amplitudes de los dos términos (onda incidente y onda reflejada) de la ecuación de voltaje, se encuentran en fase y consecuentemente se añaden directamente, lo que constituye una interferencia constructiva; este punto se conoce como máximo de amplitud de voltaje:

$$V_{\text{máx}} = |V_1| + |V_2|$$

Separado un cuarto de longitud de onda de la posición anterior, se tiene una nueva posición en la cual la onda incidente y la onda reflejada están defasadas en el valor de π ; esto significa que se produce una resta entre estos dos valores o lo que es lo mismo se da una interferencia des-

tructiva, obteniéndose un valor mínimo de la amplitud de voltaje:

$$V_{\min} = |V_1| - |V_2|$$

La relación de onda estacionaria, está dada por definición, como la relación existente entre la amplitud máxima de voltaje respecto de la amplitud mínima de voltaje en el patrón de onda estacionaria y su expresión es:

$$S = V_{\max} / V_{\min} \quad \text{Ec.I.1.3.1}$$

$$S = \frac{|V_1| + |V_2|}{|V_1| - |V_2|}$$

$$S = \frac{1 + |V_2/V_1|}{1 - |V_2/V_1|}$$

Sustituyendo la Ec. I.1.2.1 de coeficiente de reflexión en la expresión anterior se obtiene:

$$S = \frac{1 + |\Gamma_r|}{1 - |\Gamma_r|} \quad \text{Ec.I.1.3.2}$$

³ FIELDS AND WAVES IN COMMUNICATION ELECTRONICS, Ramo, Whinnery and Van Duzer, p. 34

I.1.4 ECUACIONES PARA LA DETERMINACION DE LA IMPEDANCIA EN EL TERMINAL DE CARGA.

Para la determinación del valor de la impedancia colocada en el terminal de carga de la línea de transmisión, es necesario el conocimiento del patrón de onda estacionaria; y, a partir de este y haciendo uso de las ecuaciones existentes obtener dicho valor.

La variación de impedancia a lo largo de una línea sin pérdidas, puede ser obtenida de las cartas para líneas de transmisión; para algunos propósitos puede ser muy conveniente contar con una fórmula para la determinación del valor de la impedancia.

Las ecuaciones que permiten la determinación de la impedancia colocada en el terminal de carga, ya sea por el mínimo ubicado a la izquierda o a la derecha del de cortocircuito son:

$$Z_T = Z_0 \frac{1 - j S \tan 2\pi d_1/\lambda}{S - j \tan 2\pi d_1/\lambda} \quad \text{Ec.I.1.4.1}$$

$$Z_T = Z_0 \frac{1 + j S \tan 2\pi d_2/\lambda}{S + j \tan 2\pi d_2/\lambda} \quad \text{Ec.I.1.4.2}$$

En la fig. I.1.4.1 se describen los diferentes parámetros que deben obtenerse del patrón de onda estacionaria, para reemplazar en la ecuaciones que determinan la impedancia en el terminal de carga y que son: relación de onda estacionaria (V.S.W.R); distancia de separación existente entre los mínimos de carga y el mínimo de cortocircuito; y, la longitud de onda o la frecuencia de operación del generador.

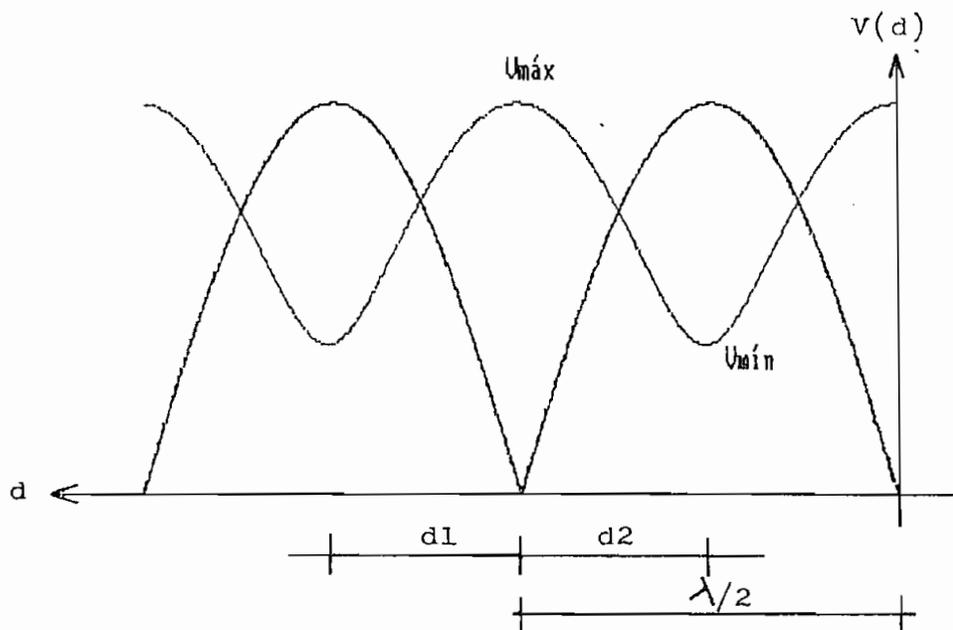


Fig.I.1.4.1 Patrón de onda estacionaria para una carga cualquiera.

I.1.5 ADAPTACION DE LAS ECUACIONES PARA EL PROCESO DE SIMULACION.

Trabajando con la ec. I.1.1.1, se puede reescribirla quedando:

$$V(z) = V_1(e^{-\tau z} + V_2 e^{+\tau z}/V_1)$$

Por la definición dada de coeficiente de reflexión tenemos:

$$\Gamma_r = \frac{V_2 e^{+\tau l}}{V_1 e^{-\tau l}}$$

$$V(z) = V_1(e^{-\tau z} + \Gamma_r e^{-2\tau l} e^{+\tau z})$$

$$V(z) = V_1 e^{-\tau l} (e^{\tau(1-z)} + \Gamma_r e^{-\tau(1-z)})$$

$$V(d) = V_1 e^{-\tau l} (e^{\tau d} + \Gamma_r e^{-\tau d}) \quad \text{Ec. I.1.5.1}$$

De esta manera se tiene la ecuación de voltaje, en un punto cualquiera, separado una distancia $\langle d \rangle$ de la impedancia colocada en el terminal de carga.

El análisis de la onda estacionaria, permite obtener un procedimiento, por medio del cual, es posible determinar el valor de la impedancia colocada en el terminal de carga de la línea de transmisión; para conseguir este propósito es necesario hacer una comparación entre el patrón de onda estacionaria cuando la impedancia en el terminal de carga es un cortocircuito y el patrón de onda estacionaria cuando la impedancia en el terminal de carga es una impedancia cualquiera.

Para la generación de un archivo de datos que permita la simulación del patrón de onda estacionaria; y, poder describir el procedimiento a seguir para la determinación del coeficiente de reflexión; relación de onda estacionaria; y, la impedancia colocada en el terminal de carga de la línea de transmisión, es necesario desarrollar la ecuación I.1.5.1 de manera que permita obtener valores de voltaje a diferentes distancias; y, de esta manera sea factible graficar el patrón de onda estacionaria.

El proceso de desarrollo de una nueva expresión, con la cual se obtiene el archivo de datos se describe a continuación:

En primer lugar es necesario introducir dos nuevos parámetros en la definición del coeficiente de reflexión con el propósito de facilitar el análisis.

$$\Gamma_T = |\Gamma_T| e^{j\phi_T} = e^{-2(p + ja)}$$

$$p = \ln(1/|\Gamma_T|)$$

$$q = -\frac{1}{2}\phi_T$$

$$V(d) = V_1 e^{-\tau d} (e^{+\tau d} - e^{-2(p+ja)} e^{-\tau d})$$

$$V(d) = V_1 e^{-\tau t} e^{-(p+jq)} (e^{+(p+jq)} e^{+\tau d} - e^{-(p+jq)} e^{-\tau d})$$

$$V(d) = V_1 e^{-\tau t} f(\Gamma_T) (e^{+(p+jq)} e^{+\tau d} - e^{-(p+jq)} e^{-\tau d})$$

Como ya se había definido antes, se sabe que $\tau = \alpha + j\beta$; y, se puede entonces reescribir la expresión anterior, obteniéndose lo siguiente:

$$V(d) = V_1 e^{-\tau t} f(\Gamma_T) (e^{+(\alpha+p)+j(\beta d+q)} + e^{-(\alpha+p)-j(\beta d+q)})$$

En esta expresión se puede realizar el siguiente reemplazo:

$$\cosh(x) = (e^{+x} + e^{-x})/2$$

$$V(d) = 2V_1 e^{-\tau t} f(\Gamma_T) \cosh((\alpha+p)+j(\beta d+q))$$

Es posible modificar esta última ecuación para evitar trabajar con números complejos; para esto, es necesario utilizar la siguiente identidad trigonométrica:

$$\cosh(x + jy) = \cosh(x)\cos(y) + j\sinh(x)\sen(y)$$

Reemplazando esta identidad trigonométrica; y, obteniendo el módulo de la expresión resultante, lo que se obtiene es:

$$|V(d)| = |2V_1 e^{-\tau l} f(\Gamma_T)| (\sinh^2(\alpha d + p) + \cos^2(\beta d + q))^{1/2}$$

Es esta última ecuación, la que permite trazar el gráfico correspondiente al patrón de onda estacionaria; para facilitar esto, se puede normalizar la ecuación respecto del factor de escala que la afecta quedando lo siguiente:

$$|V(d)| = (\sinh^2(\alpha d + p) + \cos^2(\beta d + q))^{1/2} \quad \text{Ec. I.1.6.1}$$

La generación del archivo necesario para la simulación es en base a la ecuación I.1.6.1; misma que describe en forma cualitativa el patrón de onda estacionaria.

I.1.6 CRITERIOS PARA LA CORRECTA DETERMINACION DEL VALOR DE LA IMPEDANCIA DE CARGA.

Se establece como un criterio adecuado, para la determinación del valor de la impedancia colocada en el terminal de carga de la línea de transmisión, de manera de no incurrir en un error muy grande, el que la línea de transmisión sea de bajas pérdidas o baja atenuación por longitud de onda; para que esto se de, debe cumplirse la siguiente desigualdad:

$$\alpha/\beta \ll 1$$

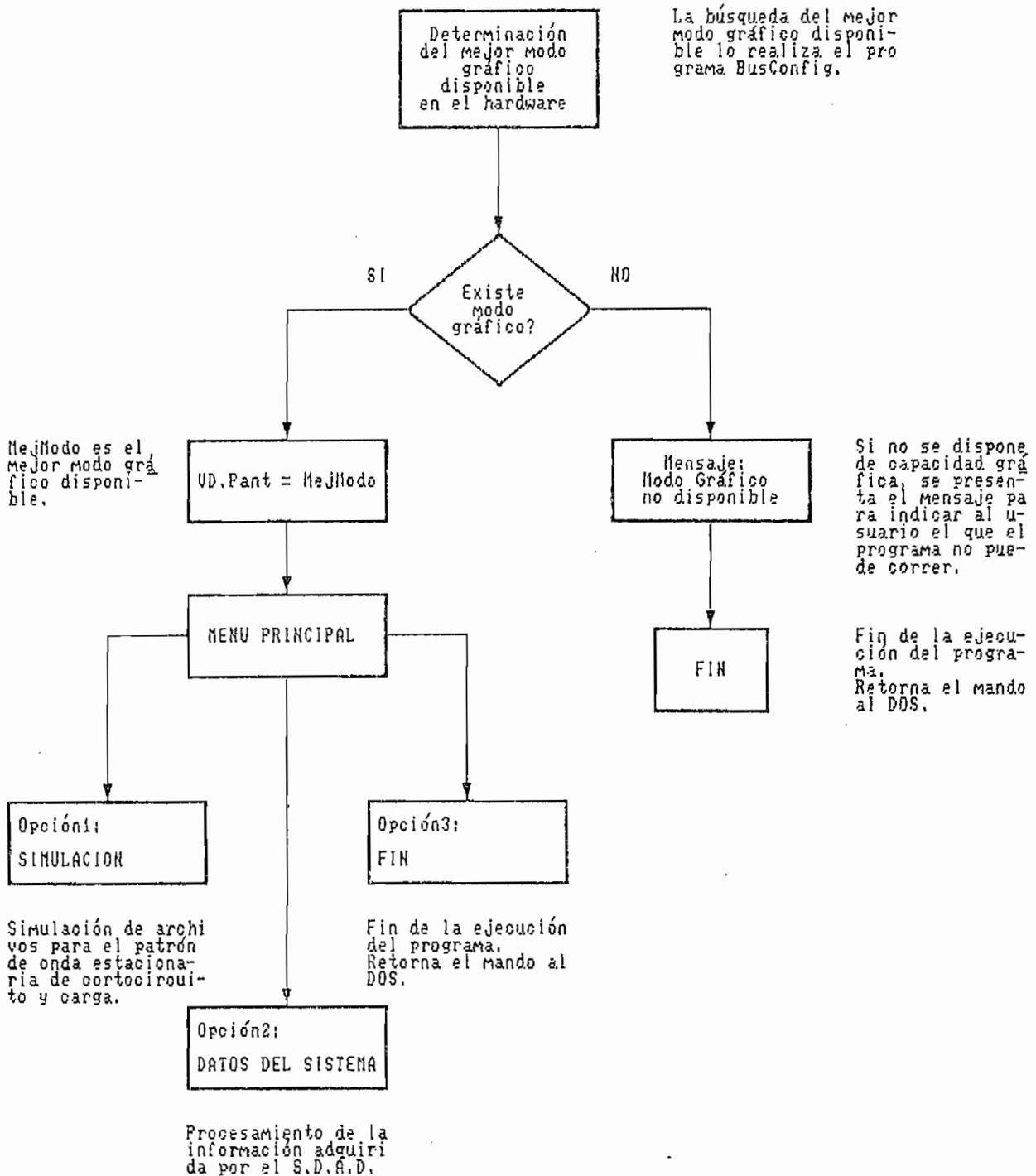
Además se tiene que para patrones de onda estacionaria en líneas de transmisión, en las que la atenuación es diferente de cero y que están terminadas en impedancias que producen magnitudes del coeficiente de reflexión que no están cercanos a la unidad, se puede realizar cálculos con mucha exactitud.

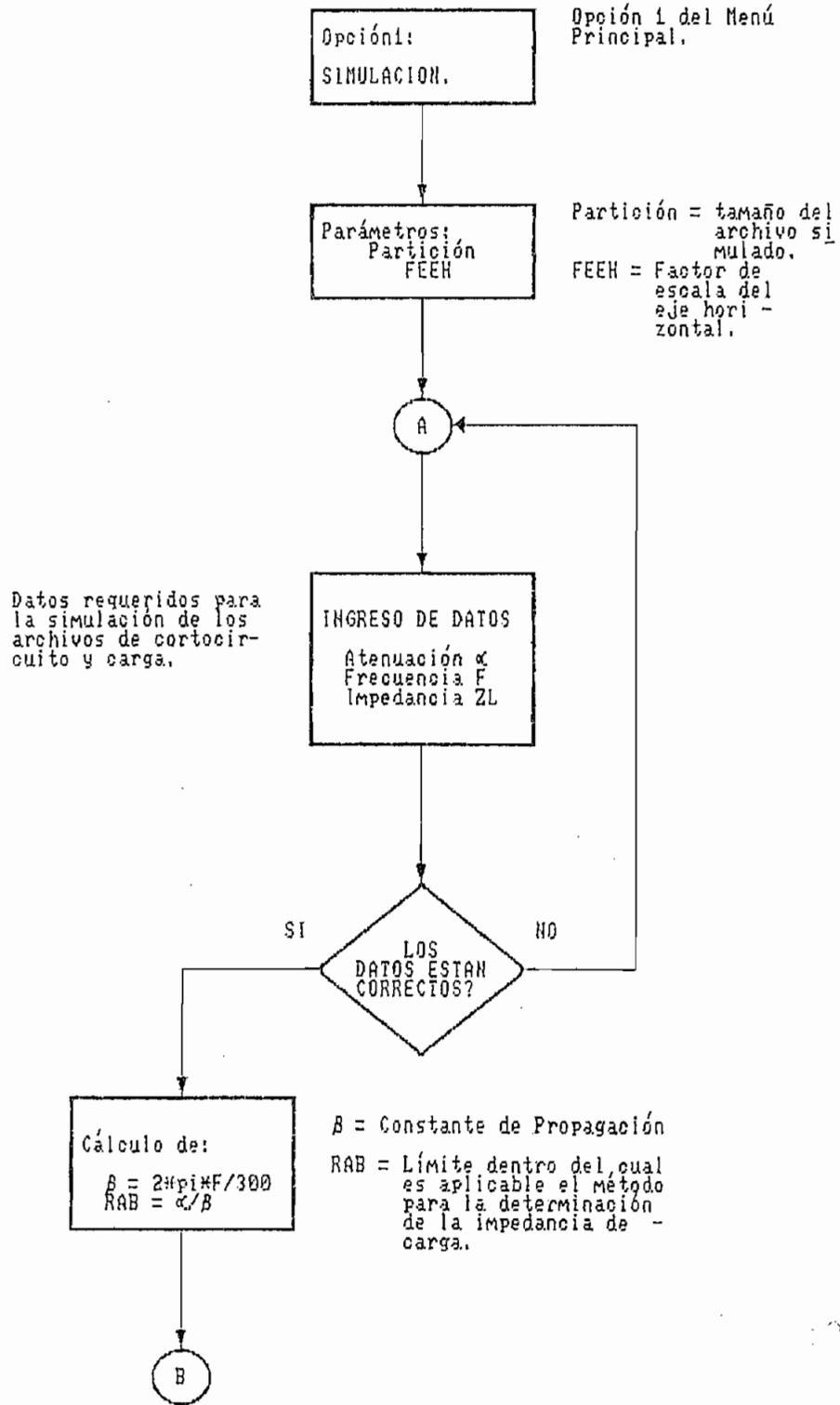
I.2 PROGRAMA DE COMPUTADOR DESARROLLADO EN EL COMPILADOR QUICK BASIC Ver. 4.0 PARA LA DETERMINACION DE LOS PARAMETROS: COEFICIENTE DE REFLEXION, RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E IMPEDANCIA.

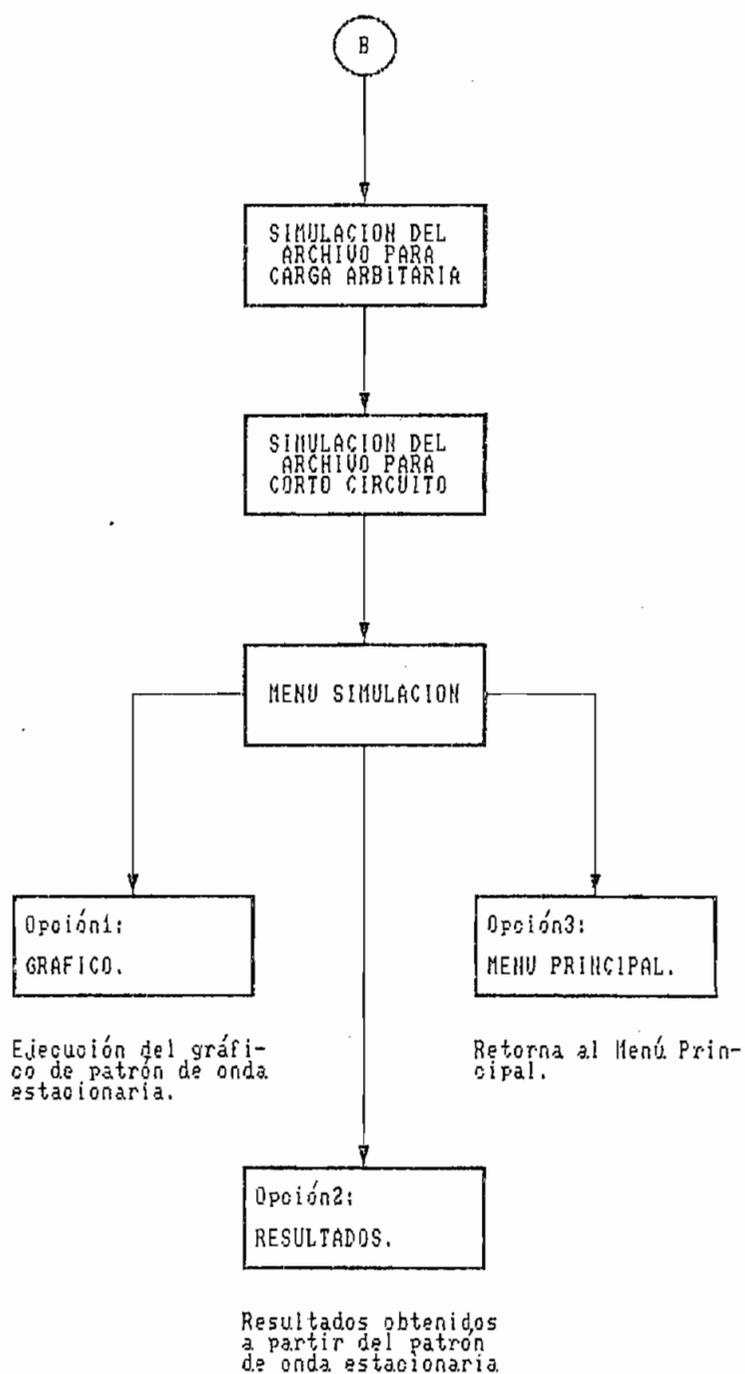
Este lenguaje permite, que el programa, necesario para la generación del archivo, para la simulación del fenómeno que ocurre en el interior de una línea de transmisión; y, el procesamiento de la información proveniente del Sistema de Adquisición de Datos (S.D.A.D.) se lo haga de una manera sencilla, rápida y funcional.

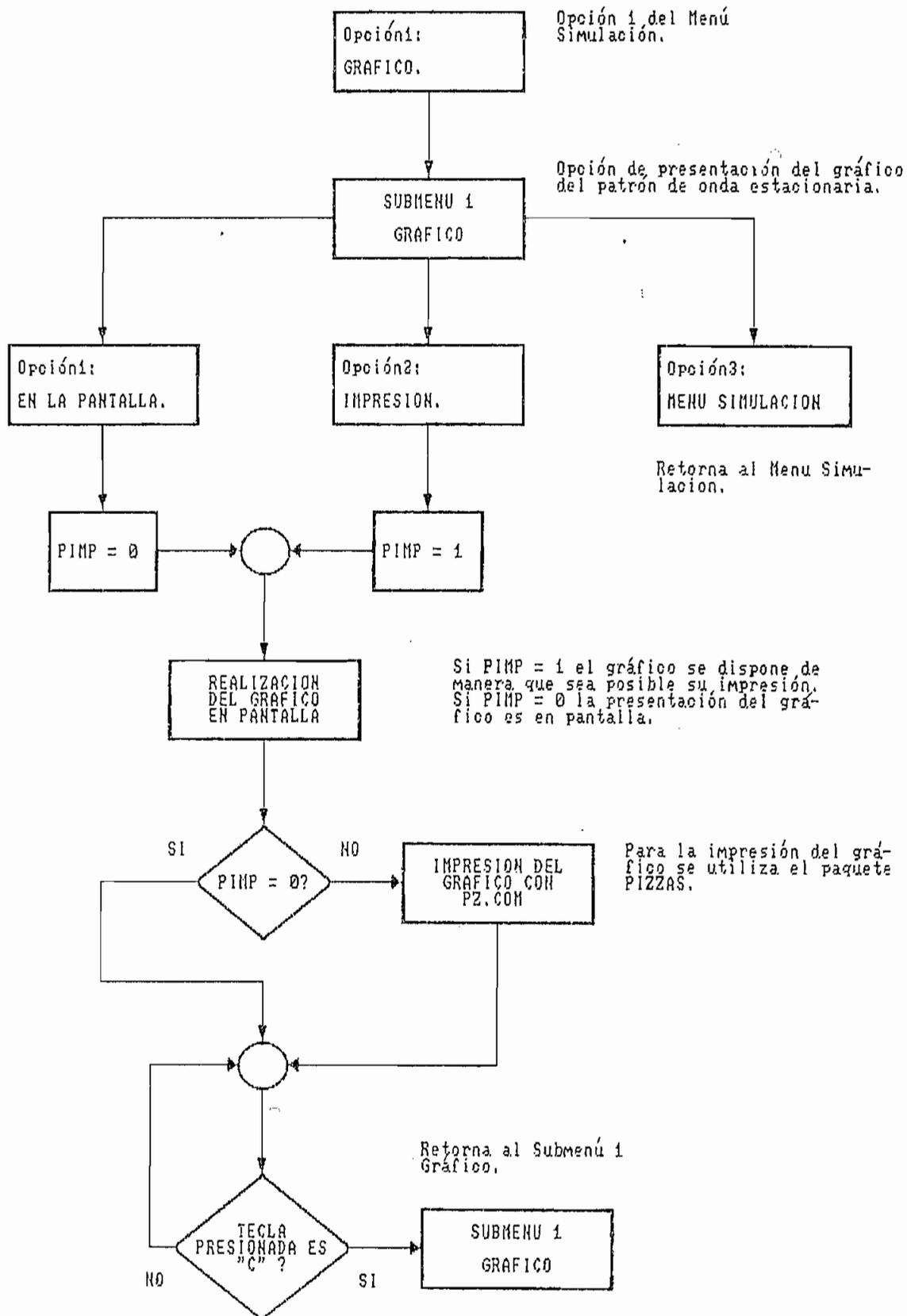
En el diagrama de bloques de la figura I.2.1, se incluye la estructura y las diferentes opciones que el programa desarrollado permite al usuario ejecutar; con este diagrama se consigue un mejor entendimiento de la estructura del programa. En los siguientes puntos, se explica en detalle cada una de las etapas.

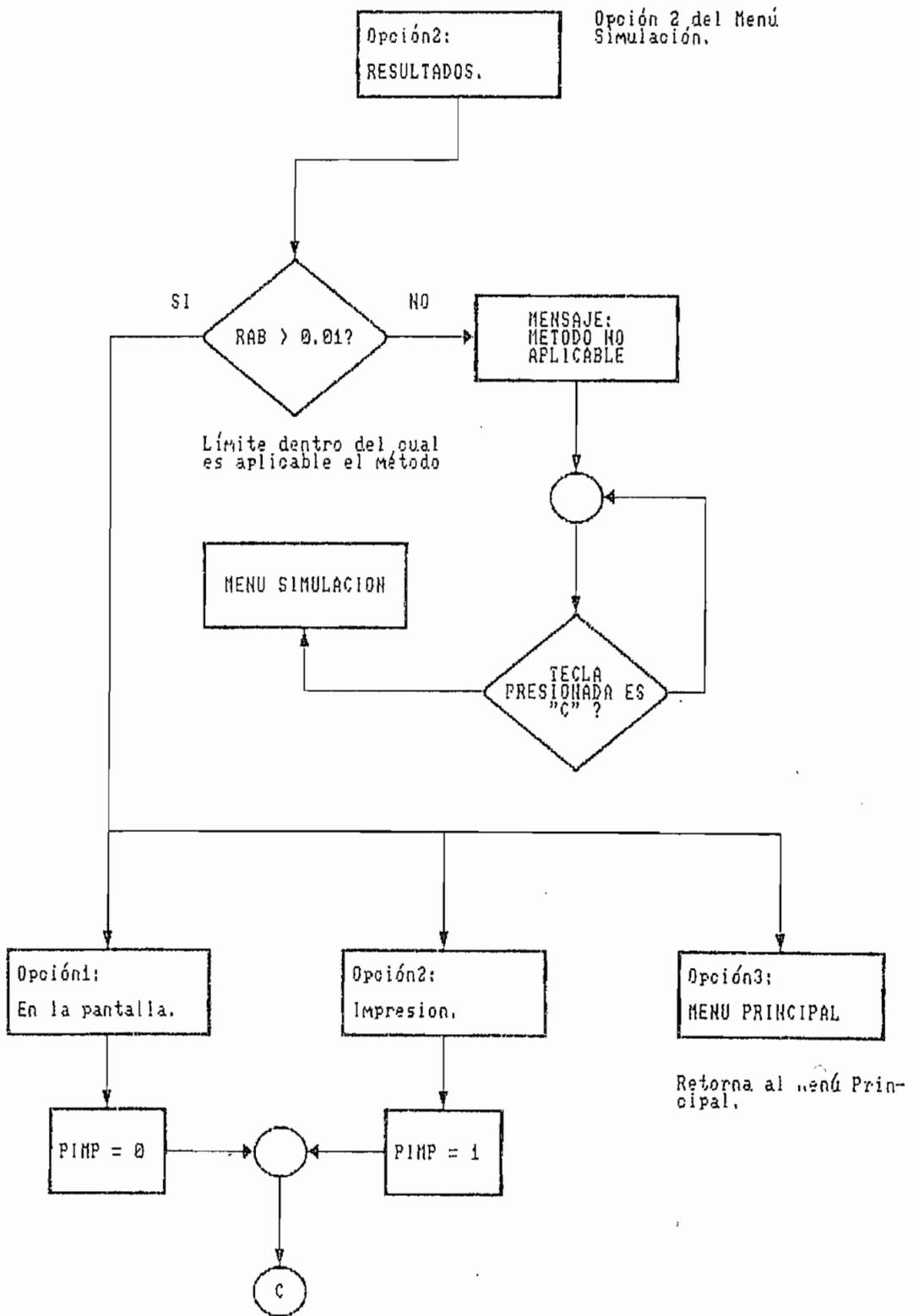
Fig. I.2.1 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA DESARROLLADO

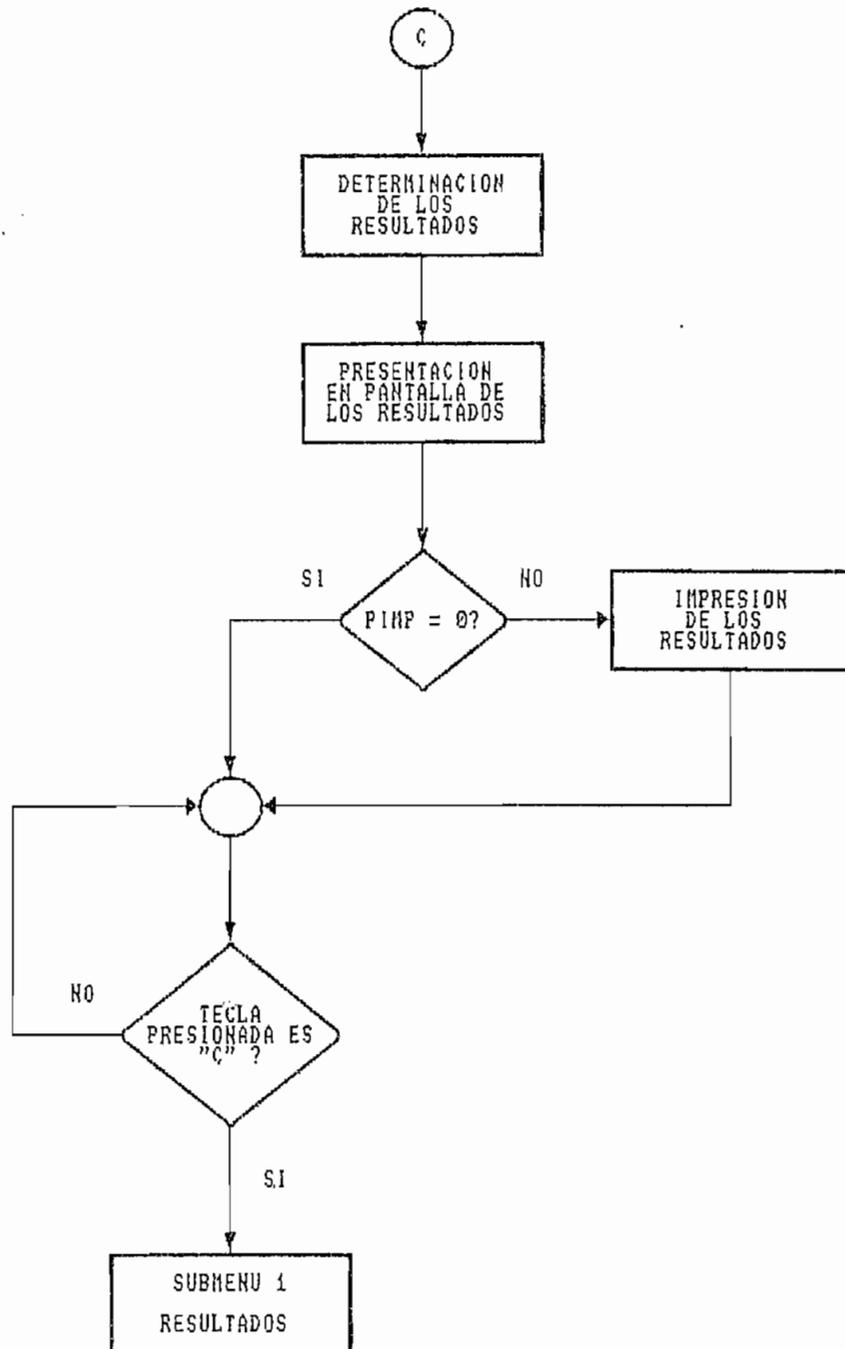




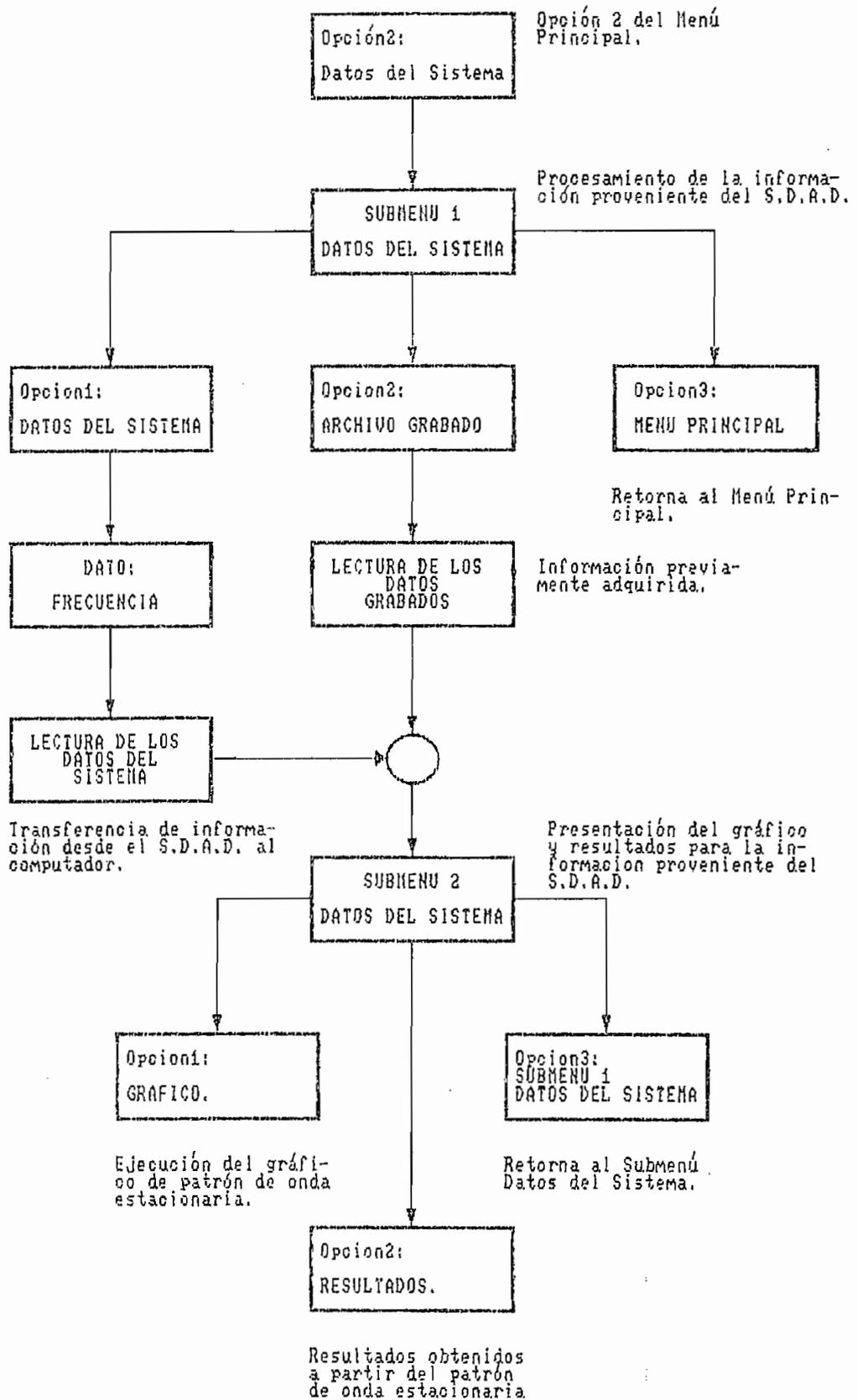








Retorna al Submenú 1
Resultados.



I.2.1 ESTABLECIMIENTO DEL MODO GRAFICO APROPIADO.

El establecimiento del modo gráfico apropiado lo hace el programa denominado SDADC.EXE; este programa se encarga además de la presentación de la carátula.

Para correr el programa principal, el computador debe contar con capacidad gráfica; para la selección del modo gráfico apropiado se debe analizar la disponibilidad del hardware del computador, lo que se consigue con un subprograma denominado BusConfig. Este subprograma determina los posibles modos de video, según el tipo de adaptador gráfico del monitor; y, coloca de estos el que previamente se determinó como adecuado.

Las constantes para el modo gráfico se pueden apreciar en la tabla I.2.1.1:

TARJETA	MODOS DISPONIBLES	MODO ESCOGIDO
VGA	12789BCD	8
MCGA	12BD	D
EGA256	12789	9
EGAG4	12789	8
MONO	A	A
HERC	3	3

Tabla I.2.1.1 Constantes Modo Gráfico.

En caso de que con el hardware disponible, no se tenga la posibilidad de realizar gráficos de alta resolución, el programa presenta un mensaje que indica al usuario la no disponibilidad de capacidad gráfica; y, con esto la imposibilidad de ejecutar el programa.

Una vez establecido el modo gráfico apropiado, este valor es transferido al programa principal SDADSP.EXE haciendo uso de la instrucción CHAIN que permite transferir el control de un programa a otro. La ventaja de usar CHAIN es que permite dividir un programa con un requerimiento de memoria muy grande en varios pequeños programas. La sentencia COMMON permite pasar variables de un programa a otro al ejecutar la instrucción CHAIN.

I.2.2 SIMULACION DE LOS ARCHIVOS DE DATOS.

El programa SDADSP.EXE da inicio su ejecución después de ser transferido el control desde el programa SDADC.EXE con la instrucción CHAIN. Es necesario en primer lugar leer del disco el número de particiones y el nivel de ruido para establecer las condiciones iniciales.

El número de particiones y el nivel de ruido pueden ser grabados en el disco de varias maneras; una de ellas es la siguiente:

```
COPY CON PARINIC.001 <J  
1020 <J  
0 <J  
CTRL Z
```

Luego se presenta al usuario el Menú Principal del programa en el cual se puede escoger la opción de simulación.

La simulación de un fenómeno da comienzo con el desarrollo del modelo matemático que lo representa; y, con el establecimiento de las condiciones que lo rodea. Luego, es necesario conocer los parámetros o valores sobre los cuales se realiza la simulación.

Los valores requeridos por el programa como datos a ser introducidos son:

Atenuación de la línea (α) en [dB/m]
Frecuencia de operación en [MHz.]
Impedancia en el terminal de carga en [Ω]

Para la introducción de estos valores, como datos requeridos para la simulación, se utiliza un subprograma llamado DatoValido, el mismo que verifica si la tecla presionada es un valor numérico, el signo menos, el punto para la separación de la parte entera de la decimal, la tecla ENTER o la tecla ESC; si la tecla presionada no corresponde a una de las mencionadas anteriormente, el programa responde con un BEEP como indicación de que no es una tecla permitida para la introducción de datos. La verificación de la tecla presionada se logra a través del código Ascii correspondiente a cada una de ellas, permitiendo solo aquellas que correspondan a datos válidos.

Para la etapa de simulación se tiene que, haciendo uso de la expresión I.1.6.1 deducida anteriormente, se implementa una rutina que permite la generación de un archivo tanto para la condición en que, en el terminal de carga se encuentra una impedancia corto circuito, como para cuando en el terminal de carga se ha colocado una impedancia cualquiera; haciendo uso para este último caso de los datos que requiere el sistema.

Un lazo, ejecuta las instrucciones encerradas en su interior un número definido de iteraciones, partiendo las iteraciones desde un valor inicial hasta un valor final en incrementos de uno. Las instrucciones en el interior del

lazo corresponden precisamente a las que permiten la simulación de los archivos. Los valores obtenidos de la simulación son almacenados en arreglos denominados VC() y VCC() para cuando la impedancia en el terminal de carga es cualquier valor; y, para cuando se trata de un cortocircuito respectivamente.

Para la simulación de los archivos de datos es necesario dividir la longitud de línea de transmisión, en un determinado número de particiones que garanticen el recuperar resultados enmarcados dentro de un error determinado; se escoge como número de particiones la cantidad de 1020. Este valor permite recuperar resultados con un error por exceso o por defecto inferiores al 10%.

I.2.3 INFORMACION DEL S.D.A.D.

La segunda etapa es la relacionada con el procesamiento de la información proveniente del Sistema de Adquisición de Datos.

Se tiene la posibilidad de procesar información previamente adquirida y grabada o de procesar información inmediata del S.D.A.D. Una vez que en el Menú Principal del programa se selecciona la opción Datos del Sistema es posible escoger una nueva opción que permite el procesamiento de la

información nueva o grabada.

El procesamiento de la información es similar en ambos casos, lo que las diferencia es que mientras en un caso la información proviene del Disco, en el otro proviene del S.D.A.D.

La información grabada en el disco, se consigue una vez que la información ha sido adquirida por el S.D.A.D.; para esto se abre un archivo con el nombre DATOSn.DAT donde n puede variar desde la letra A en adelante según el número de veces que se adquiriera información con el equipo.

La transmisión de la información almacenada en la memoria del S.D.A.D. se la realiza haciendo uso de comunicación serial RS-232C, que constituye uno de los más usuales métodos de comunicación. Los parámetros utilizados para el RS-232C son 1200 baudios; no se utiliza paridad; 8 bits de datos; y, un bit de parada; el tamaño del buffer para el almacenamiento de la información proveniente del periférico es de 512 bytes cuando no se especifica lo contrario, siendo posible modificar este valor al tamaño deseado.

Desde el teclado del computador, se ordena al Sistema de Adquisición de Datos descargar toda la información que ha adquirido; para esto el computador envía un byte que es

el número "71", código que el SDAD reconoce como una orden para dar comienzo a la transmisión de los datos, respondiendo al computador con el envío del código número "79" que es interpretado por el computador como un indicativo de que la comunicación se ha realizado sin novedad, presentando al usuario el mensaje de que se están recibiendo datos desde el SDAD; si este código no es recibido o se recibe un código equivocado, el computador presentará el mensaje de que la recepción no ha sido verificada, retornando al Menú principal del programa.

Esta información es almacenada en primer lugar en forma de STRING en los vectores Y1\$() y Y2\$() para luego obteniendo el respectivo código Ascii almacenarlos en vectores denominados Y1() y Y2(); siendo procesada de la misma manera que los datos de la simulación, es decir se aplican las cuatro expresiones que permiten la determinación de la relación de onda estacionaria, la impedancia presente en los terminales de carga y el coeficiente de reflexión para la obtención de resultados.

I.2.4 RESULTADOS GRAFICOS

Parte de la opción de presentación de resultados para la simulación; y, datos provenientes del SDAD, es la obtención del gráfico del patrón de onda estacionaria.

En base a los archivos almacenados en memoria, tanto para cuando la impedancia en el terminal de carga es cortocircuito, como para cuando es un valor cualquiera, es posible obtener en la pantalla o como un reporte impreso el patrón de onda estacionaria.

Este gráfico se consigue trazando segmentos de recta entre dos puntos contiguos del archivo de datos; y, haciendo un barrido sobre todo el archivo. La instrucción utilizada para cumplir con este propósito es:

```
LINE (x1,y1)-(x2,y2), 1, , Estilo
```

Donde $(x1,y1)$ es el par de coordenadas del un extremo del segmento; y, $(x2,y2)$ es el par de coordenadas del otro extremo; la opción "Estilo" en la instrucción, permite dar diferente estructura al trazado de cada línea; los dos tipos de línea son utilizados para diferenciar entre el patrón de onda estacionaria de cortocircuito y el de la impedancia colocada en el terminal de carga.

Esta instrucción se encuentra dentro de un lazo de repetición, que se ejecuta un determinado número de veces según el número de muestras que se tenga del archivo. El valor en el eje "Y" de cada punto del gráfico es normalizado respecto del mayor valor del archivo, de manera que el

máximo valor a graficar corresponde a uno (1) en la escala del eje vertical que para el caso del patrón de onda estacionaria es el voltaje en función de la distancia de separación del terminal de carga de la línea; y, el eje "X" o eje horizontal corresponde a la separación entre el terminal de carga y el punto en que se toma el voltaje del patrón de onda estacionaria.

El gráfico del patrón de onda estacionaria, realizado en pantalla puede ser impreso; para esto, se utiliza un software desarrollado con el propósito de poder imprimir el contenido de la pantalla; este paquete se llama PIZZAS y se trata de un archivo residente en memoria, el mismo que puede ser llamado el momento en que se lo requiere sin que por esto uno pierda el control del programa que esté utilizando. En el anexo 3 se presenta en detalle la explicación del uso de este paquete incorporado al programa principal.

I.2.5 RESULTADOS NUMERICOS

En la figura I.2.5.1 se puede apreciar el valor $V_{m\acute{a}x}$ y $V_{m\acute{i}n}$ que son el voltaje máximo y mínimo de la señal y, cuya relación se conoce como Relación de Voltaje de Onda Estacionaria (V.S.W.R.). Respecto de esto se debe tomar en cuenta, que, para tener exactitud en el valor de V.S.W.R., las lecturas realizadas deben tomarse con cierta precisión,

esto requiere que la magnitud mínima de voltaje deba estar por encima del umbral de sensibilidad o nivel de ruido.

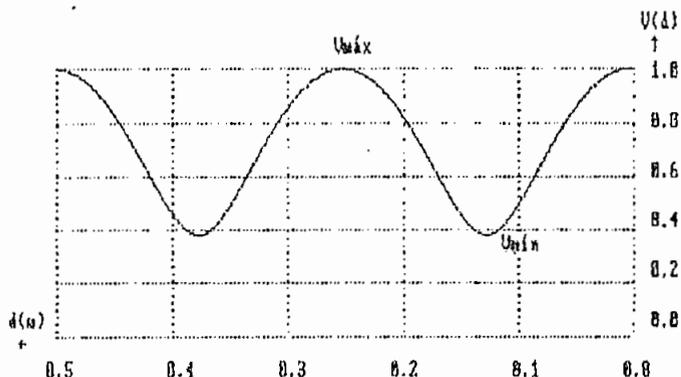


Fig. I.2.5.1. Máximo y Mínimo en el patrón de onda estacionaria.

Se diferencia en lo que a Relación de Voltaje de Onda Estacionaria se refiere, un límite, esto es, para cuando el valor es inferior a diez (10), se aplica una fórmula para la determinación del valor de VSWR; y, para cuando este mismo valor es superior a diez (10) se dispone de otra ecuación para determinarlo.

El valor de la relación de onda estacionaria (VSWR), para valores inferiores a diez (10), se encuentra de la relación existente entre el máximo y el mínimo de la señal de onda estacionaria, la ecuación es la siguiente:

$$S = V_{máx}/V_{mín}$$

Ec. I.2.5.1

$$V_{\text{máx}} = |V_1| + |V_2|$$

$$V_{\text{mín}} = |V_1| - |V_2|$$

Para la determinación del máximo y mínimo de la señal se hace un barrido del archivo de datos, determinando estos dos valores, que serán reemplazados en la ecuación I.2.5.1 obteniéndose así el valor numérico de la relación de onda estacionaria.

Cuando la VSWR es superior a diez (10), se aplica un método indirecto denominado del Doble Mínimo, el mismo que consiste en medir la distancia "d", que existe entre los puntos A y B de la figura I.2.5.2, en los cuales el voltaje es 1.4142 veces el voltaje del mínimo (corresponde a una potencia igual al doble de la del mínimo).

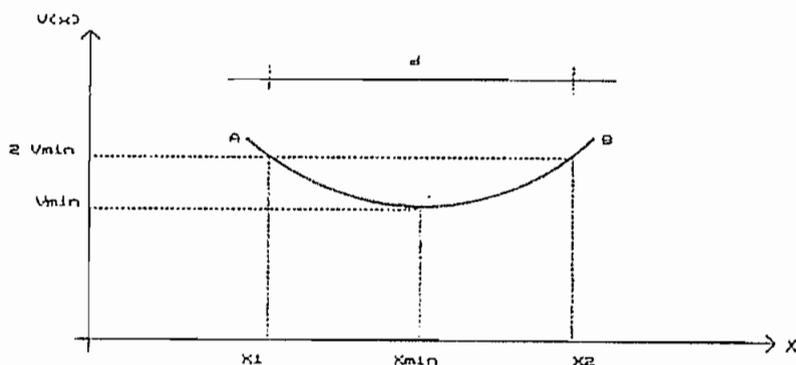


Fig. I.2.5.2. Forma de determinar los puntos de -3 dB para encontrar S por el método del doble mínimo.

La Relación de Onda Estacionaria se obtiene para este caso por medio de la ecuación I.2.5.2.

$$S = \left(\frac{1}{\sin^2(\pi d/\lambda)} + 1 \right)^{1/2} \quad \text{Ec. I.2.5.2}$$

Superponiendo las señales de onda estacionaria para una carga cualquiera y para cuando la carga es cortocircuito, se determinan las distancias:

- Dmincc: distancia al primer mínimo desde el terminal de carga para la señal de onda estacionaria de corto circuito;
- D2: distancia existente entre el mínimo para cortocircuito y el mínimo a la derecha de este para la señal de onda estacionaria para una carga cualquiera; y,
- D1: distancia entre el mínimo para corto circuito y el mínimo para una carga cualquiera por la izquierda del corto circuito.

Haciendo uso del valor Dmincc, se puede determinar el valor de la longitud de onda de la frecuencia de la señal que se transmite a lo largo de la línea de transmisión, para esto se aplica la siguiente relación:

$$\text{Longitud de onda} = 2 * D_{\text{mincc}} \quad \text{Ec. I.2.5.3}$$

Para la determinación de la impedancia desconocida, colocada en el terminal de carga, se aplican las siguientes ecuaciones según se utilice la distancia D_1 o la distancia D_2 .

$$Z_T = Z_0 \left(\frac{1 - j \tan 2\pi D_1 / \lambda}{S - j \tan 2\pi D_1 / \lambda} \right) \quad \text{Ec. I.2.5.4}$$

$$Z_T = Z_0 \left(\frac{1 + j \tan 2\pi D_2 / \lambda}{S + j \tan 2\pi D_2 / \lambda} \right) \quad \text{Ec. I.2.5.5}$$

Es con estas dos últimas ecuaciones, en las que se conocen todas las incógnitas, que se determina la impedancia de carga. Una vez conocido el valor de la impedancia de carga, se puede determinar el valor del coeficiente de reflexión, la deducción de la ecuación que se aplica es la siguiente:

$$Z_T = Z_0 \frac{V_1 e^{-\tau l} + V_2 e^{+\tau l}}{V_1 e^{-\tau l} - V_2 e^{+\tau l}}$$

$$Z_T = Z_0 \frac{1 + (V_2 e^{+\tau l}) / (V_1 e^{-\tau l})}{1 - (V_2 e^{+\tau l}) / (V_1 e^{-\tau l})}$$

$$Z_T = Z_0 \frac{1 + \Gamma_T}{1 - \Gamma_T}$$

$$\Gamma_T = (Z_T - Z_0) / (Z_T + Z_0) \quad \text{Ec. I.2.5.6}$$

La ec. I.2.5.6 establece "que el coeficiente de

reflexión en el terminal de carga, de una línea de transmisión es, como puede esperarse, función únicamente de la impedancia terminal de carga conectada a la línea y de la impedancia característica de la línea."

Se puede ver claramente que el resultado de esta última expresión es un número complejo que concuerda con la definición que de coeficiente de reflexión se había dado anteriormente.

Con las ecuaciones I.2.5.1, I.2.5.4, I.2.5.5 y I.2.5.6 se completa la lista de parámetros que el programa principal calcula y presenta los resultados.

I.2.6 NUMERO DE PARTICIONES.

El tiempo que requiere el programa, para la simulación de los archivos de datos depende del número de particiones que se realice de la sección de línea de transmisión en la cual se encontrará el patrón de onda estacionaria.

La longitud de la sección de línea de transmisión, en la cual se simula dicho patrón, corresponde a una longitud de onda más una fracción que garantice pasos de 10 (cm) o 1 (m) en las escalas presentadas en el gráfico. A esta sección de línea de transmisión se la divide en 1020 particiones,

número que garantiza un error en el valor recuperado como resultado inferior a diez, valor que se considera aceptable como rango de error.

I.2.7 COMPILACION DEL PROGRAMA.

Los programas desarrollados en BASIC son transformados en archivos ejecutables (.EXE). Se tienen dos programas a ser compilados que son SDADC.BAS y SDADSP.BAS; el primero determina la configuración gráfica del sistema; y, el segundo ejecuta las etapas de simulación y procesamiento de la información proveniente del S.D.A.D.

La razón de tener dos programas en vez de uno solo; es, el tamaño del archivo para cuando se tiene un solo programa. Este archivo es tan grande, que al compilar se sobrepasa la capacidad permitida de 65.536 bytes. Este inconveniente se soluciona dividiendo este archivo en dos o más programas más pequeños conectados entre sí con la instrucción CHAIN.

La obtención de programas ejecutables a partir de los programas desarrollados se realiza con la opción de compilación en la que los programas .EXE obtenidos requieren del módulo BRUN40.EXE, este módulo contiene el código necesario para implementar el lenguaje BASIC; y, no con la opción en

la que se obtienen programas completamente independientes.

Los programas compilados con la opción en la que requieren de BRUN40.EXE presentan las siguientes ventajas sobre los que son compilados como completamente independientes:

- Los archivos ejecutables son mucho más pequeños.
- Las variables declaradas como COMMON son preservadas cuando la sentencia CHAIN es utilizada. Los programas completamente independientes no preservan las variables listadas en COMMON cuando se realiza la transferencia del control del programa con CHAIN.
- El módulo de carrera y tiempo BRUN40.EXE reside en memoria, de manera que no es necesario recargarlo cada vez que se ejecuta la instrucción CHAIN en el programa.

Los programas ejecutables obtenidos son SDADC.EXE y SDADSP.EXE; el programa SDADC.EXE utiliza la instrucción CHAIN para transferir el control al programa SDADSP.EXE; y, transfiere como variable tipo COMMON, el valor adecuado para el tipo de adaptador gráfico disponible; de manera que, la opción utilizada para obtener el archivo ejecutable es la que los programas requieren del módulo BRUN40.EXE

I.2.8 CONTENIDO DEL DISCO QUE ALMACENA EL PROGRAMA.

La distribución de los programas y paquetes en el disco etiquetado SDAD, se dan a continuación en la tabla I.2.8.1.

CONTENIDO DEL DISCO SDAD.

NOMBRE DEL ARCHIVO	DESCRIPCION
SDAD.BAT	Programa con la secuencia para arrancar al sistema.
READ.ME	Archivo con información del SDAD.
PARINIC.001	Archivo que contiene parámetros iniciales requeridos por el sistema.
SDADC.EXE	Programa de configuración del SDAD.
SDADSP.EXE	Programa principal del SDAD para simulación y procesamiento de información.
BRUN40.EXE	Programa requerido por SDADC y SDADSP (Run-Time module).
PIZZAS	Directorio que contiene el paquete PIZZAS utilizado para imprimir el contenido de la pantalla.
DATOSi.DAT	Archivo de información proveniente del SDAD previamente grabado.

Tabla I.2.8.1

I.3 PRUEBA DEL PROGRAMA EN BASE A LOS ARCHIVOS GENERADOS.

Para probar el programa en base a los archivos generados, se escoge en el menú principal del programa la opción de Simulación, con lo que el programa interrogará al usuario para el ingreso de datos; esta opción permite, que a través del teclado del computador se introduzcan los datos necesarios para la generación del archivo, de manera de poder realizar la simulación.

Los datos que requiere el sistema son: atenuación presente en la línea ranurada; frecuencia de operación dada en MHz; el valor de la parte real de la impedancia de carga; y, finalmente el valor de la parte imaginaria de la impedancia de carga.

Es con estos datos que se generan los archivos; y, se realizan las operaciones necesarias para determinar: coeficiente de reflexión; relación de onda estacionaria; y, la impedancia presente en el terminal de carga.

Una vez que el programa ha realizado las operaciones necesarias, se puede escoger entre las opciones de resultados: realización del gráfico; y, presentación de los valores numéricos obtenidos.

I.3.1 LIMITE DEL VALOR DE LA FRECUENCIA DE OPERACION.

El límite para la introducción de valores de frecuencia de operación del generador de señales, para la simulación, está entre cincuenta (50) y mil (1000) [MHz]; esto es, los valores obtenidos de la simulación se refieren a líneas de transmisión de longitud entre seis (6) y (0.3) [m]. Estos valores permiten hacer un análisis a partir de la simulación del comportamiento de impedancias colocadas en el terminal de carga de la línea.

Para la frecuencia de operación de 50 (MHz), el archivo de datos se genera para puntos separados 5.88 mm; en tanto que, para la frecuencia de operación de 1000 (MHz) la distancia entre dos puntos es de 0.29 mm. Esto significa que conforme la frecuencia es de un valor menor la resolución con la que se realiza el cálculo se deteriora; y, esto involucra un incremento en el error.

La figura I.3.1.1 muestra el patrón de onda estacionaria para cuando la frecuencia de operación es de 50 (MHz) y la impedancia colocada en el terminal de carga es un valor escogido como ejemplo; en tanto que, la figura I.3.1.2 muestra el patrón de onda estacionaria para cuando la frecuencia es de 1000 (MHz).

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 50$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

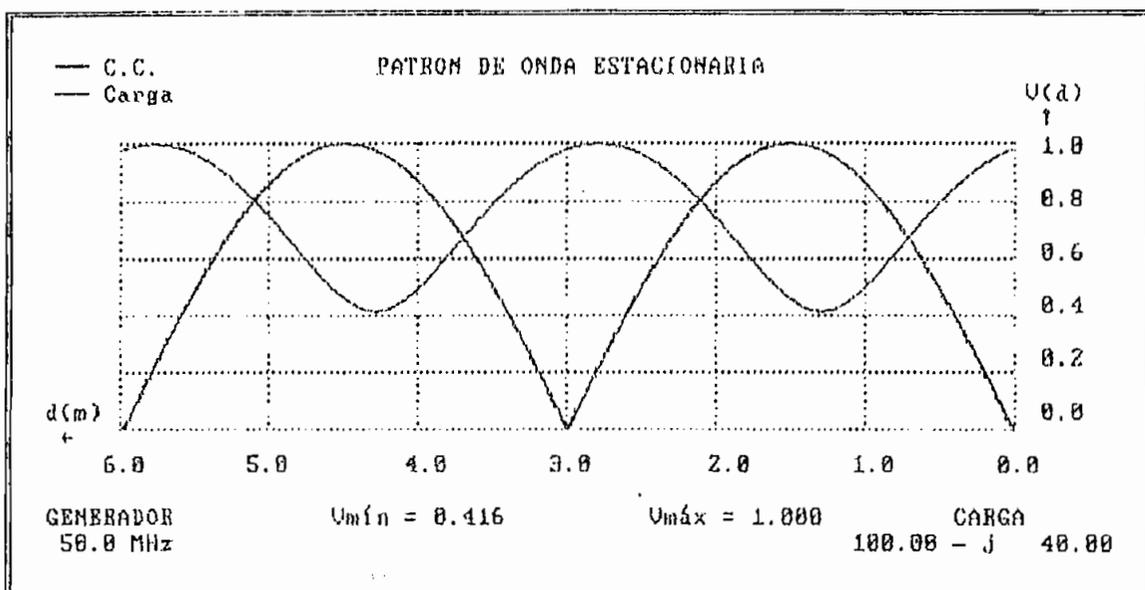


Fig. I.3.1.1

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 1000$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

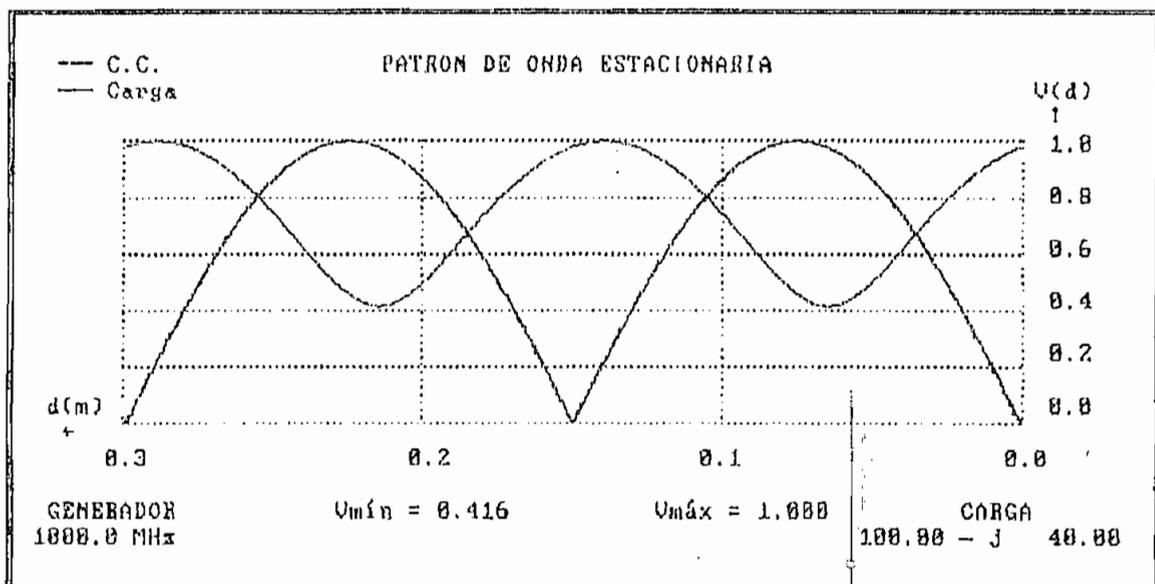


Fig. 1.3.1.2

I.3.2 CORTO CIRCUITO COLOCADO EN EL TERMINAL DE CARGA.

La simulación para impedancia cortocircuito colocada en el terminal de carga, se realiza para la frecuencia de 600 [MHz], que es el valor más adecuado para la operación de la línea ranurada.

La figura I.3.2.1 muestra el patrón de onda estacionaria de cortocircuito. De esta figura se desprende que el patrón de onda estacionaria coincide con el de la referencia; esto se debe, a que la referencia es un cortocircuito. Para demostrar el hecho de que el patrón de onda estacionaria está sobremontado sobre el de referencia, se escoge un valor de impedancia de $1 + 1j$ (Ω); el patrón de onda estacionaria para esta impedancia se muestra en la figura I.3.2.2; este valor se escoge debido a que se puede apreciar con claridad la casi coincidencia entre los dos patrones.

Para la impedancia cortocircuito no es posible aplicar el método para determinar los resultados; debido a que, el mínimo de la señal es cero; y, esto produce una división para cero; además, no es posible determinar las distancias de separación entre mínimos con respecto al patrón de referencia. La tabla I.3.2.1 muestra los resultados obtenidos al analizar el patrón de onda estacionaria para la impedancia $1 + 1j$ (Ω).

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 0 + j 0$ (Ω)

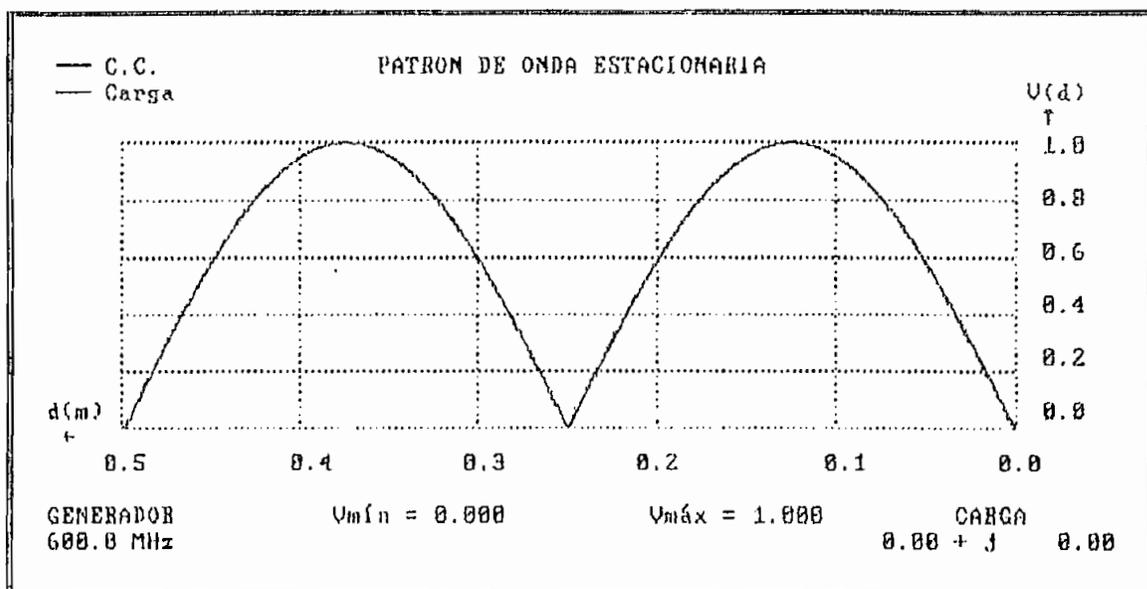


Fig. I.3.2.1

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 1 + j 1$ (Ω)

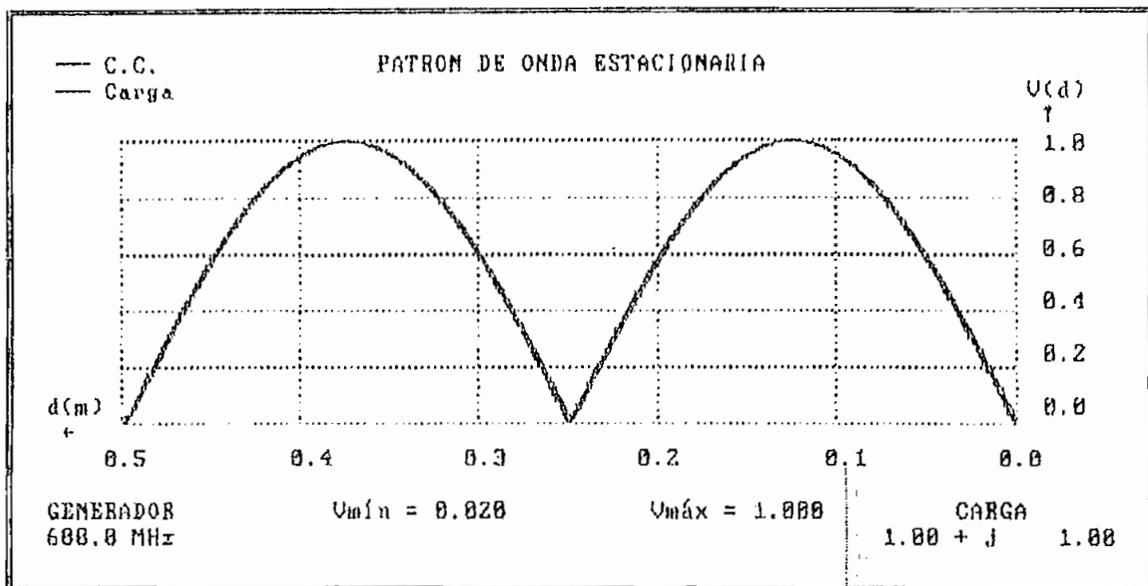


Fig. I.3.2.2

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S			
Distancia al mínimo de CC (m)	=	0.250	
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.001	
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.249	
Máximo normalizado en la señal simulada	=	1.000	
Mínimo normalizado en la señal simulada	=	0.020	
Frecuencia de operación (MHz)	=	600.0	
V.S.W.R.	=	54.13	
Módulo del Coeficiente de Reflexión	=	0.964	
Angulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	=	3.105	
Impedancia de carga (->) (Ω)	=	0.9 + j	0.9
Impedancia de carga (<-) (Ω)	=	0.9 + j	0.9

Tabla I.3.2.1

I.3.3 CIRCUITO ABIERTO COLOCADO EN EL TERMINAL DE CARGA.

Se establece como límite para la introducción de datos de la impedancia de carga el valor de $1000 \text{ } (\Omega)$ tanto para la parte real como para la parte imaginaria. Esto se hace en virtud de que para valores superiores se tienen errores aritméticos que restringen el cálculo.

El patrón de onda estacionaria para circuito abierto, es el mismo que para corto circuito pero defasado una distancia de un cuarto de longitud de onda. Para este caso al igual que en el anterior se tiene el problema de que, siendo el valor del mínimo del patrón de onda estacionaria cero (0), la relación de onda estacionaria tendría un valor infinito, imposibilitando la aplicación del método para determinar los resultados de la simulación.

La figura I.3.3.1 muestra el patrón de onda estacionaria para cuando la impedancia de carga es $1000 + j 1000 \text{ } (\Omega)$; en tanto que, la figura I.3.3.2 muestra el patrón de onda estacionaria para la impedancia de $1000 - j 1000 \text{ } (\Omega)$. En las dos figuras se ve una clara tendencia del patrón de onda estacionaria a coincidir con el patrón que se obtendría para un circuito abierto colocado en el terminal de carga. Los resultados obtenidos se muestran en las tablas I.3.3.1. y I.3.3.2 respectivamente.

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 1000 + j 1000$ (Ω)

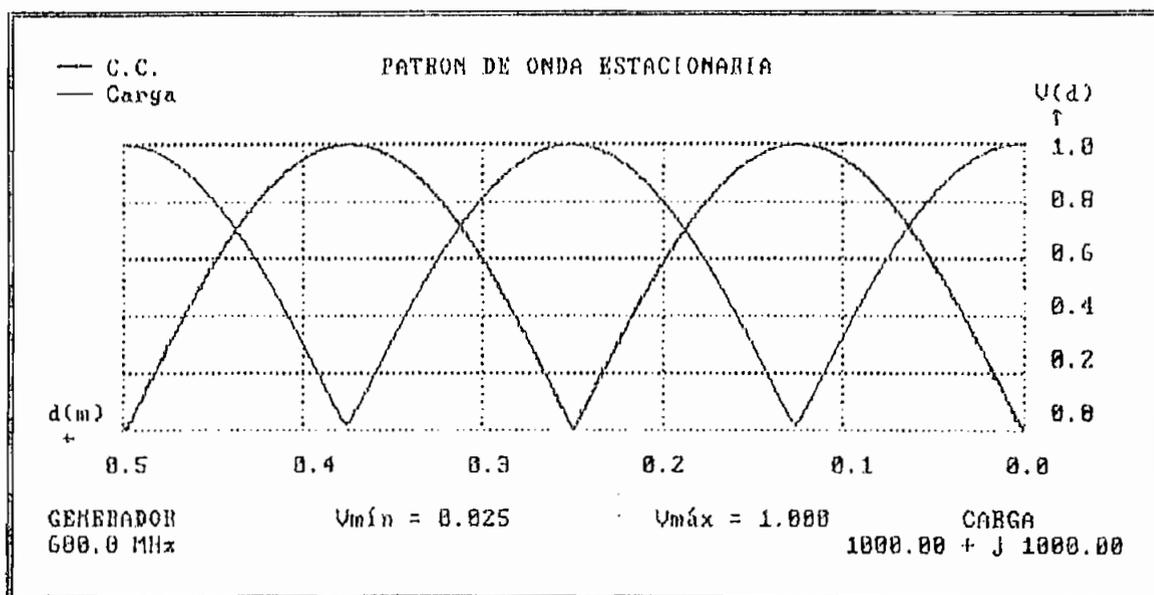


Fig. I.3.3.1

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S	
Distancia al mínimo de CC (m)	= 0.250
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.123
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.127
Máximo normalizado en la señal simulada	= 1.000
Mínimo normalizado en la señal simulada	= 0.025
Frecuencia de operación (MHz)	= 600.0
V.S.W.R.	= 46.40
Módulo del Coeficiente de Reflexión	= 0.958
Angulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	= 0.049
Impedancia de carga (->) (Ω)	= 1006.0 + j1149.0
Impedancia de carga (<-) (Ω)	= 1006.0 + j1149.0

Tabla I.3.3.1

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 1000 - j 1000$ (Ω)

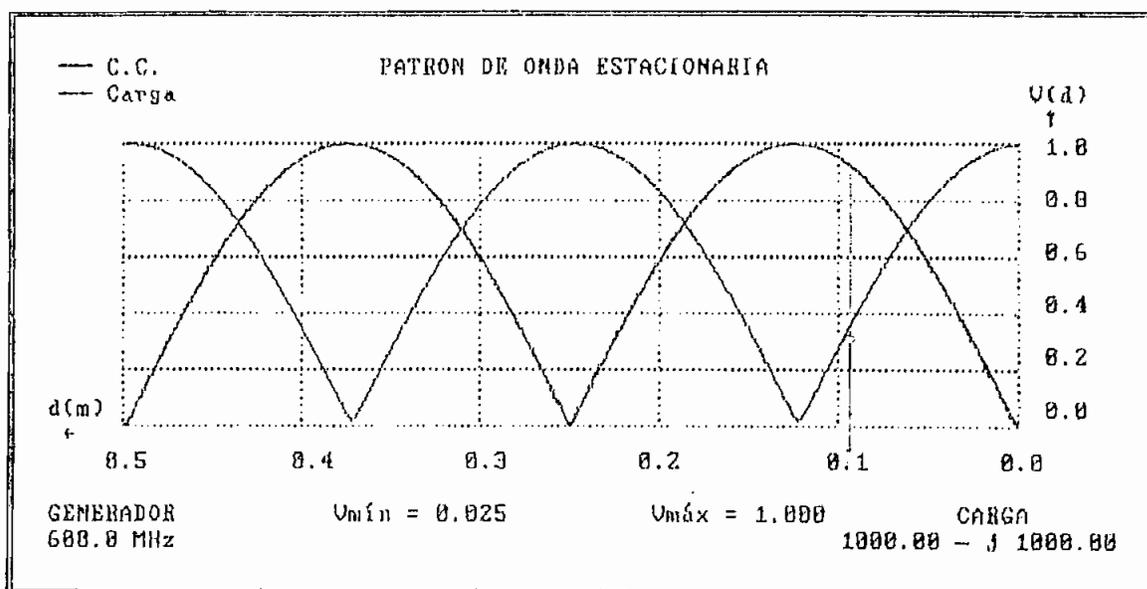


Fig. I.3.3.2

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S	
Distancia al mínimo de CC (m)	= 0.250
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.127
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.123
Máximo normalizado en la señal simulada	= 1.000
Mínimo normalizado en la señal simulada	= 0.025
Frecuencia de operación (MHz)	= 600.0
V.S.W.R.	= 46.40
Módulo del Coeficiente de Reflexión	= 0.958
Ángulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	= -0.049
Impedancia de carga (->) (Ω)	= 1006.0 - j1149.0
Impedancia de carga (<-) (Ω)	= 1006.0 - j1149.0

Tabla I.3.3.2

I.3.4 IMPEDANCIA CARACTERISTICA COLOCADA EN EL TERMINAL DE CARGA.

El patrón de onda estacionaria para cuando la carga es la impedancia característica, no presenta máximos o mínimos, es decir se trata de una línea recta a lo largo de la línea de transmisión. La figura I.3.4.1 muestra el patrón de onda estacionaria para impedancia característica. Al no existir valores máximos y valores mínimos, no es posible aplicar el método; sin embargo, cabe anotar que en la práctica no se tiene una impedancia característica puramente resistiva.

Un valor de impedancia característica que permita el análisis es por ejemplo $50 + 1j$ (Ω). La figura I.3.4.2 presenta el patrón de onda estacionaria para este valor de impedancia, en el que es posible apreciar la tendencia del patrón a ser una línea recta, con la salvedad de que se distinguen valores máximos y mínimos en el patrón que posibilitan la aplicación del método para la obtención de resultados numéricos.

La tabla I.3.4.1 presenta los resultados numéricos que se obtienen al analizar el patrón de onda estacionaria mostrado en la figura I.3.4.2.

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 50 + j 0$ (Ω)

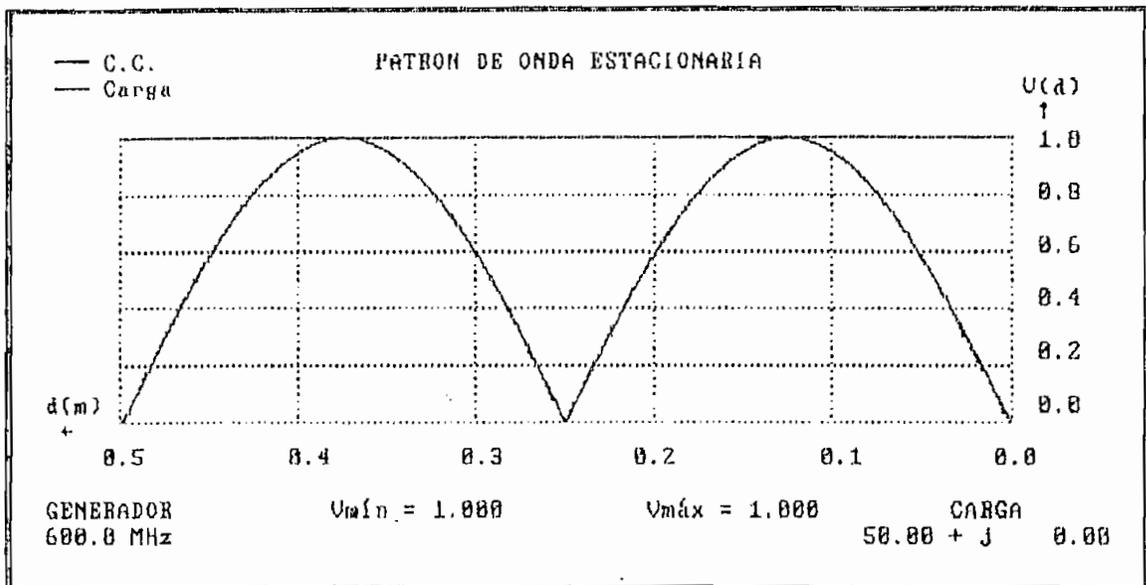


Fig. I.3.4.1

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 50 + j 1$ (Ω)

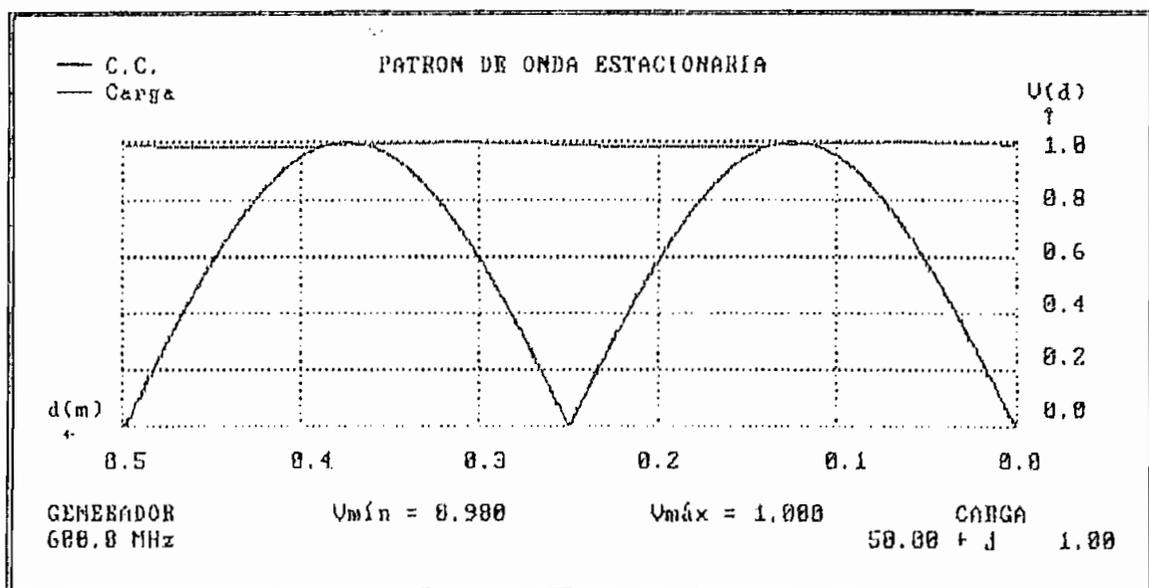


Fig. 1.3.4.2

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S

Distancia al mínimo de CC (m)	=	0.250	
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.063	
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.187	
Máximo normalizado en la señal simulada	=	1.000	
Mínimo normalizado en la señal simulada	=	0.980	
Frecuencia de operación (MHz)	=	600.0	
V.S.W.R.	=	1.02	
Módulo del Coeficiente de Reflexión	=	0.010	
Ángulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	=	1.565	
Impedancia de carga (->) (Ω)	=	50.0 + j	1.0
Impedancia de carga (<-) (Ω)	=	50.0 + j	1.0

Tabla I.3.4.1

I.3.5 CARGA ARBITRARIA COLOCADA EN EL TERMINAL DE CARGA.

La figura I.3.5.1 muestra el patrón de onda estacionaria para una impedancia de $100 + j 40 (\Omega)$; en tanto que, la figura I.3.5.2 muestra el patrón de onda estacionaria para una impedancia de $100 - j 40 (\Omega)$. Los resultados obtenidos del análisis para estos dos casos se presentan en las tablas I.3.5.1. y I.3.5.2 respectivamente.

La figura I.3.5.3 presenta el patrón de onda estacionaria para una impedancia de $100 - j 40 (\Omega)$; para este caso, el dato de la atenuación de la línea se considera diferente de cero e igual a $0.1 (\text{dB/m})$; los resultados obtenidos para este caso se muestran en la tabla I.3.5.3; y, son posibles en tanto el valor de atenuación se mantiene dentro del criterio establecido en I.1.6.

Adicionalmente se presentan las figuras I.3.5.4 y I.3.5.5; en las que, se tiene como dato de la atenuación presente en la línea el valor de 0.5 y $4.0 (\text{dB/m})$ respectivamente. Para estos dos casos no se presentan resultados numéricos debido a que no cumplen con el criterio establecido en I.1.6.

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 + j 40$ (Ω)

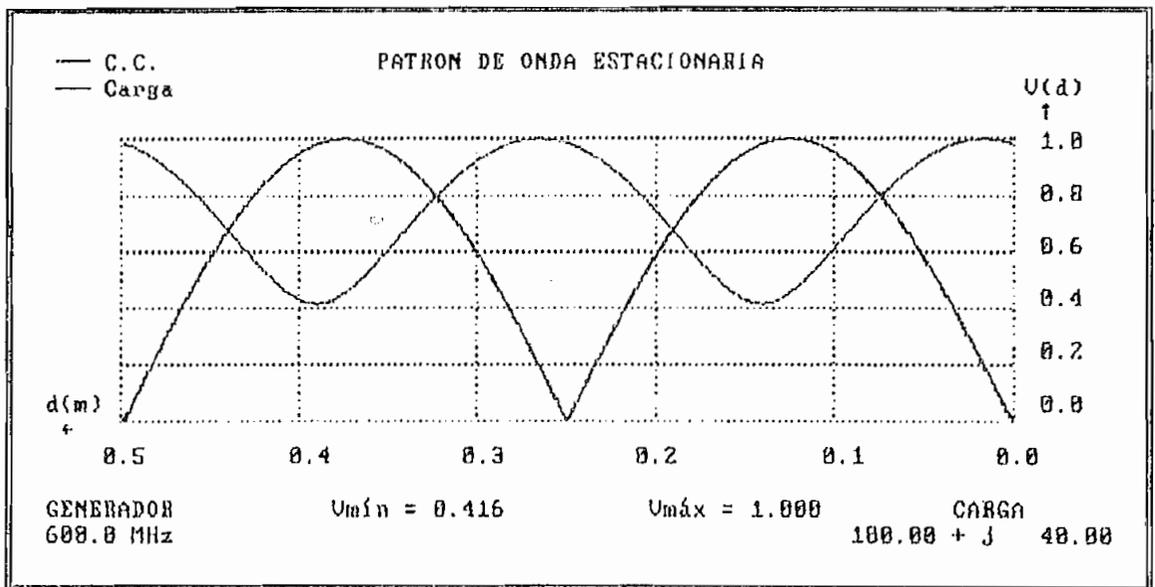


Fig. I.3.5.1

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S	
Distancia al mínimo de CC (m)	= 0.250
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.108
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.142
Máximo normalizado en la señal simulada	= 1.000
Mínimo normalizado en la señal simulada	= 0.416
Frecuencia de operación (MHz)	= 600.0
V.S.W.R.	= 2.40
Módulo del Coeficiente de Reflexión	= 0.412
Angulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	= 0.419
Impedancia de carga (->) (Ω)	= 99.6 + j 40.3
Impedancia de carga (<-) (Ω)	= 99.6 + j 40.3

Tabla I.3.5.1

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

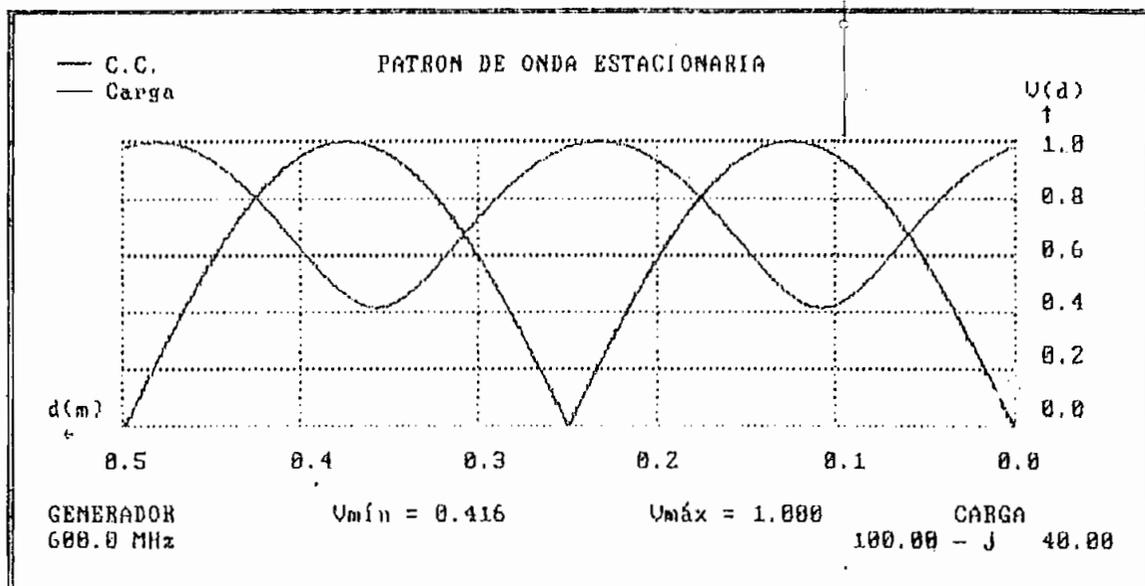


Fig. I.3.5.2

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S

Distancia al mínimo de CC (m)	=	0.250
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.142
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	=	0.108
Máximo normalizado en la señal simulada	=	1.000
Mínimo normalizado en la señal simulada	=	0.416
Frecuencia de operación (MHz)	=	600.0
V.S.W.R.	=	2.40
Módulo del Coeficiente de Reflexión	=	0.412
Angulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	=	-0.419
Impedancia de carga (->) (Ω)	=	99.6 - j 40.3
Impedancia de carga (<-) (Ω)	=	99.6 - j 40.3

Tabla I.3.5.2

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0.1$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

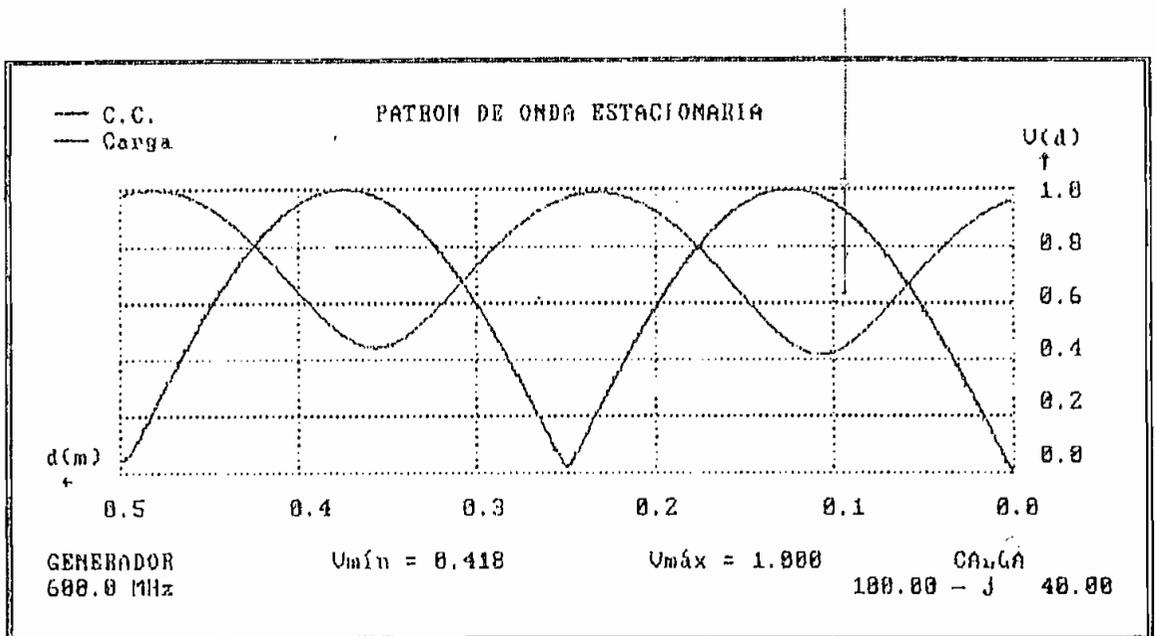


Fig. I.3.5.3

SIMULACION

RESULTADOS OBTENIDOS

R E S U L T A D O S	
Distancia al mínimo de CC (m)	= 0.250
Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.142
Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)	= 0.108
Máximo normalizado en la señal simulada	= 1.000
Mínimo normalizado en la señal simulada	= 0.418
Frecuencia de operación (MHz)	= 600.0
V.S.W.R.	= 2.39
Módulo del Coeficiente de Reflexión	= 0.411
Ángulo del Coeficiente de Reflexión (rad)	= -0.419
Impedancia de carga (->) (Ω)	= 99.3 - j 39.9
Impedancia de carga (<-) (Ω)	= 99.3 - j 39.9

Tabla I.3.5.3

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 0.5$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

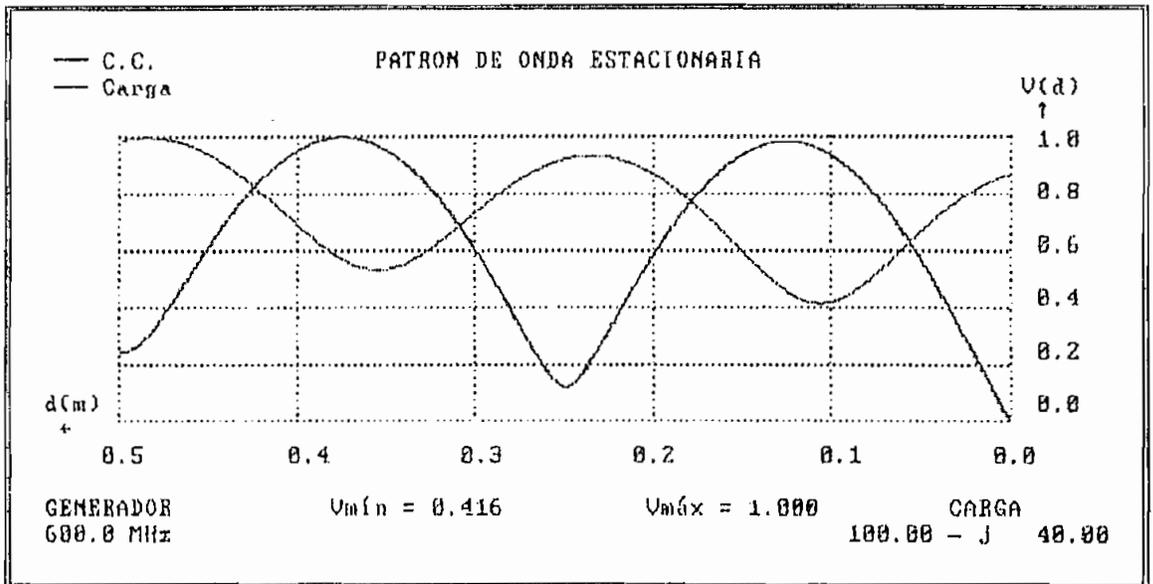


Fig. I.3.5.4

SIMULACION

DATOS INTRODUCIDOS

(Atenuación) $\alpha = 4.0$ (dB/m)

(Frecuencia del generador) $F = 600$ (MHz)

(Impedancia de carga) $Z_L = 100 - j 40$ (Ω)

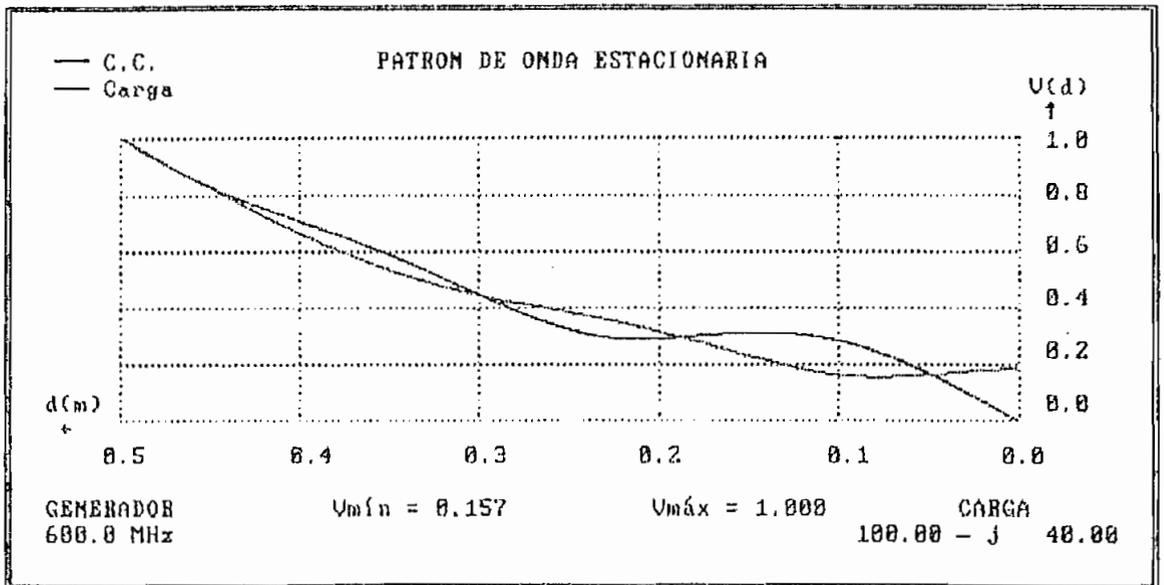


Fig. I.3.5.5

CAPITULO II

DISEÑO DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

- Fuentes.
- Parte análoga.
- Parte digital.
- Montaje de los sensores.

El diseño del Sistema de Adquisición de Datos (S.D.-A.D.) para la Línea Ranurada, se realiza siguiendo el diagrama de bloques de la figura II.1 en el cual se esquematizan las diversas interconexiones de las etapas.

Este diagrama está constituido por los elementos siguientes:

- Fuente.- Necesaria para la alimentación de los diferentes circuitos integrados y elementos existentes
- Parte análoga.- Consiste del circuito amplificador y de los conversores análogo/digitales.
- Parte digital.- Conformada por el sistema de control; memoria RAM; y, bloque de comunicación serial.
- Sensores.- De posición de la punta de prueba en la línea ranurada; y, de amplitud de la señal muestreada.

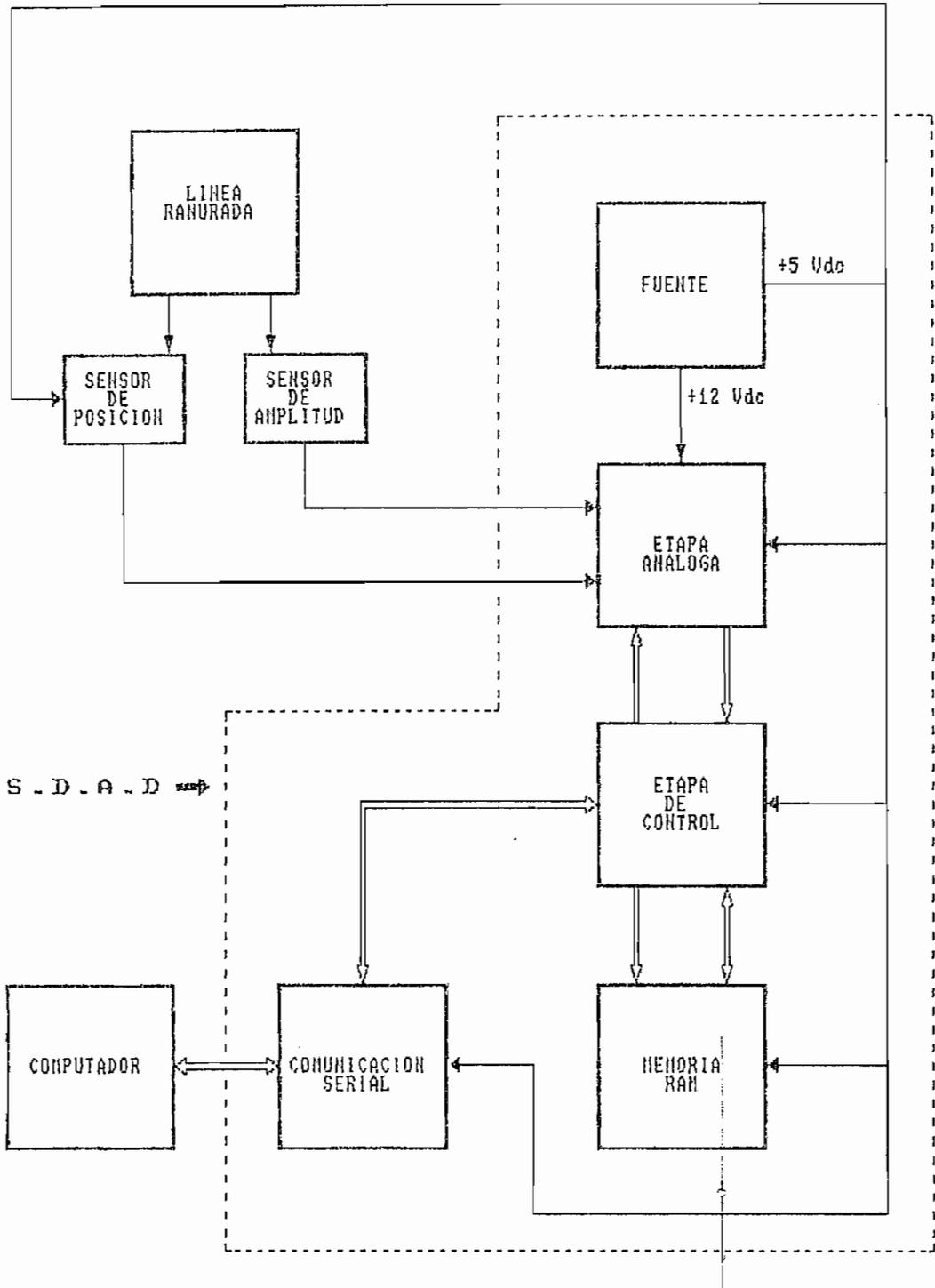


Fig. II.1 Diagrama de Bloques del S.D.A.D

II.1 FUENTES

"Una fuente de alimentación regulada ideal es un circuito electrónico diseñado para suministrar una tensión continua predeterminada V_o , independiente de la corriente I_L dada por V_o , de la temperatura y de cualquier variación de la tensión alterna de la línea". (1)

Es necesario para la alimentación de los integrados del sistema de adquisición de datos, fuentes reguladas de + 5 Vdc; + 12 Vdc; y, la previsión de una fuente de - 12 Vdc para modificaciones que pudieran darse como es el incluir conversores análogo/digitales de 12 bits. El requerimiento de corriente para cada una de las fuentes se determina a continuación:

- Fuente de + 5 Vdc.

Circuito Integrado	Cantidad	Consumo de Corriente (mA)	Corriente Total (mA)
ADC0803	2	$I_{cc} = 1.8$	3.6
74LS244	4	$I_{cc} = 54.0$	216.0
8751H	1	$I_{cc} = 250.0$	250.0

¹ ELECTRONICA INTEGRADA, Jacob MILLMAN p. 699

74LS373	2	Icc = 40.0	80.0
43256	1	Icc = 70.0	70.0
74LS137	1	Icc = 18.0	18.0
LM555	1	Icc = 5.0	5.0
MAX232	1	Icc = 10.0	10.0

Adicionalmente, el consumo de corriente de tres LED rojos, ubicados en el frente del equipo; que sirven para la indicación del RESET del sistema; operatividad del sistema; y, establecimiento de la comunicación serial. Individualmente el consumo de cada LED es de 10 (mA), lo que da un consumo total de 30 (mA).

El requerimiento total, por parte de los circuitos integrados para la fuente de + 5 Vdc, es de 682.6 (mA), considerando los valores de corriente máxima y el momento en el cual se tiene el mayor consumo.

Como prevención a la posibilidad, de la realización de una una ampliación o modificación al diseño implementado, el valor adoptado para la capacidad de corriente de esta fuente es de 3 (A), lo que permite un amplio rango de consumo adicional.

Para el caso de las fuentes de + 12 Vdc y - 12 Vdc, hay que anotar que están previstas para el caso en que se

instalen conversores análogo/digitales de 12 bits; además de que la fuente de + 12 Vdc es utilizada para la alimentación del circuito integrado LA6324 que consiste de cuatro amplificadores operacionales, siendo este circuito integrado utilizado en la implementación del amplificador que adecúa la amplitud de la señal de patrón de onda estacionaria presente en la Línea Ranurada al nivel deseado.

Para determinar el consumo de corriente de estas fuentes, se procedió como en el caso de la fuente de + 5 Vdc, y considerando el conversor ADC 1280 de 12 bits como una opción válida para la ampliación antes mencionada y para tener una referencia de consumo y poder determinar la capacidad de corriente que deben tener estas fuentes.

Circuito Integrado	Cantidad	Consumo de Corriente (mA)	Corriente Total (mA)
- Fuente de + 12 Vdc.			
ADC1280	1	I+ = 16.0	16.0
LA6324	1	I+ = 20.0	20.0
- Fuente de - 12 Vdc.			
ADC 1280	1	I- = 16.0	16.0

La corriente requerida para estas fuentes es aproximadamente 36.0 (mA) y 16 (mA) respectivamente; y, con el mismo criterio de sobredimensionamiento aplicado en la fuente de + 5 Vdc, el valor de capacidad de corriente con la que estas fuentes se diseñan es de 1 (A).

En resumen, respecto de las fuentes se tiene:

FUENTE	I _{cc} REQUERIDA	I _{cc} DISEÑADA
+ 5 Vdc	0.683 (A)	3.0 (A)
+ 12 Vdc	0.036 (A)	1.0 (A)
- 12 Vdc	0.016 (A)	1.0 (A)

Uno de los problemas encontrados en el diseño de fuentes, es, la selección de la potencia del transformador para una particular fuente de poder de corriente continua; además de que, en el diseño inmediatamente se confronta a un gran número de circuitos rectificadores y configuraciones de filtros.

El análisis teórico para la determinación de los parámetros involucrados es muy riguroso, por esta razón se realizan algunas consideraciones.

El transformador necesario para las fuentes consta de

dos secundarios; uno, con tap central para las fuentes de + 12 Vdc y - 12 Vdc; y, otro sin tap central, para la fuente de + 5 Vdc.

A continuación se indican los pasos a seguirse para determinar las características de los secundarios siguiendo las recomendaciones presentadas en manuales. (2)

Involucra un análisis muy complejo, por lo que, desde el punto de vista de la ingeniería práctica, se tiene que para cuando el tipo de rectificador es un puente de onda completa, y el tipo de filtro utilizado es un capacitor de entrada, el requerimiento de corriente RMS puede determinarse como 1.8 veces la corriente I_{dc} requerida.

Teniendo en cuenta el criterio anterior, la corriente necesaria para cada secundario sería:

- Secundario con tap central : 1.8 (A)
- Secundario sin tap central : 3.6 (A)

Para la determinación del Voltaje AC de los secundarios del transformador se puede aplicar la siguiente fórmula.

² VOLTAGE REGULATOR, National Semiconductor p. 8.2

$$V_{ac} = \frac{(V_{out} + V_{reg} + V_{rect} + V_{ripple}) * V_{nom}}{0.92 * V_{low\ line} * 1.4142} \quad \text{Ec. II.1.1}$$

Donde:

0.92 \equiv eficiencia típica del rectificador.

$V_{nom}/V_{low\ line}$ \equiv relación del voltaje nominal de línea AC respecto de la condición más baja en la línea.

Además se pueden asumir los siguientes valores:

$$V_{reg} = 3 V_{dc} \text{ o más.}$$

$$V_{rect} = 1.25 V_{dc}.$$

$$V_{ripple} = 10 \% \text{ del } V_{dc} \text{ pico.}$$

Aplicando la ecuación II.1.1 para la fuente de + 5 V_{dc} se obtiene el siguiente resultado.

$$V_{nom}/V_{low\ line} = 120/110$$

$$\text{Voltaje AC} = 8.2 V_{ac}$$

Para las fuentes de + 12 V_{dc} y - 12 V_{dc} se obtiene el siguiente resultado:

$$\text{Voltaje AC} = 14.6 V_{ac}$$

Como el secundario del transformador es con tap central para el caso de estas fuentes, el valor total del secundario es 29.2 Vac.

Las especificaciones totales para el transformador necesario para el diseño de las fuentes son:

1er secundario	29.2 Vac CT @ 1.8 A
2do secundario	8.2 Vac @ 3.6 A

La fuente consta del transformador, descrito anteriormente; de la etapa rectificadora, la cual es del tipo puente rectificador de onda completa; el filtro que consta de un capacitor de entrada; y, el circuito integrado regulador, para cada uno de los casos.

La etapa rectificadora, como ya se menciona, es del tipo de rectificación de onda completa; la eficiencia de este tipo de rectificación es muy buena, además de que, el filtrado se simplifica, debido a que la frecuencia de rizado es el doble que la frecuencia de entrada. El número de elementos rectificadores es de cuatro.

El filtro utilizado, está constituido por un capacitor de entrada, mismo que al aplicar en la señal rectificada, nos permite obtener un voltaje denominado de rizado, que

puede ser aplicado a la entrada del circuito integrado, regulador de voltaje, con lo que se tiene la fuente regulada.

Los circuitos integrados reguladores de voltaje utilizados, se obtuvieron a partir de la tabla de reguladores de voltaje disponibles para determinados voltajes y corrientes de salida, dada por el fabricante; y, de la que se determinó lo siguiente: (3)

- Regulador de + 5 Vdc @ 3 A LM 340
- Regulador de + 12 Vdc @ 1 A LM 320
- Regulador de - 12 Vdc @ 1 A LM 323

En la implementación se utilizó los reemplazos ECG 966; ECG 967; y, ECG 323 respectivamente para cada uno de los reguladores escogidos.

Las características técnicas de cada uno de estos circuitos integrados, se encuentran incluidas dentro del Anexo 3.

En la figura II.1.1 se presenta el circuito de la fuente en su totalidad, con cada uno de los elementos y sus valores.

3 VOLTAGE REGULATOR, National Semiconductor p. 1.3

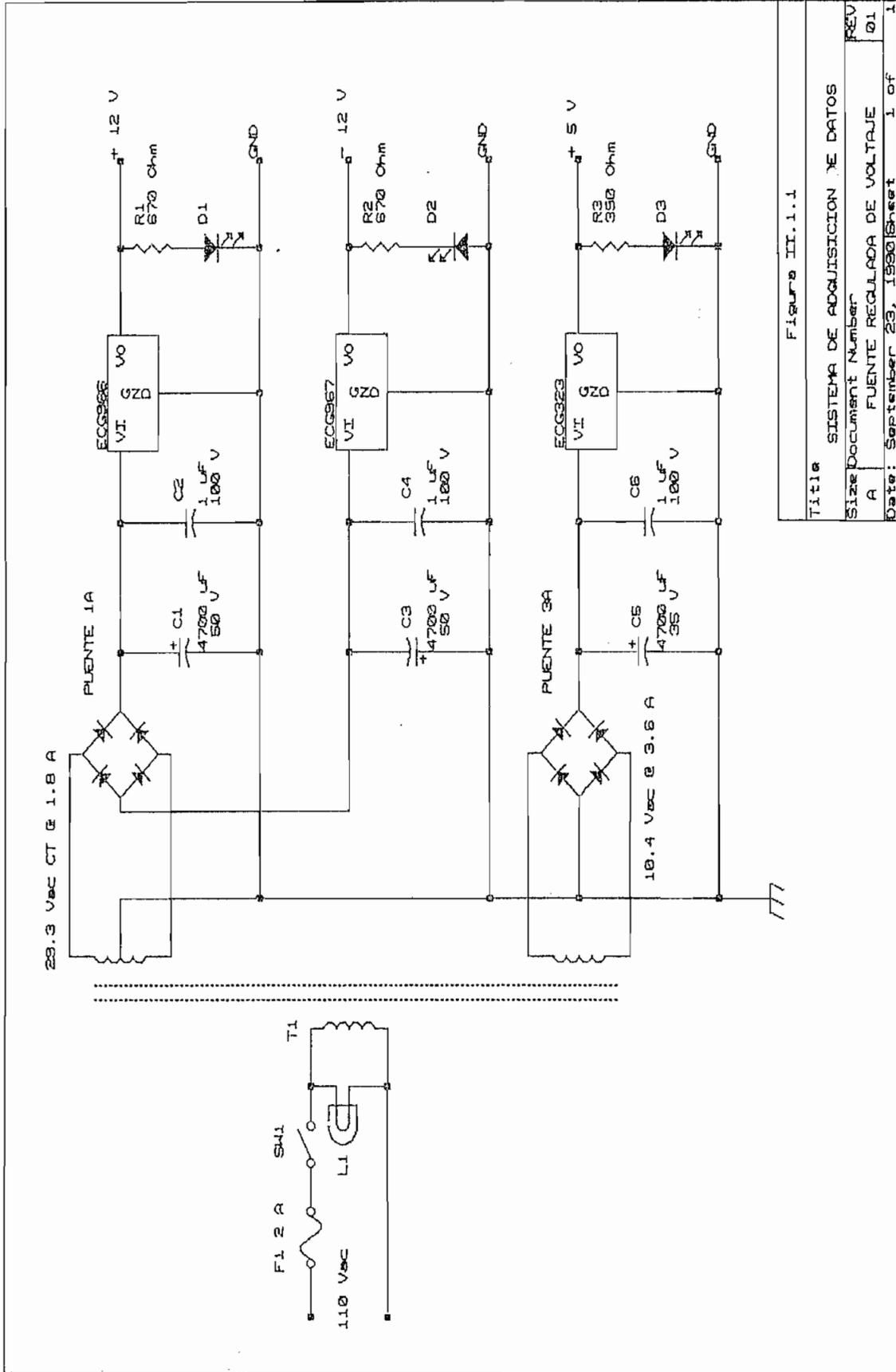


Figura II.1.1

Title SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

Size Document Number A

FUENTE REGULADA DE VOLTAJE

Date: September 23, 1980 Sheet 1 of 1

II.1.1.1 COMPONENTES DE LA FUENTE

La figura II.1.1.1 presenta una vista superior de la tarjeta de la fuente implementada en circuito impreso; y, en la que se ubica cada uno de los elementos utilizados.

F1	Fusible de protección 2 (A) (parte posterior de la caja).
SW1	Switch de encendido (parte lateral de la caja).
T1	Transformador.
P1	Puente rectificador 1 A.
P2	Puente rectificador 3 A.
C1	4700 μ F @ 50 V.
C3	4700 μ F @ 50 V.
C5	4700 μ F @ 35 V.
C2	1 μ F @ 100 V.
C4	1 μ F @ 100 V.
C6	1 μ F @ 100 V.
ECG966	Regulador + 12 V _{dc} @ 1 A.
ECG967	Regulador - 12 V _{dc} @ 1 A.
ECG323	Regulador + 5 V _{dc} @ 3 A.
R1	Resistencia 670 Ω .
R2	Resistencia 670 Ω .
R3	Resistencia 390 Ω .

PUNTOS DE CONEXION

A1	Secundario con tap central.
A2	Tap central.
A3	Secundario con tap central.
A4	Secundario sin tap central.
A5	Secundario sin tap central.
B1	Salida + 12 V _{dc} .
B2	Salida - 12 V _{dc} .
B3	Salida + 5 V _{dc} .
B4	GND.
C 1-4	Led indicador + 12 V _{dc} .
C 2-5	Led indicador - 12 V _{dc} .
C 3-6	Led indicador + 5 V _{dc} .
	(4,5,6 Conectados a tierra)

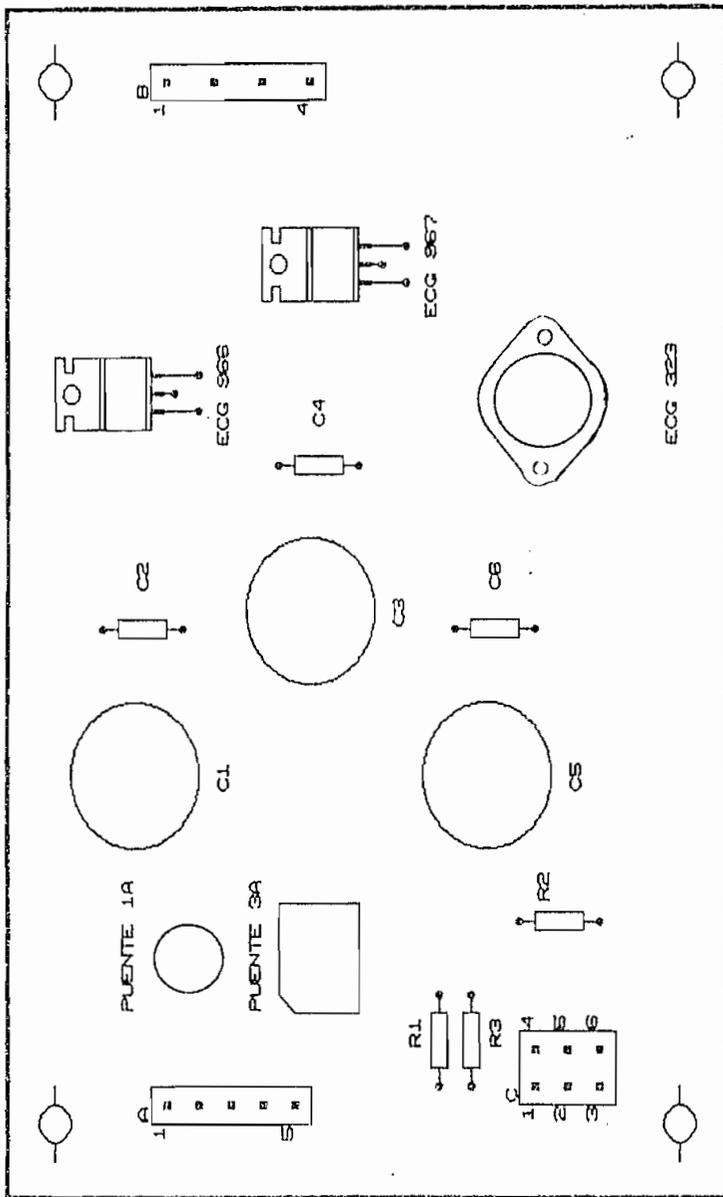


Figura II.1.1.1

Title SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

Size Document Number

A VISTA SUPERIOR TARJETA FUENTE

Date: September 23, 1990 Sheet 1 of 1

II.2 PARTE ANALOGA.

La parte análoga la forman el circuito amplificador (rectificador, seguidor de tensión, amplificador, y comparador) utilizado para adecuar la amplitud de la señal de onda estacionaria; y, los conversores análogo/digitales.

La señal análoga obtenida en base al sensor montado en la línea ranurada, detector de la señal proporcional a la amplitud de la señal de onda estacionaria, debe ser acondicionada; en tanto que, la señal análoga del sensor de posición no requiere acondicionamiento; estas señales son convertidas para ser procesadas por la etapa digital.

II.2.1 SENAL ANALOGA POSICION DE LA PUNTA DE PRUEBA EN LA LINEA RANURADA.

La señal de voltaje relacionada con la Posición de la Punta de Prueba en la Línea Ranurada, no requiere ningún acondicionamiento y es directamente colocada a la entrada del conversor ADC0803LCN utilizado para la conversión análoga/digital.

La descripción del diseño y montaje de este sensor se describe más adelante en el numeral II.4 (Montaje de los sensores).

II.2.2 SEÑAL ANALOGA AMPLITUD DE LA SEÑAL DE ONDA ESTACIONARIA.

El Amplificador de Frecuencia Intermedia entrega una señal sinusoidal de 30 (MHz); en la que, la amplitud de esta señal varía de acuerdo a la variación de la amplitud de la onda estacionaria en la Línea Ranurada. La descripción del sensor de la señal sinusoidal se realiza en el numeral II.4 (Montaje de los sensores).

La adecuación de la amplitud de la señal se consigue con un circuito rectificador; un seguidor de tensión; un amplificador; y, un comparador.

II.2.2.1 CIRCUITO RECTIFICADOR.

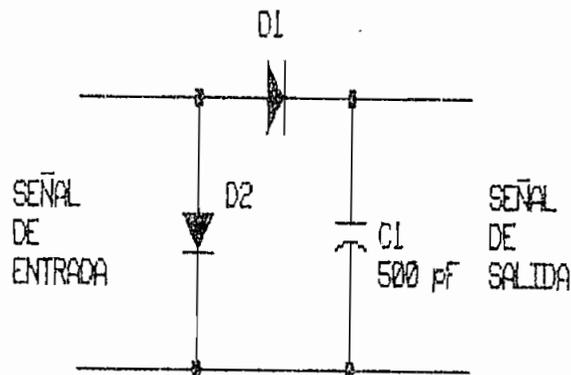


Fig. II.2.2.1.1 Circuito rectificador.

El circuito rectificador como se aprecia en la figura II.2.2.1.1 está formado por dos diodos (D1, D2) y un capacitor (C1); la función de los diodos es la de rectificar la señal sinusoidal de frecuencia 30 (MHz); además se tiene que, tanto D1 como D2 presentan una característica capacitiva (debido a la frecuencia de operación) captando la envolvente de la señal rectificada; en tanto que el capacitor C1 refuerza la captación de la envolvente de la señal rectificada consiguiéndose de esta manera una señal de voltaje continuo que varía conforme lo hace la amplitud de la señal de onda estacionaria.

II.2.2.2 CIRCUITO SEGUIDOR DE TENSION.

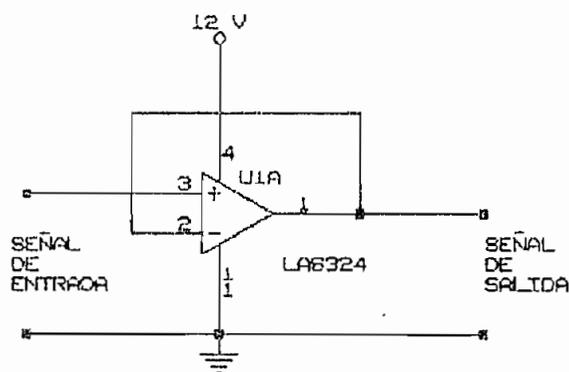


Fig. II.2.2.2.1 Circuito Seguidor de Tensión.

El circuito denominado seguidor de voltaje o seguidor

de tensión, figura II.2.2.2.1, está constituido por un amplificador de ganancia unitaria, en el que el voltaje de entrada es aplicado directamente a la entrada positiva o sin inversión. El voltaje entre los pines (+) y (-) del amplificador operacional puede considerarse cero (0). El voltaje de salida es igual al voltaje de entrada en forma, magnitud y signo. La ganancia de voltaje está dada por:

$$A = V_o / V_{in} = 1$$

Este circuito es usado porque su resistencia de entrada es alta (muchos $M\Omega$), permitiendo un mejor acoplamiento entre etapas.

II.2.2.3 CIRCUITO AMPLIFICADOR.

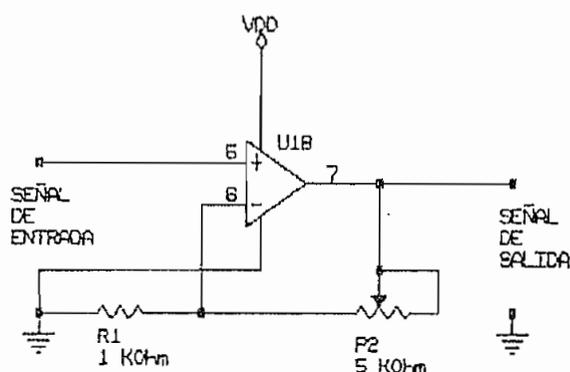


Fig. II.2.2.3.1 Circuito Amplificador.

El circuito amplificador implementado se presenta en la figura II.2.2.3.1.

El amplificador es del tipo de no inversión; esto es, el voltaje de salida V_o es de la misma polaridad que el voltaje de entrada V_i . La resistencia de entrada del amplificador sin inversión es extremadamente grande, típicamente excede los 100 (M Ω); lo que significa que el voltaje entre los pines (+) y (-) del amplificador operacional es prácticamente cero (0).

La ganancia de voltaje para este circuito se calcula con la siguiente ecuación:

$$A = 1 + R_f / R_1 \quad \text{Ec. II.2.2.3.1}$$

La resistencia R_f normalmente es un potenciómetro con el que se consigue variar la ganancia a los niveles que se desee.

El potenciómetro denominado R_f en la ecuación II.2.2.3.1 tiene un valor de 5 (K Ω); y, la resistencia R_1 tiene un valor de 1 (K Ω); estos valores permiten un rango de ganancia que está entre 1 (uno) para cuando el potenciómetro tiene un valor de cero; y, 6 (seis) para cuando el potenciómetro está en su mayor valor.

II.2.2.4 CIRCUITO COMPARADOR.

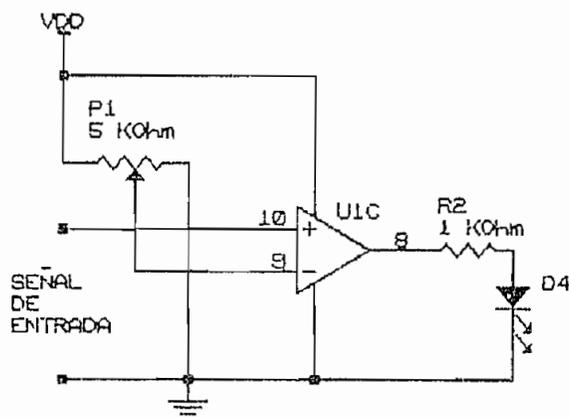


Fig. II.2.2.4.1 Circuito Comparador.

La función del comparador (figura II.2.2.4.1) es, comparar una señal de voltaje en la una entrada con un voltaje de referencia en la otra entrada. Este circuito es utilizado para detectar el momento en que la ganancia de voltaje del amplificador supere el nivel de voltaje permitido; de superarse el voltaje, la salida del operacional implementado como comparador cambia de un nivel de voltaje bajo a un nivel de voltaje alto, utilizándose este cambio para encender un LED, que sirve como indicativo de que se ha superado el límite de ganancia permitido.

La figura II.2.2.4.2 muestra el diagrama completo del circuito amplificador.

II.2.2.5 COMPONENTES DEL CIRCUITO AMPLIFICADOR.

La figura II.2.2.5.1 presenta una vista superior de la tarjeta del circuito implementado (rectificador, seguidor de tensión, amplificador, y comparador); y, en la que se ubica cada uno de los elementos utilizados.

D1	Diodo de Germanio (Propósito general).
D2	Diodo de Germanio (Propósito general).
D3	Diodo Zener de 5 V.
D4	Led rojo (Ubicado parte frontal de caja).
C1	Capacitor de cerámica 500 pF.
LA6324	Integrado con cuatro amplificadores operacionales.
R1	Resistencia 1 K Ω .
R2	Resistencia 1 K Ω .
P1	Potenciómetro 5 K Ω .
P2	Potenciómetro 5 K Ω .

PUNTOS DE CONEXION

L1 - L2	Led rojo.
E1 - E2	Puntos de entrada.
S1 - S2	Puntos de salida.

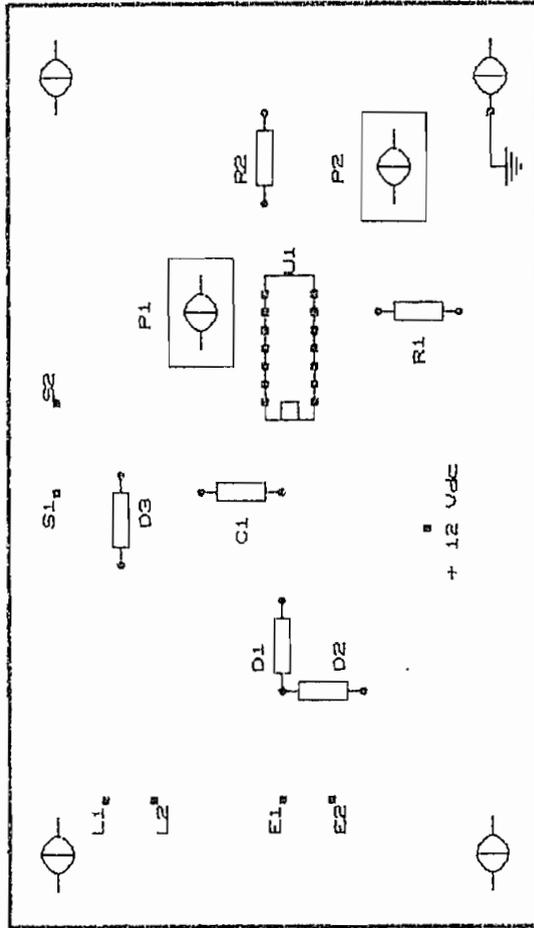


Fig. II.2.2.5.1

Title		SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS	
Size	Document Number	REV	
A	VISTA SUPERIOR TARJETA AMPLIFICADOR	01	
Date:	September 24, 1980	Sheet	1 of 1

II.2.3 CONVERTOR ANALOGO/DIGITAL ADC0803.

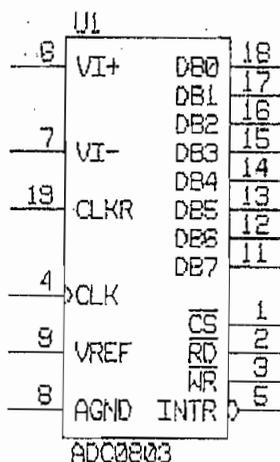


Fig. II.2.3.1 Conversor ADC 0803 LCN

Este circuito integrado es un conversor análogo/digital con precisión de 8 bits que tiene un error total de $\pm 1/2$ LSB y un tiempo de conversión de 100 μ s. La conversión que realizan los ADC0803 se puede resumir en la tabla II.2.3.1 a continuación:

RESPUESTA DIGITAL		VOLTAJE DE ENTRADA	
HEX	BINARIA	GRUPO VMS	GRUPO VLS
F	1 1 1 1	4.800	0.300
E	1 1 1 0	4.480	0.280
D	1 1 0 1	4.160	0.260

C	1 1 0 0	3.840	0.240	
B	1 0 1 1	3.520	0.220	
A	1 0 1 0	3.200	0.200	
9	1 0 0 1	2.880	0.180	
8	1 0 0 0	2.560	0.160	*
7	0 1 1 1	2.240	0.140	*
6	0 1 1 0	1.920	0.120	
5	0 1 0 1	1.600	0.100	
4	0 1 0 0	1.280	0.080	
3	0 0 1 1	0.960	0.060	
2	0 0 1 0	0.640	0.040	
1	0 0 0 1	0.320	0.020	
0	0 0 0 0	0.000	0.000	

Tabla II.2.3.1

Con esta tabla, para un voltaje de 2.7 Vdc el correspondiente valor digital es el siguiente:

2.7 Vdc 87 H 1 0 0 0 0 1 1 1 B

Este valor corresponde a una fracción del rango total de conversión que es de 5.1 Vdc (valor con el cual se genera la tabla). El total de la escala corresponde a FF H y con una regla de tres es posible encontrar el correspondiente valor digital para un voltaje dado.

$$\begin{aligned}\text{Valor digital} &= 2.7 * 255 / 5.1 \\ &= 135 \text{ D} = 87 \text{ H}\end{aligned}$$

Si el valor de fondo de escala cambia, se obtiene el valor digital a partir de este último procedimiento.

Para una mayor flexibilidad en las aplicaciones, estos conversores han sido diseñados con un ajuste del voltaje de referencia, que permite modificar el fondo de escala forzándolo externamente para obtener una lectura FFH para un voltaje diferente al de la fuente de polarización; esto es, la resolución de 8 bits es aplicada sobre un rango reducido de voltaje análogo de entrada.

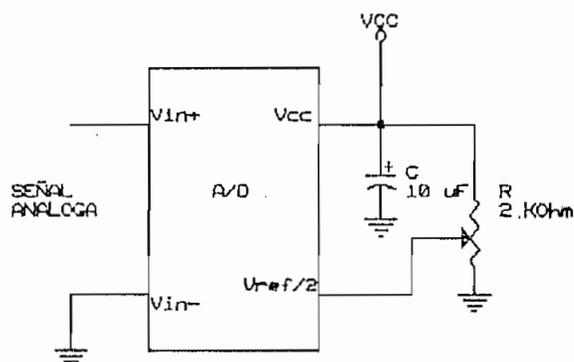


Fig. II.2.3.2 Voltaje de referencia.

El conversor utiliza una red RC para la generación de

la señal de reloj necesaria para la conversión.

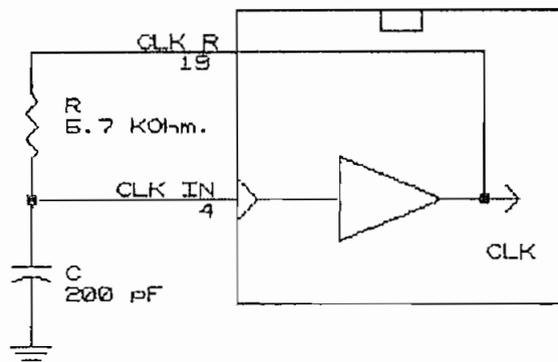


Fig. II.2.3.3 Red RC para señal de reloj.

El valor de las resistencias R1 y R2 y de los capacitores C1 y C2 para cada uno de los conversores utilizados, está dado en función de la siguiente fórmula que determina el reloj de operación de los conversores.

$$f_{clk} = 1 / (1.1 * R * C)$$

Asumiendo el valor de 5.7 K Ω para la resistencia y una frecuencia de operación de 750 KHz se obtiene el valor de 200 pF para el capacitor.

Las entradas digitales de control, requieren niveles de voltaje lógico estandar TTL, estas entradas son la selección del chip <CS>, control de lectura <RD> y el control de

start $\langle \overline{WR} \rangle$. Estas entradas son activas cuando se encuentran en un nivel bajo, facilitando de esta manera el interface con microprocesadores. Cuando la aplicación del ADC 0803 no es en base a un microprocesador, el $\langle \overline{CS} \rangle$ puede ser colocado a tierra manteniéndolo de esta manera activo todo el tiempo.

El diagrama de tiempo, tanto para cuando se ordena la conversión como para cuando se lee esta, es el siguiente:

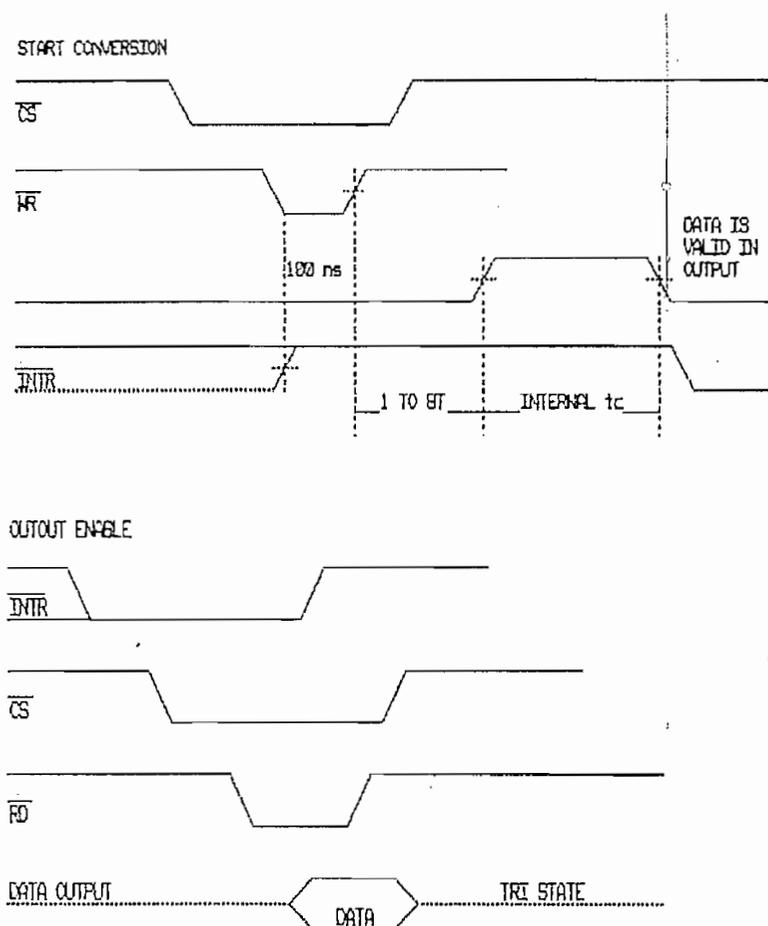


Fig. II.2.3.4 Diagrama de tiempo.

La conversión se se obtiene, manteniendo simultáneamente en un nivel bajo el $\langle \overline{CS} \rangle$ y el $\langle \overline{WR} \rangle$, luego de lo cual deberá transcurrir el tiempo de conversión antes de poder dar lectura del valor digital fruto de la conversión realizada; para conseguir esto último, manteniendo simultáneamente en bajo el $\langle \overline{CS} \rangle$ y el $\langle \overline{RD} \rangle$, se consigue colocar en los latches de salida el equivalente digital del voltaje de entrada, terminando de esta manera el proceso de conversión que da inicio con señales análogas y culmina con el equivalente digital de las mismas.

La figura II.2.3.5 muestra la parte análoga del circuito del Sistema de Adquisición de Datos con los dos conversores utilizados y la interconexión necesaria para su correcta operación.

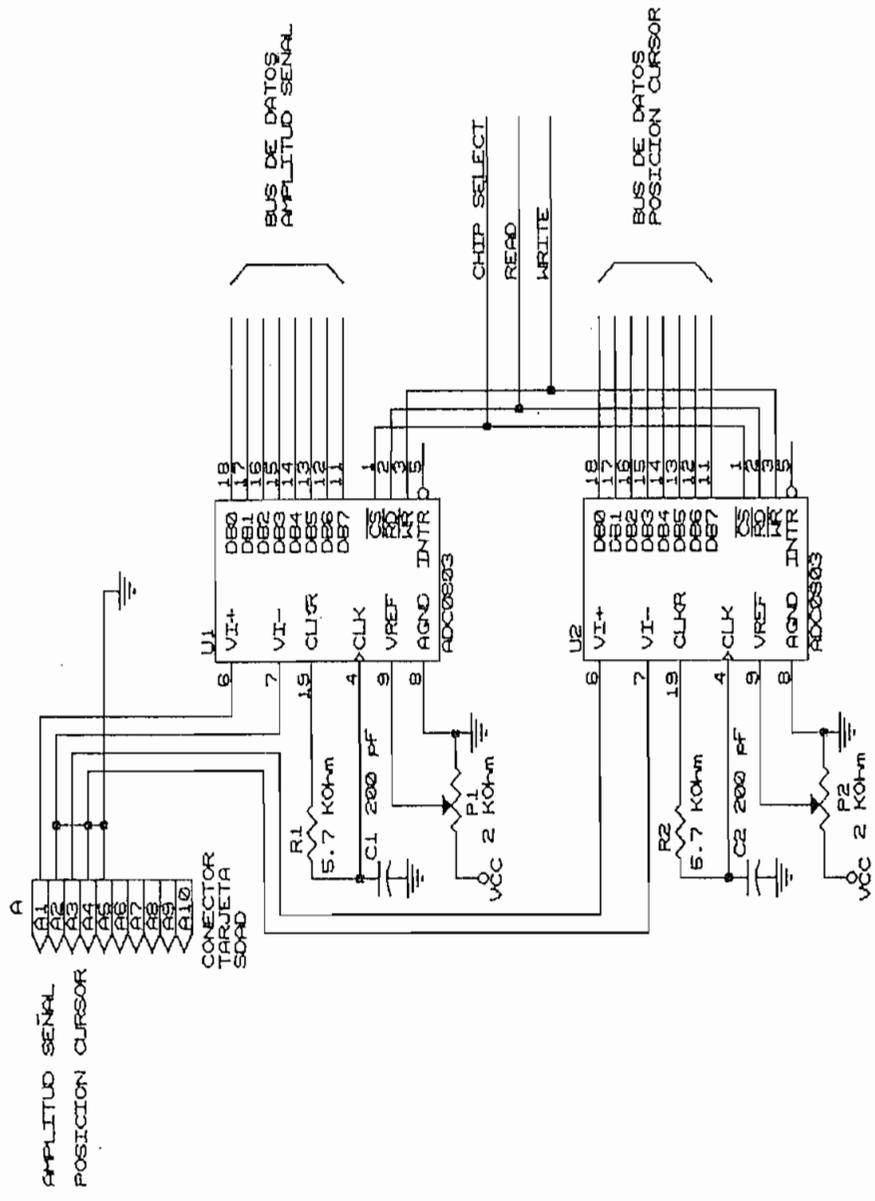


Fig. II.2.3.5

Title		SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS	
Size	Document Number	A	REV 01
Date:	September 24, 1990	Sheet	of

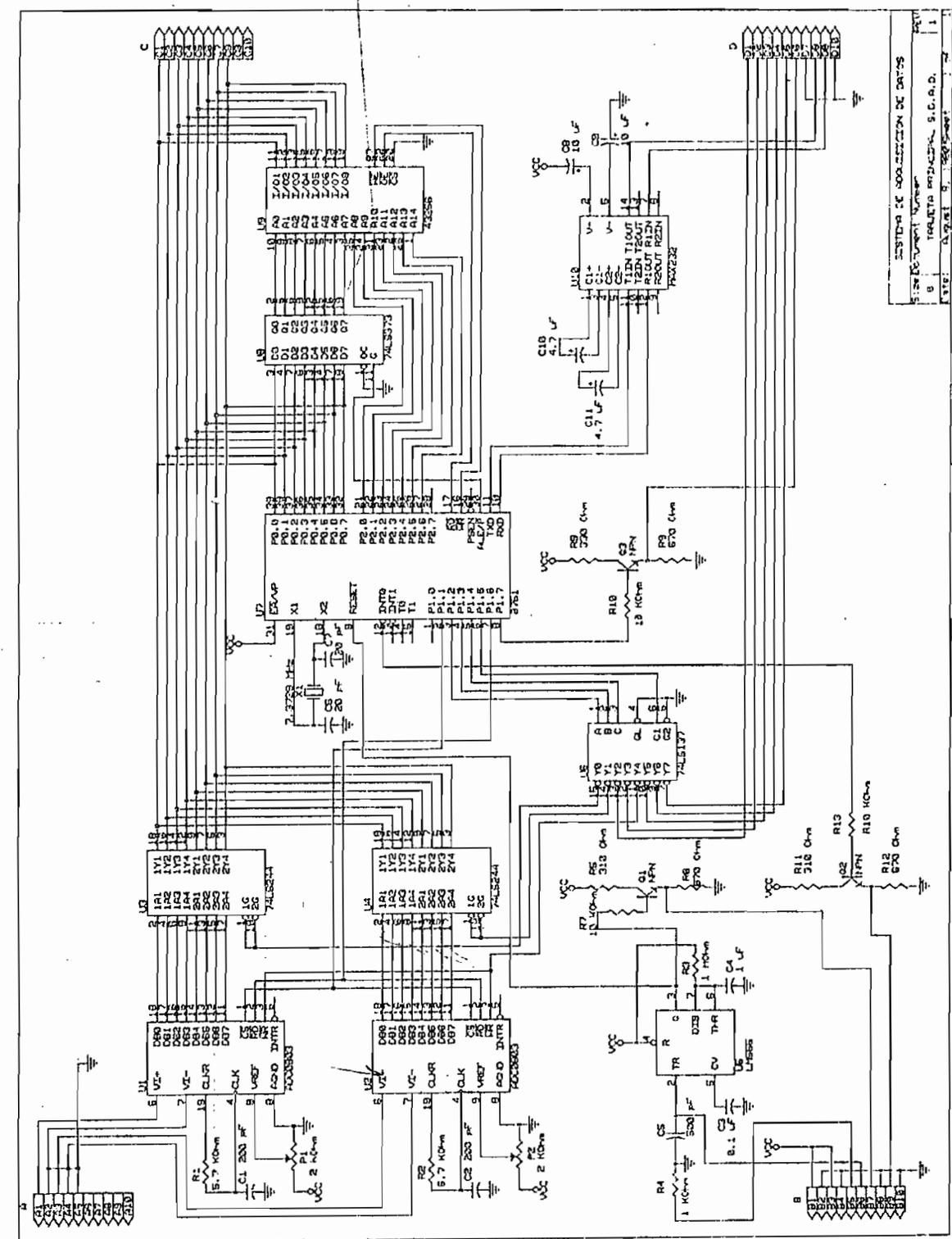
II.3 PARTE DIGITAL

Como se desprende del diagrama de bloques mostrado en la figura II.1, la parte digital está formada por un bloque de control; un bloque de almacenamiento de memoria RAM; y, un bloque de comunicación serial.

La figura II.3.1 presenta el diagrama de la tarjeta del Sistema de Adquisición de Datos incluida la parte análoga y la parte digital.



Fig. II.3.1



La posibilidad de manejar 32 líneas de entrada/salida; y, el buffer serial de datos, hacen que sea el adecuado para realizar el control del Sistema de Adquisición de Datos.

Este microcontrolador tiene incorporado una memoria EPROM de 4 Kbytes, para almacenar las instrucciones del programa que se desea ejecutar. La memoria EPROM residente, facilita el diseño del circuito, ya que esto reduce la cantidad de conexiones que se deben realizar. El acceso para la memoria de programa residente se consigue colocando un nivel de 1L en el pin \overline{EA} (External Access) a menos que el contador del programa exceda 0FFFH, en cuyo caso se ejecutará el programa desde la memoria externa.

Otra ventaja para el diseño, es el que el pórtico P0 del microcontrolador queda libre de enviar el direccionamiento a la EPROM externa; y, de recibir las instrucciones almacenadas en ella; siendo de esta manera más fácil compartir el bus de datos para recibir la información de los convertidores a través de los buffer, así como también realizar el intercambio de información con la memoria RAM.

El microcontrolador 8751H maneja en el Sistema de Adquisición Datos, las señales que controlan el estado en que se encuentran cada uno de los circuitos integrados y los

LED indicadores de la condición del sistema. Para esto se implementa un programa que permite al microcontrolador realizar estas tareas. EL programa desarrollado se explica en el Capítulo III.

Entre las características principales que incorpora este microcontrolador se tienen:

- Unidad central de procesamiento (CPU) de 8 bits.
- Incluye oscilador y circuito de reloj.
- 32 líneas de entrada/salida.
- 64 Kb de direccionamiento para memoria externa de datos.
- 64 Kb de direccionamiento para memoria externa de programa.
- Dos timer/counter de 16 bits.
- Cinco estructuras de interrupciones.
- Pórtico serial Full duplex.
- Procesador Booleano.

En forma genérica la familia 8051 tiene espacios separados para lo que es memoria del programa y memoria de datos. Debido a que la capacidad de direccionamiento es hasta de 16 bits, la memoria de programa puede ser hasta de 64 Kbytes, pudiendo este valor estar distribuido para el Intel 8751H con 4 Kbytes de memoria residente en el chip y

el restante en memoria externa. Con la misma capacidad de direccionamiento anterior de 16 bits, el espacio de memoria de datos tiene la capacidad de 64 kbytes, siendo esta memoria externa al chip.

Adicionalmente la familia 8051 incluye 128 bytes de RAM interna y un número establecido de Registros Especiales de Función (SFR); a continuación se presenta una lista de los diferentes SFR que existen.

SIMBOLO	NOMBRE	DIRECCION
* ACC	Acumulador	0E0H
* B	Registro B	0F0H
* PSW	Palabra estado del programa	0D0H
SP	Puntero del stack	81H
DPTR	Puntero de datos	83H
	DPH	82H
	DPL	82H
* P0	Pórtico 0	80H
* P1	Pórtico 1	90H
* P2	Pórtico 2	0A0H
* P3	Pórtico 3	0B0H
* IP	Control prioridad interrupción	0B8H
* IE	Control habilitación interrupc.	0A8H
TMOD	Control de modo Timer/Counter	89H
* TCON	Control Timer/Counter	88H

TH0	Timer/Counter 0	High	8CH
TL0	Timer/Counter 0	Low	8AH
TH1	Timer/Counter 1	High	8DH
TL1	Timer/Counter 1	Low	8BH
* SCON	Control serial		98H
SBUF	Buffer serial de datos		99H
PCON	Control de poder		87H

TABLA II.3.1.1.1

Las SFR marcadas con " * " tienen la posibilidad de ser direccionadas tanto por byte como bit por bit.

Las características técnicas de este circuito integrado, se encuentran incluidas en el Anexo 3.

II.3.1.2 RELOJ DEL MICROCONTROLADOR.

Es necesario para el funcionamiento del microcontrolador, la instalación de un cristal para la generación de la señal de reloj. El valor del cristal utilizado es de 7.3728 (MHz). Los pines XTAL1 y XTAL2 son la entrada y salida de un inversor, el cual puede ser configurado de manera de proveer la señal de reloj interna. La figura II.3.1.2.1 muestra la disposición del cristal y de los capacitores externos necesarios.

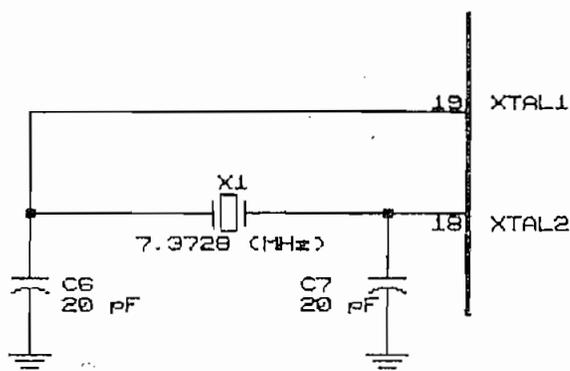


Fig. II.3.1.2.1 Reloj del microcontrolador.

El valor de los capacitores dado por el fabricante está dentro del rango de $30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ para cuando se utiliza cristal; el valor utilizado es de 20 (pF).

II.3.1.3 CIRCUITO DE RESET

La entrada de RESET, es del tipo Schmitt Trigger. Se consigue manteniendo el pin RST (9) en un nivel alto por al menos dos ciclos de máquina (24 períodos del oscilador), mientras el oscilador está corriendo. El CPU responde ejecutando un reset interno. El reset interno es ejecutado durante el segundo ciclo en el cual el RST está en alto y se repite cada ciclo hasta que el RST retorne a un nivel bajo.

El circuito de RESET se basa en el circuito integrado NE555 que es un temporizador; y, la configuración es del

tipo monoestable con los valores de los elementos calculados de manera que produzcan un pulso de aproximadamente 2 seg de duración en un nivel alto en la salida Q del circuito integrado. La expresión para la determinación de los valores de la resistencia y del capacitor para obtener el período deseado es: (4)

$$t = 1.1 * R_3 * C_4$$

La figura II.3.1.3.1 presenta el circuito de RESET.

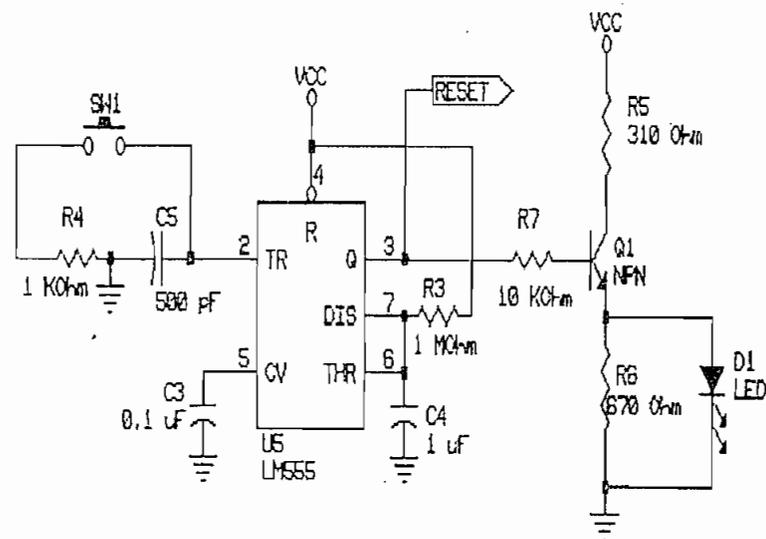


Fig. II.3.1.3.1 Circuito de RESET.

El RESET es del tipo conocido como POWER ON RESET, lo que significa que al momento de encender el equipo se producirá una acción de RESET para asegurar la correcta inicialización de las instrucciones en el programa.

Adicionalmente a la salida Q del Timer, se tiene un circuito en base a transistor que permite que esta salida maneje un LED.

La tabla a continuación describe el estado en que se presentan los diferentes registros una vez que el RESET se aplica.

Registro	Contenido
PC	0000H
ACC	00H
B	00H
PSW	00H
SP	07H
DPTR	0000H
P0 - P3	0FFH
IP	XXX00000B
IE	0XX00000B
TMOD	00H
TH0	00H

TL0	00H
TH1	00H
TL1	00H
SCON	00H
SBUF	INDETERMINADO
PCON	0XXXXXXXXB

TABLA II.3.1.3.1

La RAM interna no es afectada por el RESET. Cuando el microcontrolador es polarizado con VCC, el contenido de la RAM es indeterminado.

II.3.1.4 DECODER 3/8 74LS137.

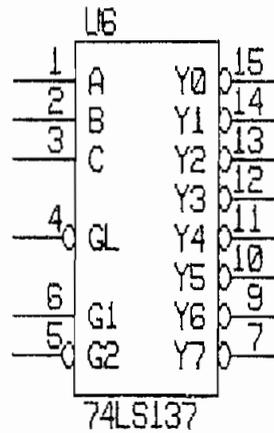


Fig. II.3.1.4.1 74LS137

Se trata de un decodificador/demultiplexer de tres líneas a ocho líneas de baja disipación de potencia. Su utilidad es la de permitir con cuatro líneas del microcontrolador manejar hasta ocho diferentes requerimientos del hardware.

Tres de las líneas del microcontrolador son utilizadas para el direccionamiento; y, la restante sirve para habilitar la salida direccionada.

En el circuito implementado se utilizan tres de las ocho posibilidades. Dos para manejar a los 74LS244 independientemente; y, una para producir el pulso de START de los conversores, esto último simultáneamente.

Las líneas restantes se encuentran disponibles y están previstas para el caso en que se realice el cambio a conversores de 12 bits de resolución. Estas líneas de control se encuentran conectadas desde el circuito integrado hacia el conector D de la tarjeta del SDAD (D1,D2,D3,D4 Y D5).

Las características técnicas se encuentran en el Anexo 3.

II.3.1.5 BUFFER 74LS244.

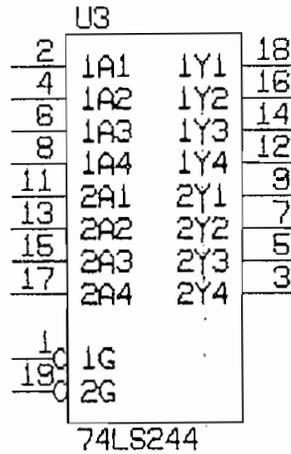


Fig. II.3.1.5.1 74LS244

El circuito integrado 74LS244, permite que ambas señales provenientes de los conversores ADC 0803 compartan un mismo bus de datos; esto se consigue debido a que en tanto el buffer no es seleccionado, presenta un estado de alta impedancia en la salida, siendo posible interconectar la salida de un búffer con la salida del otro. Al no seleccionar simultáneamente a los dos circuitos integrados, no se produce conflicto alguno; y, la información que entrega cada conversor puede ser enrutada para que el microcontrolador las lea y luego de procesarlas las almacene.

La habilitación de cada uno de los buffer se realiza

con el decodificador 74LS137 mencionado anteriormente. Para seleccionar al 74LS244 es necesario colocar un cero lógico en las líneas de habilitación 1G y 2G; con lo que se consigue que la señal a la entrada sea colocada a la salida.

Las características técnicas de este circuito integrado se encuentran en el Anexo 3.

II.3.1.6 LATCH 74LS373

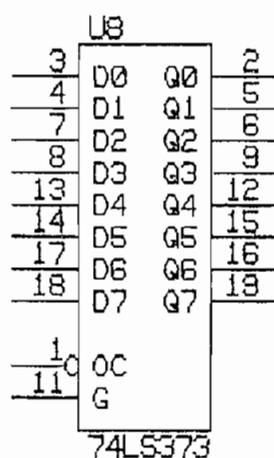


Fig.II.3.1.6.1 74LS373

Este circuito integrado es utilizado para poder direccionar la memoria RAM utilizada para el almacenamiento de la información adquirida por el sistema. El microcontrolador utiliza el prtico P_0 para cumplir con dos funciones. Por un

lado este p rtico entrega el byte menos significativo de las direcciones; y, por otro lado lee o escribe la palabra de información correspondiente al direccionamiento establecido.

El microcontrolador tiene una línea de control denominada Adress Latch Enable (ALE); la función es la de proveer una señal apropiada para tener acceso a memoria externa. Esta línea habilita y deshabilita el Latch para poder cumplir con los ciclos de lectura y escritura de la RAM.

Una vez que el byte menos significativo de la dirección es capturado por el Latch, el microcontrolador puede entregar o recibir información a través del p rtico P₀.

Las características técnicas de este circuito integrado se encuentran en el Anexo 3.

II.3.1.7 ENCENDIDO DE LOS LED

No es conveniente manejar directamente con la salida del microcontrolador el encendido de los LED, debido a que la corriente que entrega el microcontrolador no es lo suficiente para garantizar una correcta luminosidad.

Un transistor permite manejar de una manera más adecuada un led; la figura II.3.1.7.1 a continuación muestra la

configuración adoptada.

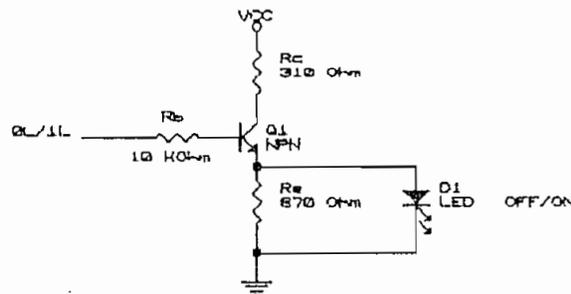


Fig. II.3.1.7.1 Encendido del LED.

La resistencia de la base del transistor NPN es alta (10 K Ω), este es debido a que la corriente necesaria para manejar el transistor es baja. Cuando el microcontrolador coloca un nivel de 0L, el transistor no conduce y el led permanece apagado; por el contrario, cuando el microcontrolador coloca un nivel de 1L, el led se enciende debido a que el transistor conduce y hay un flujo de corriente a través de la resistencia de colector, la misma que se divide entre la resistencia de emisor y el led garantizando el que la luminosidad del led sea adecuada.

II.3.2 CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

La memoria RAM utilizada (fig. II.3.2.1) en la implementación es la 43256-10L que es una memoria de alta velocidad, bajo consumo de potencia, que no requiere de reloj

o de refresco para operar y cuya capacidad de almacenamiento es de 32 Kbytes.

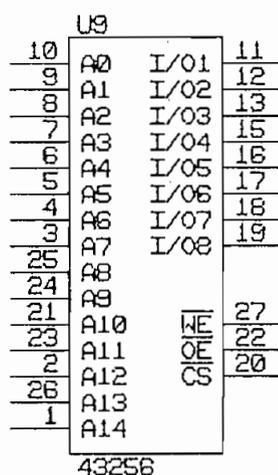
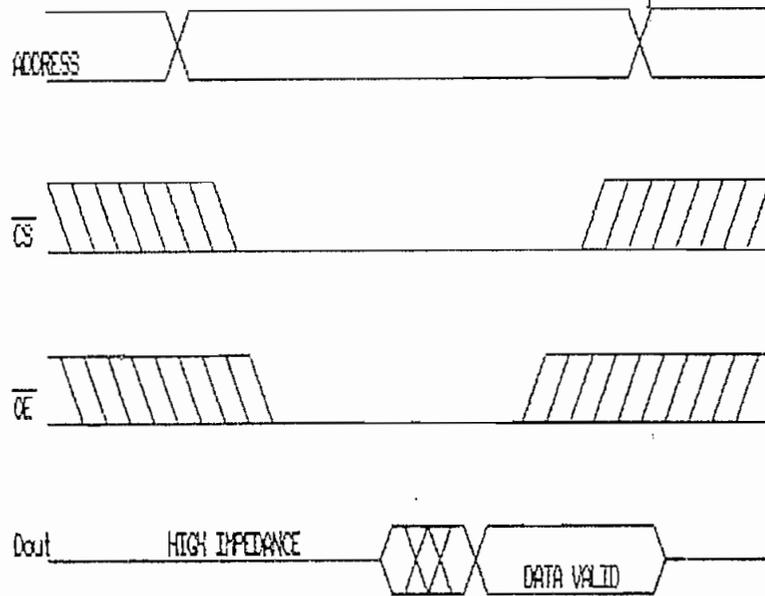


Fig.II.3.2.1 Memoria 43256-10L

Debido a que el p rtico P_0 del microcontrolador debe multiplexarse para enviar la dirección de la palabra de memoria y recibir o enviar la palabra de información de la dirección dada, es necesario el circuito integrado 74LS373 cuyo propósito es almacenar el byte menos significativo de la dirección en tanto el p rtico P_0 realiza otra función.

La figura II.3.2.2 a continuación describe el acceso a memoria externa de datos, para el caso en que la operación que se realiza sea de lectura.



NOTE: \overline{WE} is high for read cycle

Fig.II.3.2.2 Ciclo de lectura.

El mapa de memoria RAM es el siguiente:

0000 H \leftrightarrow 00FF H Amplitud de la señal.
 0100 H \leftrightarrow 07FF H Disponible.

La parte de memoria disponible, podrá ser utilizada, en caso de que se realice una ampliación del sistema a una conversión de resolución de 12 bits.

Una vez que la información requerida, esté en su totalidad almacenada en la RAM del sistema, haciendo uso de las diferentes opciones que a través del menú del programa principal es posible ejecutar, es transferida al computador a través del pòrtico de comunicación serial RS232-C.

Las características técnicas de este circuito integrado se encuentran en el Anexo 3.

II.3.3 INTERFACE SERIAL

La comunicación entre el Sistema de Adquisición de Datos y el computador, se realiza con el protocolo serial RS232C. Este es escogido debido a la confiabilidad y facilidad que presenta en el manejo de la comunicación.

El nombre propio del RS-232C es Interface entre un Equipo Terminal de Datos <DTE> y un Equipo de Comunicación de Datos <DCE> empleando un Intercambio Serial de Datos Binarios.

Respecto del RS-232C estandar podemos decir que cubre cuatro áreas, que son:

- 1.- Características mecánicas del interface.
- 2.- Las señales eléctricas a través del interface.

- 3.- La función de cada señal.
- 4.- Subgrupo de señales para ciertas aplicaciones.

La designación de los pines utilizados para el conector RS-232C (DB-25) es la siguiente:

Pin No.	Descripción de la señal	Abreviación.
1	Protective Ground	GND
2	Transmitted Data	TD
3	Received Data	RD
4	Request to Send	RTS
5	Clear to Send	CTS
6	Data Set Ready	DSR
7	Signal Ground	SG
8	Received Line Signal Detector	DCD
9	Reserved	
10	Reserved	
11	Unassigned	
12	Secondary Received Line Signal Detector	
13	Secondary Clear to Send	
14	Secondary Transmitted Data	
15	Transmitter Signal Element Timing (DCE)	
16	Secondary Received Data	
17	Receiver Signal Element	

Timing		
18	Unassigned	
19	Secondary Request to Send	
20	Data Terminal Ready	DTR
21	Signal Quality Detector	SQ
22	Ring Indicator	RI
23	Data Signal Rate Selector (DTE)	
23	Data Signal Rate Selector (DCE)	
24	Transmitter Signal Element Timing (DTE)	
25	Unassigned	

El pin 7 es la señal de referencia a tierra para todos los demás pines. El interface no trabajará sin el, porque ninguna de las señales del circuito podrá ser completada.

Los pines 2 y 3 (TD y RD), son los que cuentan, es a través de ellos que los datos pasan, el resto de pines podrían ser innecesarios. En el RS-232C, un voltaje positivo entre + 5 y + 15 voltios sobre el pin 2 o 3 con respecto al pin 7 representa un nivel de 0 lógico, y un voltaje negativo entre - 5 y - 15 voltios sobre los mismos pines anteriores representa un 1 lógico. Estos son los niveles para datos; la polaridad de los voltajes es invertida para la lógica 0 y 1 sobre las líneas de control.

No todos los pines del RS-232C son utilizados, las mínimas conexiones requeridas para el interface son transmisión de datos (TD); recepción de datos (RD); y, signal ground (SG).

Los pines 2 y 3 deben ser intercambiados cuando dos equipos terminales de datos son interconectados, la figura a continuación muestra la manera como esto se realiza.

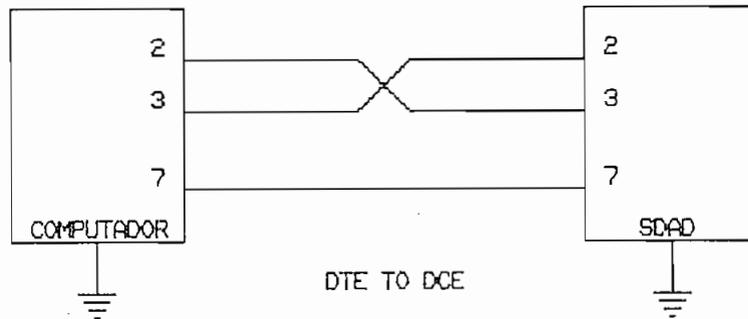


FIG.II.3.3.1. Conexión RS-232C

El circuito integrado MAX 232, está constituido por drivers que permiten adaptar los niveles de tensión entre el computador y el protocolo RS-232; para esto cuenta con dos drivers para transmisión y dos para recepción.

Este circuito es necesario debido a que el microcontrolador maneja la información serial en niveles TTL; y, el

protocolo serial maneja voltajes positivos y negativos para 0L y 1L respectivamente.

El MAX 232 es un circuito integrado que requiere una sola fuente de + 5 voltios para su alimentación, lo que representa una gran ventaja al momento de seleccionarlo; sin embargo, es necesario la presencia de varios capacitores externos.

La figura II.3.3.2 muestra el circuito integrado MAX232 y los capacitores externos necesarios para su correcta operación.

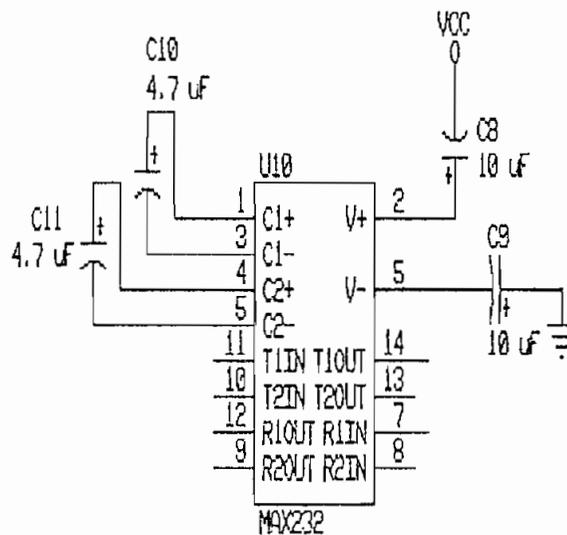


Fig.II.3.3.2 MAX 232.

II.3.4 COMPONENTES DE LA TARJETA PRINCIPAL DEL S.D.A.D.

La figura II.3.4.1 muestra un diagrama descriptivo de la ubicación de los diferentes elementos y circuitos integrados en la tarjeta principal del Sistema de Adquisición de Datos.

LISTA DE LOS C.I. DE LA TARJETA SDAD

- U1 Conversor Análogo/Digital ADC 0803 LCN.
- U2 Conversor Análogo/Digital ADC 0803 LCN.
- U3 Buffer. Salida no invertida, tres estados.
74LS244.
- U4 Buffer. Salida no invertida, tres estados.
74LS244.
- U5 Timer NE555P.
- U6 Decoder/Demult. 3/8 con latches, 74LS137.
- U7 CPU con 4K x 8 EPROM y 128 x 8 RAM (3.5 - 12
MHz). INTEL 8751H.
- U8 Latch. 74LS373.
- U9 32768 x 8, 100 ns Low Power RAM, 43256-10L.
- U10 Receptor/ Transmisor RS232, MAX232CPE.

LISTA DE LOS ELEMENTOS DE LA TARJETA SDAD.

- P1 Potenciómetro 2 KOhm.

P2	Potenciómetro 2 KOhm.
R1	Resistencia 5.7 KOhm.
R2	Resistencia 5.7 KOhm.
R3	Resistencia 1.0 MOhm.
R4	Resistencia 1.0 KOhm.
R5	Resistencia 310 Ohm.
R6	Resistencia 670 Ohm.
R7	Resistencia 10.0 KOhm.
R8	Resistencia 330 Ohm.
R9	Resistencia 670 Ohm.
R10	Resistencia 10.0 KOhm.
R11	Resistencia 310 Ohm.
R12	Resistencia 670 Ohm.
R13	Resistencia 10.0 KOhm.
C1	Capacitor cerámico 200.0 pF.
C2	Capacitor cerámico 200.0 pF.
C3	Capacitor electrolítico 0.1 μ F @ 10.0 V.
C4	Capacitor electrolítico 1.0 μ F @ 25.0 V.
C5	Capacitor cerámico 500.0 pF.
C6	Capacitor cerámico 20.0 pF.
C7	Capacitor cerámico 20.0 pF.
C8	Capacitor electrolítico 10.0 μ F @ 10.0 V.
C9	Capacitor electrolítico 10.0 μ F @ 10.0 V.
C10	Capacitor electrolítico 4.7 μ F @ 6.3 V.
C11	Capacitor electrolítico 4.7 μ F @ 25.0 V.
C12 - C21	Capacitor Tantalum 0.1 μ F @ 35 V.

- X1 Cristal 7.3728 MHz.
- Q1 - Q3 Transistores PN2222A (NPN).

CONECTORES DE LA TARJETA SDAD

- A1 Entrada positiva del voltaje de la posición del cursor en la línea ranurada.
- A2 Entrada negativa del voltaje de la posición del cursor en la línea ranurada. GND
- A3 Entrada positiva del voltaje de la amplitud de la señal en la línea ranurada.
- A4 Entrada negativa del voltaje de la amplitud de la señal en la línea ranurada. GND
- A5 Referencia de tierra. GND
- A6 Disponible.
- A7 Disponible
- A8 Disponible.
- A9 Disponible.
- A10 Disponible.

- B1 Alimentación + 5 V. VCC
- B2 Alimentación, referencia de tierra. GND
- B3 Alimentación + 5 V. VCC
- B4 Alimentación, referencia de tierra. GND
- B5 Reset.
- B6 Reset.

B7 Anodo led de RESET.
B8 Cátodo led de RESET.
B9 Anodo led de Comunicación serial.
B10 Cátodo led de Comunicación serial.

C1 Bus de datos bit 0.
C2 Bus de datos bit 1.
C3 Bus de datos bit 2.
C4 Bus de datos bit 3.
C5 Bus de datos bit 4.
C6 Bus de datos bit 5.
C7 Bus de datos bit 6.
C8 Bus de datos bit 7.
C9 Disponible.
C10 Disponible.

D1 Y2 del 74LS137.
D2 Y3 del 74LS137.
D3 Y5 del 74LS137.
D4 Y6 del 74LS137.
D5 Y7 del 74LS137.
D6 Anodo led indicativo de Sistema Operativo.
D7 Cátodo led indicativo de Sistema Operativo.
D8 Tx. RS232.
D9 Rx. RS232.
D10 Referencia de tierra.

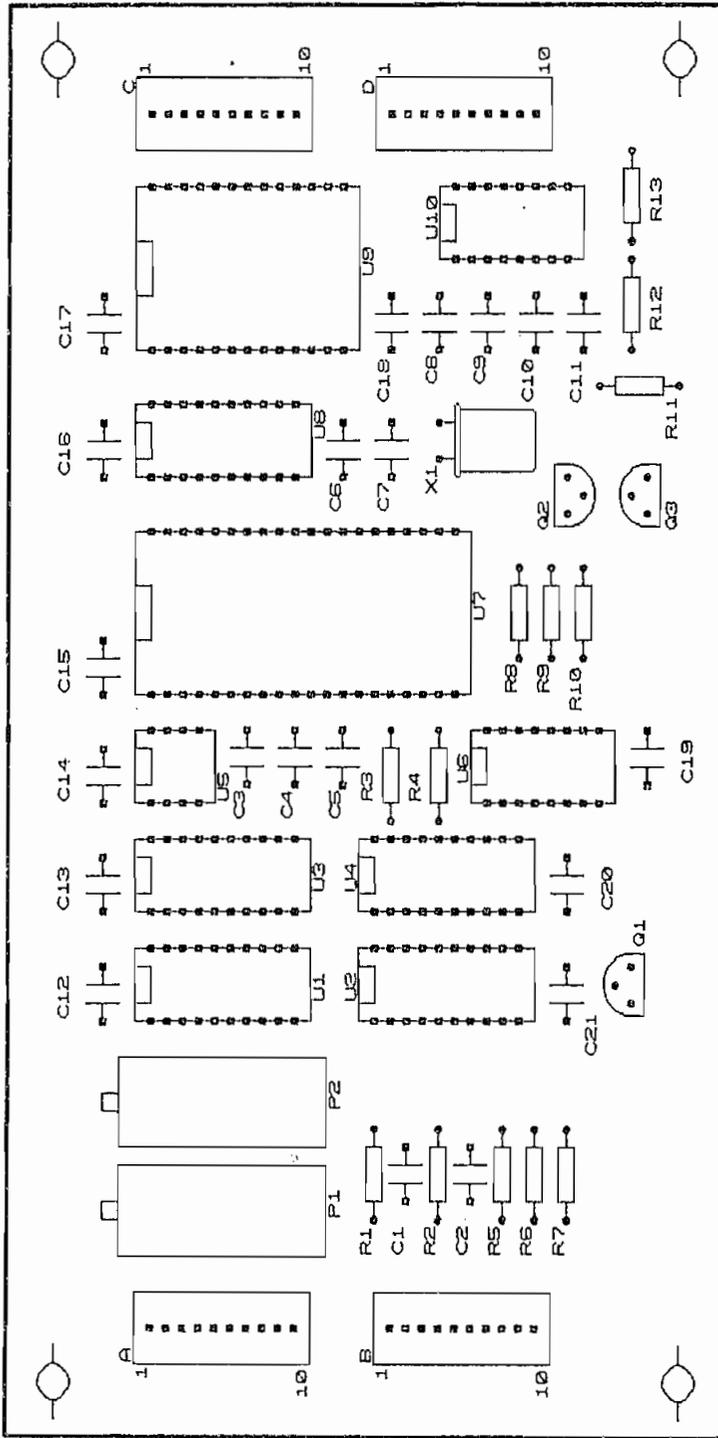


Fig. II.3.4.1

Title SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

Size Document Number R

Date: September 26, 1990 Sheet 1 of 1

II.4 MONTAJE DE LOS SENSORES

Las señales captadas por los sensores son: posición de la punta de prueba; y, señal proporcional a la amplitud del patrón de onda estacionaria en la línea ranurada.

La figura II.4.1 muestra los sensores y la disposición del equipo utilizado.

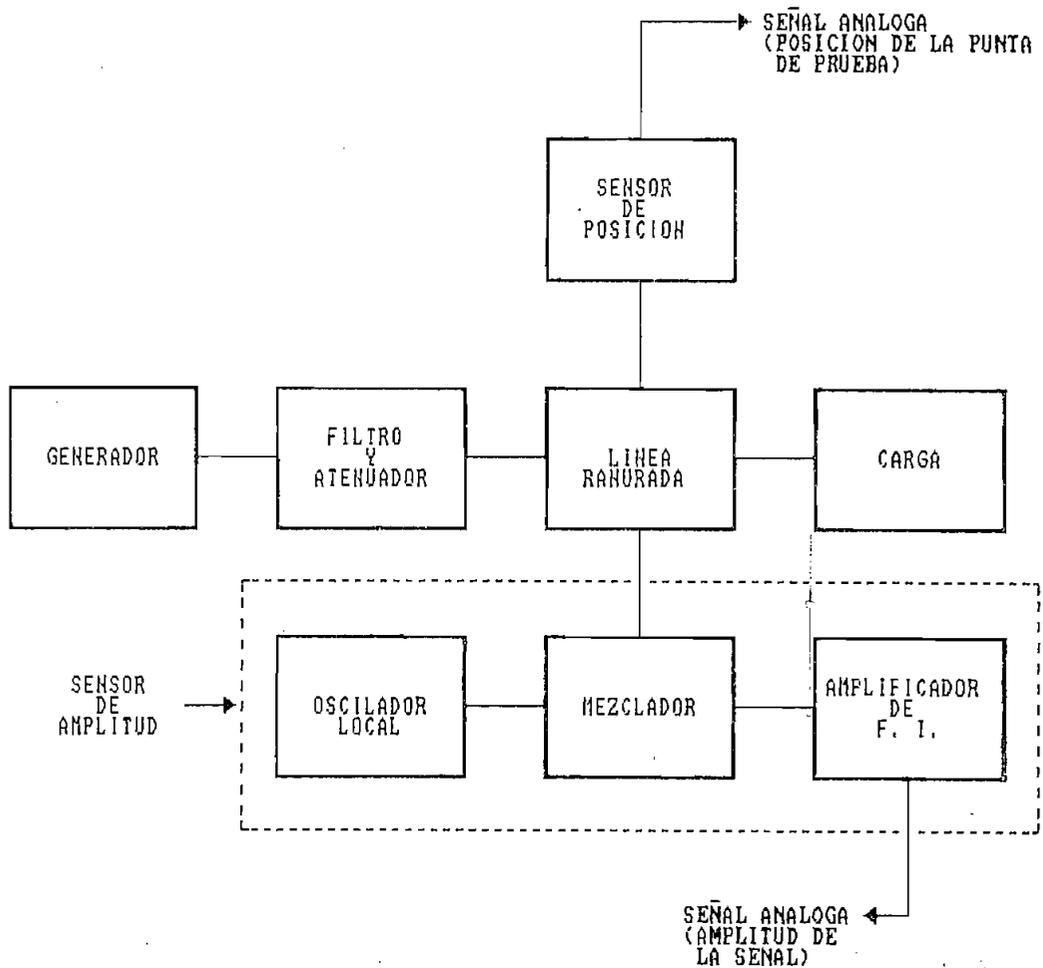


Fig. II.4.1 Ubicación de los sensores.

II.4.1. SENSOR PARA LA POSICION DE LA PUNTA DE PRUEBA EN LA LINEA RANURADA.

La punta de prueba en la línea ranurada es montada sobre un transporte, el cual la traslada a lo largo y de un extremo a otro. El transporte es conducido por medio de un cordón de nylon que pasa alrededor de una rueda montada hacia el un extremo de la línea, y, alrededor de una rueda asociada con una manivela en el otro extremo. La distancia que recorre la punta de prueba es aproximadamente 50.5 (cm).

La figura II.4.1.1 muestra la disposición del cordón de nylon y la manivela utilizada para trasladar a lo largo de la línea ranurada a la punta de prueba.

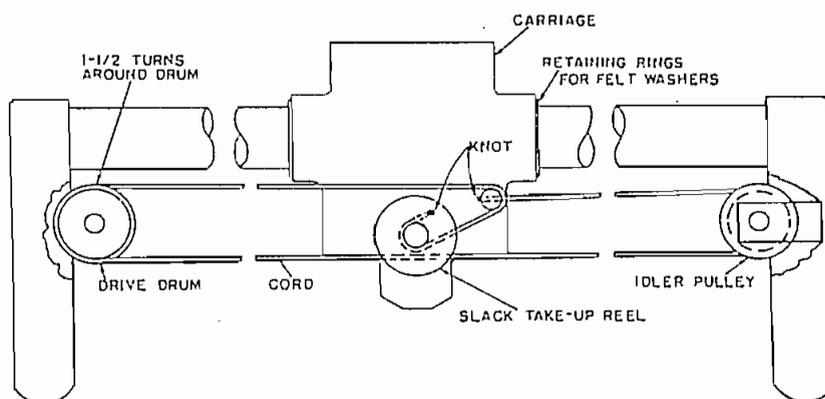


Fig. II.4.1.1. Disposición del cordón de nylon y manivela.

Descrita la manera como se traslada la punta de prueba a lo largo de la línea ranurada, se describe la forma como se obtiene la ubicación de esta.

El dispositivo que capta la posición de la punta de prueba en la línea ranurada está constituido por un potenciómetro que gira conforme lo hace el eje que forma parte de la manivela antes mencionada; este potenciómetro es un divisor de tensión que entrega un voltaje dependiendo del número de vueltas de la manivela y del sentido que estas tengan. La implementación física de este dispositivo se muestra en la figura II.4.1.2.

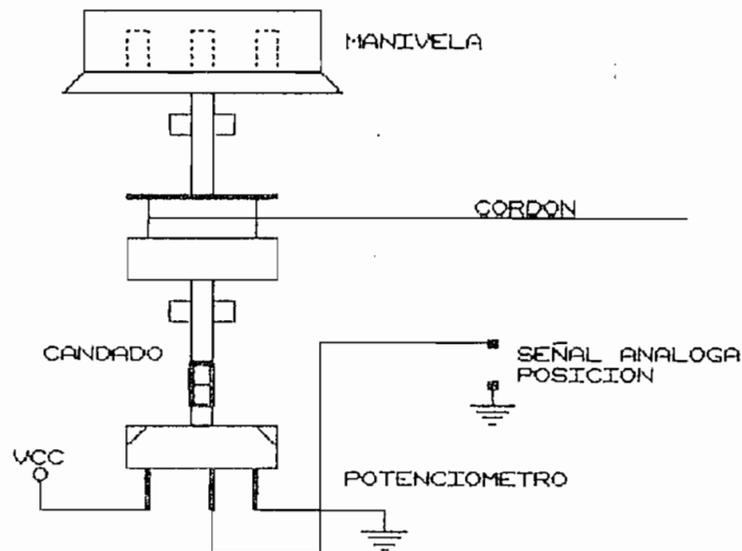


Fig. II.4.1.2 Montaje del sensor de posición de la punta de prueba.

Para tener una correspondencia directa entre la posición de la punta de prueba y la señal análoga, es necesario que el potenciómetro utilizado presente una característica lineal, de no ser así, sería necesario ejecutar un procedimiento para realizar dicha linealización.

La tabla II.4.1.1 presenta la fracción de vuelta respecto del voltaje que se mediría en el divisor de tensión; y, la fig. II.4.1.3 muestra la característica del potenciómetro obtenida a partir de los valores medidos.

Fracción de Vuelta	Voltaje (V)
0.00	0.0000
0.25	0.0000
0.50	0.0000
0.75	0.0000
1.00	0.0000
1.25	0.0001
1.50	0.0189
1.75	0.1195
2.00	0.2660
2.25	0.4340
2.50	0.5750
2.75	0.7360
3.00	0.8920
3.25	1.0520
3.50	1.2030
3.75	1.3330
4.00	1.4890
4.25	1.6370
4.50	1.8190
4.75	1.9770
5.00	2.1700
5.25	2.3500
5.50	2.5200
5.75	2.7000

6.00	2.8900
6.25	3.0500
6.50	3.2300
6.75	3.4100
7.00	3.5700
7.25	3.7500
7.50	3.9100
7.75	4.0800
8.00	4.2500
8.25	4.4100
8.50	4.5700
8.75	4.7200
9.00	4.8800
9.25	5.0000

TABLA II.4.1.1

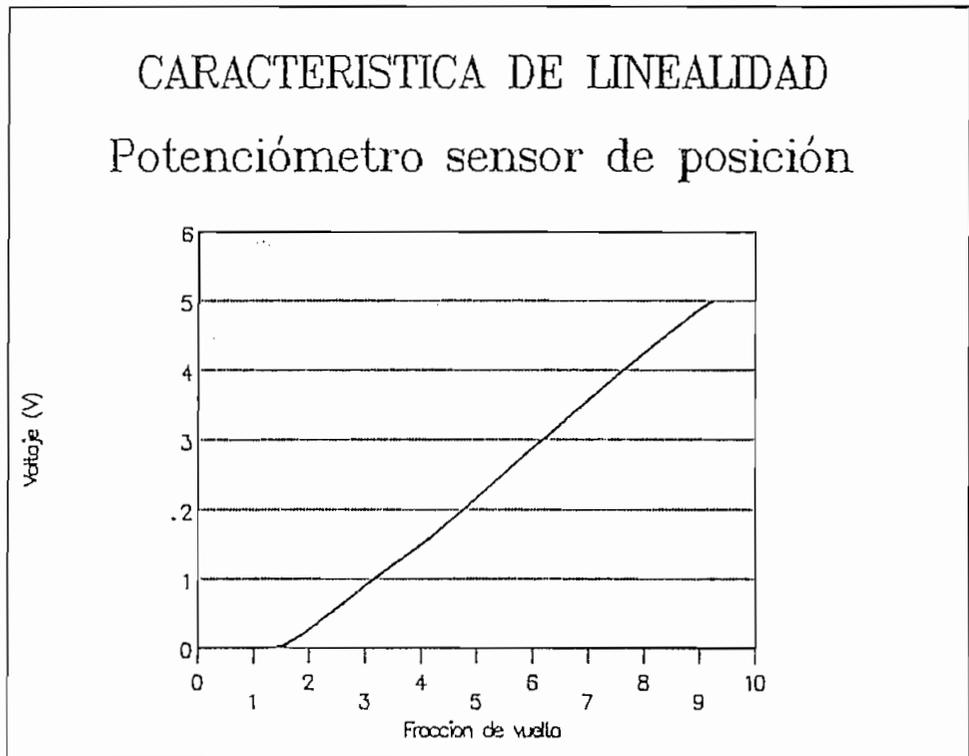


Fig. II.4.1.3 Característica del potenciómetro.

La fig.II.4.1.3 muestra que la característica del potenciómetro es lineal a partir de aproximadamente después de que se ha girado una vuelta y media, esta ubicación se convierte en la referencia o punto de partida para la equivalencia entre posición y voltaje medidos.

Para obtener la distancia a la que se encuentra la punta de prueba, conocido el voltaje entregado por el sensor de posición, es necesario realizar una regresión polinómica.

El polinomio se denomina polinomio de interpolación y se obtiene resolviendo el sistema de ecuaciones generado con la ecuación:

$$d_n(V) = \sum_{j=0}^n A_j V^j$$

$$d(V) = A_0 + A_1 * V + A_2 * V^2 + A_3 * V^3 + A_4 * V^4 + A_5 * V^5 + A_6 * V^6 + A_7 * V^7 + A_8 * V^8$$

Donde:

$$A_0 = -0.3052524$$

$$A_1 = 26.62484$$

$$A_2 = -46.48341$$

$$A_3 = 66.10542$$

$$A4 = -48.75752$$

$$A5 = 20.04875$$

$$A6 = -4.660689$$

$$A7 = 0.5739975$$

$$A8 = -0.02914188$$

La tabla II.4.1.2 presenta la distancia calculada en base a la regresión polinómica comparada con la distancia medida.

Voltaje (V)	Distancia Calculada (cm)	Distancia Medida (cm)	Error %
0.0117	0.00	0.00	-----
0.0500	0.92	1.00	8.23
0.0771	1.50	2.00	25.01
0.1433	2.73	3.00	8.98
0.2420	4.20	4.00	5.03
0.2950	4.87	5.00	2.53
0.3930	6.00	6.00	0.00
0.4860	7.01	7.00	0.13
0.5710	7.93	8.00	0.85
0.6460	8.77	9.00	2.57
0.7370	9.82	10.00	1.75
0.8220	10.85	11.00	1.33
0.9170	12.05	12.00	0.39
0.9910	13.00	13.00	0.00
1.0700	14.03	14.00	0.23
1.1510	15.10	15.00	0.64
1.2340	16.18	16.00	1.13
1.3110	17.18	17.00	1.03
1.3830	18.09	18.00	0.50
1.4480	18.90	19.00	0.53
1.5390	20.00	20.00	0.00
1.6380	21.15	21.00	0.74
1.7120	21.99	22.00	0.05
1.8110	23.06	23.00	0.28

1.9130	24.13	24.00	0.56
2.0200	25.22	25.00	0.89
2.1100	26.12	26.00	0.45
2.2000	27.00	27.00	0.00
2.3050	28.02	28.00	0.09
2.4000	28.95	29.00	0.16
2.4900	29.84	30.00	0.54
2.5900	30.83	31.00	0.54
2.6900	31.84	32.00	0.50
2.8100	33.07	33.00	0.21
2.9000	34.00	34.00	0.00
2.9900	34.94	35.00	0.18
3.0900	35.99	36.00	0.04
3.1800	36.93	37.00	0.19
3.2800	37.98	38.00	0.06
3.3700	38.92	39.00	0.21
3.4600	39.85	40.00	0.36
3.5700	41.00	41.00	0.01
3.6600	41.93	42.00	0.16
3.7500	42.87	43.00	0.30
3.8300	43.72	44.00	0.64
3.9400	44.90	45.00	0.23
4.0400	45.99	46.00	0.01
4.1200	46.89	47.00	0.24
4.2200	48.02	48.00	0.04
4.3100	49.04	49.00	0.08
4.4000	50.03	50.00	0.06
4.4500	50.56	50.55	0.01

Tabla II.4.1.2

Escogiendo un determinado voltaje para una cierta posición se tiene la siguiente comparación:

$$V = 3.18 \text{ (V)}$$

$$\Rightarrow d = 37.10 \text{ (cm) Valor calculado}$$

$$d = 37 \text{ (cm) Valor medido}$$

Con esto se puede advertir, que es posible, utilizando la ecuación II.4.1.1. determinar, una vez conocido el

voltaje, la posición a la que se encuentra la punta de prueba en ese momento.

La figura II.4.1.4 presenta la característica obtenida en base a la regresión polinomial.

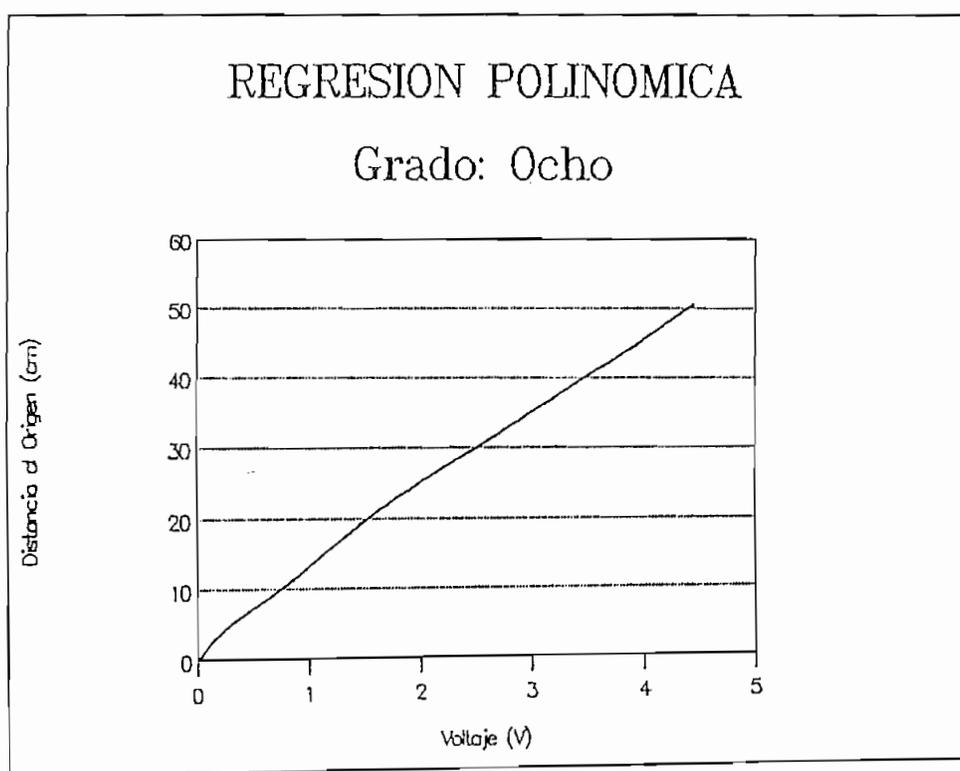


Fig.II.4.1.4 Característica obtenida en base a la regresión polinomial.

En la tabla II.4.1.2 la tercera columna representa el porcentaje de error para cada distancia, considerando la

distancia medida como la distancia verdadera y la distancia calculada como el valor sujeto de error; la expresión para la determinación del error es:

$$\% \text{ Error} = \frac{V_{\text{calculado}} - V_{\text{medido}}}{V_{\text{medido}}} \times 100$$

De esta columna de errores, se puede concluir que para distancias a partir de 5 cm de separación del origen, el error es menor al 1 %, lo que en términos de distancia no representa un defasamiento mayor. Para distancias menores a 5 cm, el error producido es mayor, sin embargo la probabilidad de que un mínimo del patrón de onda estacionaria se ubique en este sector es escasa.

II.4.2 SENSOR PARA LA AMPLITUD DE LA SENAL DE ONDA ESTACIONARIA.

El sensor o detector utilizado para captar la señal proporcional a la amplitud de la señal de onda estacionaria consiste de un rectificador mezclador Tipo 874-MRL; asociado con un amplificador de frecuencia intermedia Tipo 1216-A; y, una unidad osciladora Tipo 1209-B, lo que constituye un detector satisfactorio para la línea ranurada.

El diagrama de bloques (Fig II.4.1), presenta la ubicación de los dispositivos descritos anteriormente.

El amplificador de frecuencia intermedia, provee una señal a una frecuencia de 30 MHz, con esta señal se obtiene el nivel de continua de la amplitud de la señal de onda estacionaria presente en la línea ranurada, que es amplificada a los niveles adecuados para que la etapa análoga realice la conversión a su equivalente digital, y proceder a su almacenamiento y transmisión hacia el computador.

La adecuación de esta señal sinusoidal se realiza con el circuito rectificador y amplificador detallado en la parte análoga.

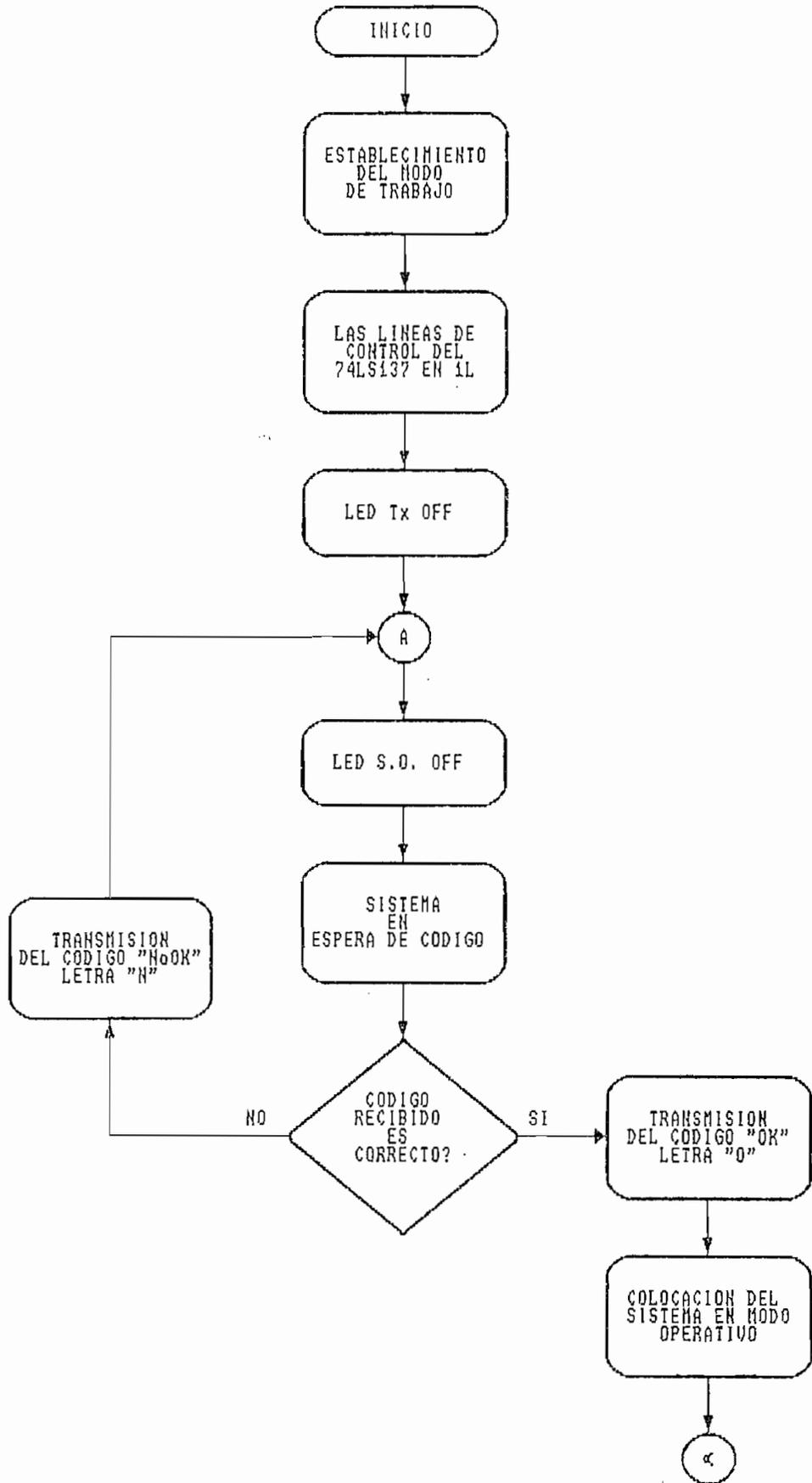
CAPITULO III

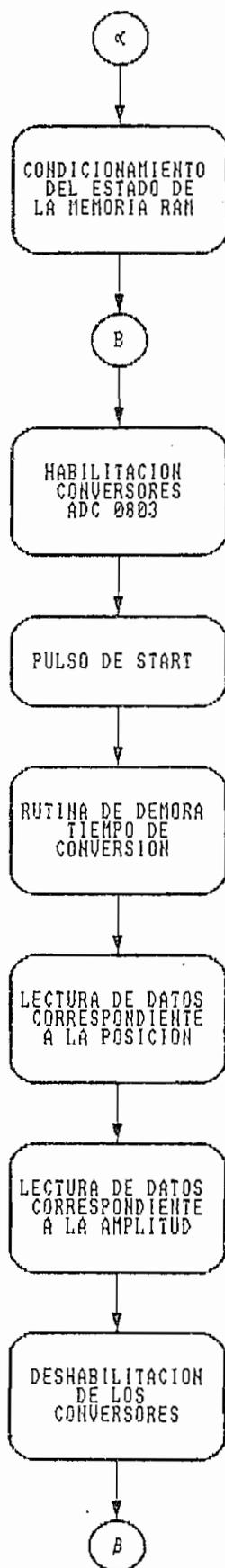
PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR INTEL 8751H
PARA EL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

El control en el Hardware del Sistema de Adquisición de Datos lo realiza el microcontrolador 8751H. El set de instrucciones provee un conveniente conjunto de operaciones aritméticas de 8 bits, incluyendo multiplicación y división.

Un resumen de las características técnicas y del conjunto de instrucciones se adjunta en el Anexo 3.

El diagrama de bloques adjunto en la figura III.1 presenta el procedimiento a seguir en el programa del microcontrolador.





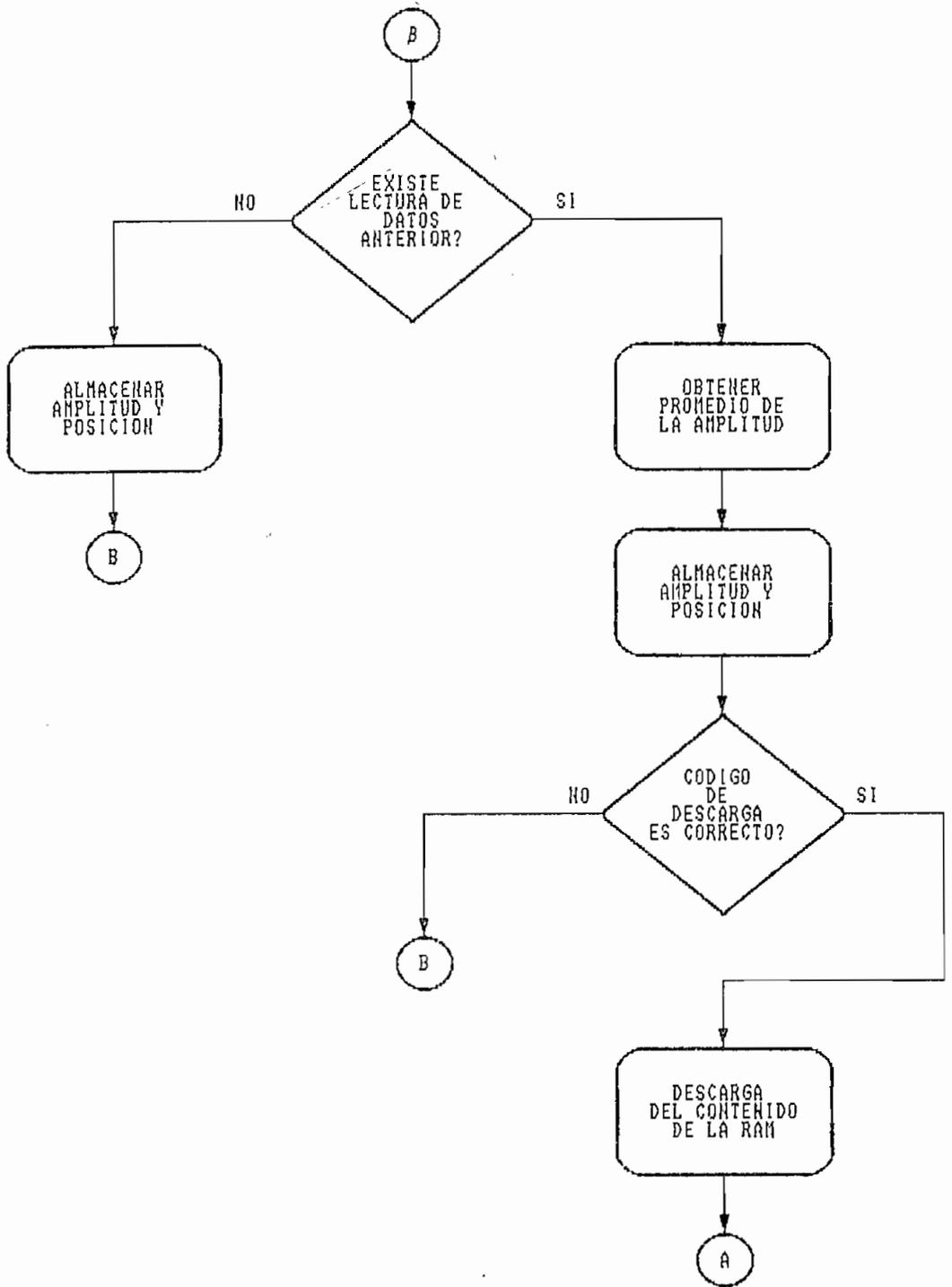


Fig.III.1 Diagrama de bloques para el programa del micro-controlador

III.1 COMUNICACION SERIAL.

El p rtico serial es full duplex, esto significa que puede transmitir y recibir información simultáneamente. El buffer de recepción dar  comienzo a la recepción de un segundo byte después de que un byte previamente recibido ha sido leído. A los registros de transmisión y recepción del p rtico serial, se tiene acceso a través del registro de función especial SBUF. Escribiendo al SBUF se carga el registro de transmisión; y, leyendo el SBUF se tiene acceso a un registro de recepción físicamente separado.

El p rtico serial puede operar en cuatro modos:

- MODO 0: 8 bits son transmitidos o recibidos. 8 bits de datos (LSB primero). La velocidad es fijada a 1/12 de la frecuencia del oscilador.
- MODO 1: 10 bits son transmitidos o recibidos. Un bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero) y un bit de parada (1). En la recepción, el bit de parada se localiza en RB8 en el registro especial de función SCON. La velocidad es variable.
- MODO 2: 11 bits son transmitidos o recibidos. Un bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero), un noveno bit de datos programable, y un bit de parada (1). Para la transmisión, el noveno bit

de datos se localiza en TB8 en el SCON; y, puede ser asignado el valor de 0 o 1. Por ejemplo podría utilizarse el bit de paridad localizado en el bit P en el SFR PSW, transfiriéndolo a TB8. Para la recepción, el noveno bit de datos se localiza en RB8 del registro de función especial SCON. La velocidad de comunicación serial es programable a 1/32 o 1/64 de la frecuencia del oscilador.

MODO 3: 11 bits son transmitidos o recibidos. Un bit de inicio (0), 8 bits de datos (LSB primero), un noveno bit de datos programable y un bit de parada (1). Este modo es el mismo que el modo 2, excepto en lo que respecta a la velocidad que para este caso es variable.

El modo 1 (uno) descrito anteriormente, es el que se utiliza para la comunicación serial entre el Sistema de Adquisición de Datos y la computadora. Este modo presenta la ventaja de que la velocidad de comunicación es variable, pudiendo establecerse el valor que se desee; siendo el valor implementado 1200 baudios.

Para seleccionar el Modo 1 de comunicación serial en el microcontrolador, es necesario modificar la información presente en el registro de funciones especiales SCON (Re-

R88 Noveno bit de datos de recepción en los modos dos y tres.

TI Bandera de interrupción de transmisión.

RI Bandera de interrupción de recepción.

El valor adecuado para la selección del modo 1 en el SCON es 50H (01010000B).

Seleccionado correctamente el control del pòrtico serial, se selecciona el modo de trabajo de los timers, para lo cual al igual que en el SCON se debe colocar el byte adecuado en el TMOD que es el registro de función especial que controla el modo de Timer/Counter.

La disposición de los bits es la siguiente:

(MSB)								(LSB)
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0	
		TIMER 1						TIMER 0

Donde M1, M0 permiten determinar el modo de operación de acuerdo a la siguiente tabla:

M1	M0	Modo de operación
0	0	contador de 8 bits con un divisor

			para 32.
	0	1	16 bits Timer/Counter. THx y TLx están en cascada.
*	1	0	8 bits autoreinicialable.
	1	1	Timer 0. Se establece que TLo y THo son dos contadores separados. Timer 1. Mantiene la cuenta.

Se selecciona el timer 1 trabajando en el modo 2 (8 bits autoreinicialable), lo que se consigue colocando el valor 20H (00100000B) en el registro de función especial TMOD.

La velocidad para la comunicación en forma serial entre el S.D.A.D. y el computador en el modo escogido es variable, de manera que se puede escoger el valor que se desee; el valor de 1200 Baudios es apropiado para el presente caso, en tanto, el volumen de información que se maneja no es muy grande y no se requiere de velocidad de comunicación más alta. Para lograr que el microcontrolador trabaje a esta velocidad usando el timer 1 como generador de la velocidad serial se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{BAUD RATE} = \frac{K * f_{osc.}}{32 * 12 * [256 - TH_1]}$$

Cuando el SMOD (serial mode) es igual a cero, el

valor de la constante K es 1; además, se conoce que la frecuencia del oscilador es de 7.3728 MHz. Reemplazando esta información en la fórmula antes mencionada se obtiene lo siguiente:

$$TH_1 = 256 - \frac{1 * 7.3728 * 10^6}{384 * 1200}$$

$$TH_1 = 240D = 0F0H$$

Este valor (0F0H), cargado en los registros TH₁ y TL₁, establece que el microcontrolador trabaje a una velocidad de comunicación serial de 1200 Baudios.

El registro de control de Timer/Counter (TCON) cargado con el valor 40H da un bit de control de carrera para el timer uno; es decir, habilita el timer 1. Se puede entonces controlar por software la habilitación o deshabilitación del Timer o del Counter; a continuación se presenta una descripción bit por bit del TCON.

(MSB)							(LSB)
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

Donde:

TF1 Bandera de sobreflujo del Timer 1.

TR1	Bit de control de carrera Timer 1.
TF0	Bandera de sobreflujo del Timer 0.
TR0	Bit de control de carrera Timer 0
IE1	Bandera de interrupción 1.
IT1	Bit de control del tipo de interrupción 1.
IE0	Bandera de interrupción 0.
IT0	Bit de control del tipo de interrupción 0.

Finalmente es a través del SFR PCON, que se determina el modo serial (SMOD), mencionado anteriormente al calcular la velocidad de comunicación serial. La descripción bit por bit de este registro se presenta a continuación:

(MSB)							(LSB)
SMOD	--	--	--	GF1	GF0	PD	IDL

Donde:

SMOD	Bit duplicador de velocidad.
--	Reservado.
--	Reservado.
--	Reservado.
GF1	Bit de propósito general.
GF0	Bit de propósito general.
PD	Bit de Power Down.
IDL	Bit de modo desocupado.

III.2 PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR 8751H.

La tabla II.3.1.1.1 presenta los Registros Especiales de Función, con los que se genera la tabla inicial del programa; y, con la que se establece el uso de las localidades de memoria interna.

Para la configuración inicial del hardware, el microcontrolador establece ciertas condiciones que deben cumplir los circuitos integrados, estas condiciones son las siguientes:

El \overline{CS} (Chip Select o selección del circuito integrado) de los conversores ADC0803 debe encontrarse en 1L, esto significa que la salida presenta un estado de alta impedancia. Adicionalmente el \overline{RD} de los conversores (Read o habilitación de lectura) debe también inicialmente encontrarse en 1L de manera que los conversores estén listos para el momento en que se ordene que realicen la conversión de las señales análogas a su equivalente digital. Estas dos condiciones se cumplen inmediatamente después de que el RESET ha sido ejecutado. Haciendo referencia a la Tabla II.3.1.3.1, se puede verificar que el contenido de P11 y P16 es 1L una vez ejecutado el RESET.

Con la instrucción CLR P15 se deshabilita al CI 74LS-

137, con esto se consigue que las salidas Y_i ($0 \leftarrow \rightarrow 7$) estén todas en 1L; y, simultáneamente que los buffer 74LS244 estén deshabilitados, esto debido a que las entradas de control para este circuito integrado son activas en 0L, presentando alta impedancia a la salida; esto es importante, en tanto, comparten un mismo bus de datos.

La línea P32 del microcontrolador enciende o apaga el LED indicativo de Transmisión de Información del S.D.A.D. al computador; al inicio no se transmiten datos y mediante la instrucción CLR P32 se apaga este LED. De igual manera se cuenta con un LED indicativo de la condición en la que se encuentra el equipo; pudiendo ser condición de Stand by o condición de operatividad; la condición inicial es de Stand by hasta tanto el computador no indique lo contrario; entonces es necesario ejecutar la instrucción CLR P17 con la que se consigue que inicialmente el LED esté apagado.

La condición de stand by (reposo), se implementa, porque no es necesario que se ejecute el programa en su totalidad, sino, solamente cuando se estén adquiriendo datos del sistema. Para conseguir esta condición se implementa un lazo que se repite hasta recibir un código desde el computador que le indique que debe cambiar a la condición de operatividad. Las instrucciones que cumplen con este propósito son:

```
ESP:      JNB RI,ESP
          MOV A,SBUF
          CLR RI
          XRL A,#INICIAR
          JNZ TXNOK0
          ACALL DEMORA
          MOV A,#4FH
          MOV SBUF,A
          CLR TI
          SETB P17
```

La instrucción JNB sensa si se ha recibido un dato a través del buffer serial; y, ejecuta un salto a ESP de no ser así, es decir se ejecutará indefinidamente hasta que un dato sea recibido. Si un dato es recibido, la bandera de recepción es limpiada para que un nuevo dato pueda ser leído del buffer de recepción serial; y, es comparado con el código previamente almacenado como INICIAR y que es igual a 4CH. Si como resultado de la comparación, se verifica que el código no es el esperado, se transmitirá el código ascii de la letra " N " como indicativo para el computador de que la comunicación no es correcta; pero si por el contrario, el resultado de la comparación resulta ser el adecuado, se ejecutan las instrucciones a continuación y se transmite el código ascii de la letra " O " como indicativo de que el

establecimiento de la comunicación se ha realizado satisfactoriamente; y, se enciende el led de la condición de operatividad del sistema.

Las instrucciones utilizadas para la transmisión de la letra " N ", se muestran a continuación:

```

TXNOK0:  ACALL DEMORA
          MOV A,#4EH
          MOV SBUF,A
          CLR TI
          SJMP ESP

```

Luego de transmitirse la letra " N ", se ejecuta un salto a ESP y se ejecutará esta instrucción hasta que un dato sea recibido a través del buffer serial, momento en el cual se repetirá este último procedimiento hasta que el código recibido sea el correcto.

Una vez que el sistema se encuentra en la condición de operatividad (LED encendido), se inicializa el mapa de memoria RAM utilizado para asegurar que su contenido inicial sea de 00H.

RAM:

```

MOV DPTR,#0000H

```

```
RAMB:    MOV A,#00H
          MOVX @DPTR,A
          INC DPTR
          MOV A,DPH
          CJNE A,#01H,RAMB
```

El DPTR es inicializado con el contenido 0000H que corresponde al inicio del mapa de memoria. El lazo denominado RAMB se ejecuta 0FFH (255D) veces hasta cubrir todo el mapa de memoria llenando cada palabra con 00H, para cumplir con las condiciones necesarias del sistema.

Una vez que las condiciones iniciales han sido establecidas, se ordena a los ADC0803 que ejecuten la conversión. La instrucción CLR P11 hace una selección de los mismos, entonces se da el pulso de \overline{WR} (equivalente a START), para esto se escoge la salida Y4 del 74LS137 con las instrucciones CLR P12, CLR P13 y SETB P14, que establecen la dirección A = 0L, B = 0L y C = 1L; se procede entonces a la habilitación del decoder 3/8 con la instrucción SETB P15, logrando con esto colocar un 0L en el Write de los conversores, el pulso de write debe actuar por lo menos durante 100 (ns), cumpliéndose esto de manera satisfactoria al utilizar las instrucciones SETB Y CLR una inmediatamente después de la otra; una vez que este pulso ha sido dado, se deshabilita al decoder 3/8 con la instrucción CLR P15 y se

coloca el CS de los conversores en 1L. El tiempo de conversión es de aproximadamente 100 (μ s), para lograr este tiempo se utiliza una subrutina de demora haciendo uso de la instrucción DJNZ; las instrucciones que cumplen este último procedimiento son:

```
BIT8:
        CLR P11
        CLR P12
        CLR P13
        SETB P14
        SETB P15
        CLR P15
        SETB P11
        MOV R2,#1EH
LAZO1:  NOP
        DJNZ R2,LAZO1
```

El número cargado en el registro R2 se calcula de manera que se obtenga la demora de 100 (μ s), la instrucción NOP utiliza un tiempo de 1.6276 (μ s) y la instrucción DJNZ utiliza un tiempo de 3.2552 (μ s) lo que da un tiempo total de 4.8828 (μ s) por cada vez que se ejecuta el lazo, siendo necesario ejecutarlo 21 veces para cumplir con la demora requerida; para mayor seguridad de que la demora se ha cumplido, se ejecuta el lazo durante 30 veces o sea 1E en he-

xadecimal de manera que el tiempo obtenido es de 146 (μ s).

Cumplida la demora para el tiempo de conversión se habilitan los conversores con CLR P11 y se da la instrucción CLR P14 que establece la dirección para la salida Y0 del decoder 3/8; se habilita entonces la salida de los conversores con la instrucción CLR P16 que coloca un 0L en el RD de los conversores para que los 8 bits obtenidos en la conversión se encuentren en la salida, antes de realizar la lectura de los 8 bits de los conversores se debe asegurar que el pòrtico P0 del 8751H se encuentre en 0FFH para poder recibir la lectura, al habilitar al decoder se consigue que el buffer asociado al conversor que convierte la señal análoga, posición del cursor, a digital, coloque los 8 bits de manera que puedan ser leídos por el microcontrolador; la instrucción que realiza la lectura de la información en el pòrtico es MOV R0,P0 con lo que se consigue tener la información digital de la posición del cursor en la línea ranurada. La secuencia de instrucciones es la que se muestra a continuación:

```
CLR P11
CLR P14
CLR P16
MOV P0,#0FFH
SETB P15
```

```
MOV R0,P0
```

```
CLR P15
```

De manera similar se procede para realizar la lectura de la información relacionada con la amplitud de la señal, para esto se direcciona la salida Y1 del decoder que será la que establezca que la información del conversor de la amplitud sea la que se lea. Se debe asegurar nuevamente que el P0 esté en la condición 0FFH; al habilitar la salida de decoder con la instrucción SETB P15 se consigue que el buffer asociado coloque los 8 bits de la conversión a la entrada del pòrtico P0 y con la instrucción MOV R1,P0 se almacena la información digital de la amplitud de la señal en el registro R1; las instrucciones utilizadas son:

```
SETB P16
```

```
SETB P11
```

```
SETB P12
```

```
CLR P11
```

```
CLR P16
```

```
MOV P0,#0FFH
```

```
SETB P15
```

```
MOV R1,P0
```

```
CLR P15
```

```
SETB P16
```

```
SETB P11
```

En resumen lo que se tiene es:

R0 «----- Posición del cursor

R1 «----- Amplitud de la señal

Se realiza una verificación del contenido de la RAM en la dirección dada por el registro R0; si el contenido es cero al realizar la verificación, la amplitud de la señal presente en el registro R1 es almacenada en la palabra de memoria especificada por la dirección R0; esto es debido a que representaría la primera lectura de amplitud de señal que se realiza para esa posición del cursor. Cuando el contenido de la RAM es diferente de cero, se obtiene la media aritmética entre la última lectura de los conversores y la información proveniente de la RAM.

Las instrucciones que verifican el contenido de la RAM son:

```
MOV DPL,R0
MOV DPH,#00H
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#00H,MEDIAS
```

En el puntero de datos DPTR se coloca la dirección de la palabra de memoria que se someterá a verificación, a

continuación el contenido de la palabra de memoria especificada se almacena en el registro A (Acumulador); si el contenido es cero el programa ejecuta las instrucciones a continuación; y, si el contenido de la RAM sujeto a verificación es diferente de cero el programa ejecuta las instrucciones a partir de la etiqueta MEDIA8.

Las instrucciones a cumplirse cuando es la primera lectura son:

```
MOV A,R1
MOVX @DPTR,A
LJMP BIT8
```

La información contenida en el registro R1 (amplitud de la señal) es temporalmente almacenada en el acumulador para posteriormente almacenarla en la palabra de memoria de dirección dada por el contenido del registro R0 (posición del cursor). Una vez que la información es almacenada en la RAM la siguiente instrucción ejecuta un salto a la etiqueta BIT8 y todo el proceso se ejecuta nuevamente. Por otro lado si se ejecuta a partir de la etiqueta MEDIA8 se tienen las siguientes instrucciones:

```
MEDIA8:  MOV R2,A
          ADD A,R1
```

```
RRC A
MOVX @DPTR,A
```

Con estas primeras instrucciones se obtiene la media aritmética antes mencionada y se almacena en la palabra de RAM correspondiente.

Para saber en que momento se realiza la transferencia de información hacia el computador, el computador envía una palabra código al SDAD, la misma que es almacenada en el Buffer serial; y, es comparada con la palabra código preestablecida en la tabla de definición inicial; si estas son iguales se ejecutarán las instrucciones a continuación de la instrucción XRL A,#DESCARGA; si esta palabra es diferente se ejecutarán las instrucciones a partir de la etiqueta BIT8, es decir se ejecutará nuevamente el programa en su totalidad.

Las instrucciones que cumplen con las condiciones antes mencionadas son:

```
JNB RI,BIT8
MOV A,SBUF
CLR RI
XRL A,#DESCARGA
JNZ BIT8
```

La descarga de la información se realiza con el siguiente paquete de instrucciones:

```
MOV DPTR,#0000H
DESCAB: MOVX A,@DPTR
        ACALL DEMORA
        MOV SEUF,A
        CLR TI
        INC DPTR
        MOV A,DPH
        CJNE A,#01H,DESCAB
```

Para lograr la transmisión de los datos en forma serial, es necesario escribir en el registro de función especial SEUF.

Para garantizar que los datos han sido recibidos por el computador, se establece una demora de aproximadamente 100 (ms) entre la transmisión de cada dato. Dicha demora se consigue con la creación de una subrutina llamada DEMORA, misma que está formada por dos lazos denominados DEMORA1 y DEMORA2; y, al igual que en la obtención del tiempo de conversión se utiliza la instrucción NOP.

```
DEMORA:
```

```
MOV R1,#50H
```

```
DEMORA1:  MOV R2,#0FFH
DEMORA2:  NOP
          DJNZ R2,DEMORA2
          NOP
          DJNZ R1,DEMORA1
          RET
```

Una vez que la totalidad de los datos han sido transferidos en forma serial hacia el computador, se procede a inicializar el sistema de adquisición de datos y se coloca al sistema en Stand by en espera de que sea utilizado nuevamente, lo que se consigue a través del siguiente set de instrucciones.

```
MOV P1,#0DFH
MOV P3,#0FBH
LJMP SDAD8
```

Al ejecutar el salto a la etiqueta SDAD8, se logra colocar al programa en la condición de reposo; en espera de que el computador le indique que se van a tomar nuevos datos del sistema.

El listado del programa se encuentra en el Anexo 2.

CAPITULO IV

PRUEBAS DE MEDICIONES EN LOS RANGOS (50 - 250) MHz
Y (250 - 1000) MHz.

Las pruebas realizadas con el equipo Sistema de Adquisición de Datos (S.D.A.D.) se limitan a un rango de frecuencia que va desde los 220 (MHz) hasta los 900 (MHz); esto se debe a que el generador de señales utilizado para dichas pruebas, opera dentro del límite mencionado. Cabe anotar sin embargo, que el equipo de adquisición de datos, aunque puede obtener el patrón de onda estacionaria de la línea ranurada a cualquier frecuencia, la obtención de resultados se enmarca dentro de un límite menor, límite en el que la línea ranurada opera de forma adecuada en razón de su tamaño. El tamaño de la línea ranurada es de aproximadamente cincuenta (50) centímetros, distancia que equivale a la longitud de onda para una frecuencia de 600 (MHz); es este valor de frecuencia el valor óptimo para la operación de la línea ranurada, en tanto se garantiza la presencia de mínimos del patrón de onda estacionaria tanto para cortocircuito como para carga; y, con esto la obtención de resultados es posible.

Los valores de frecuencia para los cuales es posible obtener resultados numéricos a más de la obtención del gráfico del patrón de onda estacionaria se establecen a partir de las mediciones realizadas; los resultados de estas medidas se presentan a continuación.

IV.1 ANALISIS COMPARATIVO EN BASE A MEDICIONES OBTENIDAS CON LAS TECNICAS CLASICAS DE LINEAS DE TRANSMISION Y EL MEDIDOR DE ADMITANCIAS 1602 DE GENERAL RADIO.

Las técnicas clásicas de medición para la línea de transmisión se basa en la obtención del patrón de onda estacionaria; en base al cual es posible determinar como se había visto antes la relación de onda estacionaria, la ubicación del mínimo o de los mínimos de carga con respecto al de cortocircuito, y así determinar el valor de la impedancia de carga.

El medidor de admitancias, es un instrumento que permite la determinación de admitancias e impedancias en el rango de frecuencias comprendidas entre 40 (MHz) y 1.5 (GHz). Está construido para mediciones en sistemas coaxiales de 50 (Ω) de impedancia característica. La señal que proviene del generador alimenta tres secciones de línea coaxial, en cada una de las cuales se encuentra un lazo que toma una muestra del campo magnético presente. Las salidas de estos tres lazos se combinan aditivamente conectándolos en paralelo; y, la señal resultante es llevada a un indicador.

El análisis comparativo entre las mediciones realizadas con el S.D.A.D. y las obtenidas con el Medidor de Admitancias se presenta a continuación.

IV.1.1.1 MEDIDAS TOMADAS A 220 (MHz).

Debido a sus dimensiones físicas, la línea ranurada, no es adecuada para operar a frecuencias inferiores a 300 (MHz); para este caso no se garantiza obtener los mínimos necesarios del patrón de onda estacionaria, para determinar el valor de la impedancia colocada en el terminal de carga. En la figura IV.1.1.1 se observa un mínimo en el patrón de onda estacionaria para la impedancia colocada en el terminal de carga; en tanto que, el mínimo en el patrón de onda estacionaria de cortocircuito se encuentra fuera de la línea ranurada; con lo que se deduce que para frecuencias bajas es necesario que la línea de transmisión utilizada tenga mayores dimensiones, lo que se puede conseguir aumentando trozos de línea de transmisión. Sin embargo, aun así no se garantiza que los mínimos tanto de carga como de cortocircuito se obtengan simultáneamente en la línea ranurada. Conocidas las dimensiones de los trozos de línea que se aumentan, es posible determinar la separación existente entre el mínimo de carga y el mínimo de cortocircuito; y, de esta manera aplicar el método para la determinación del valor de la impedancia colocada en el terminal de carga. Esto último aunque posible de realizar, no es muy recomendable por la introducción de errores que involucra.

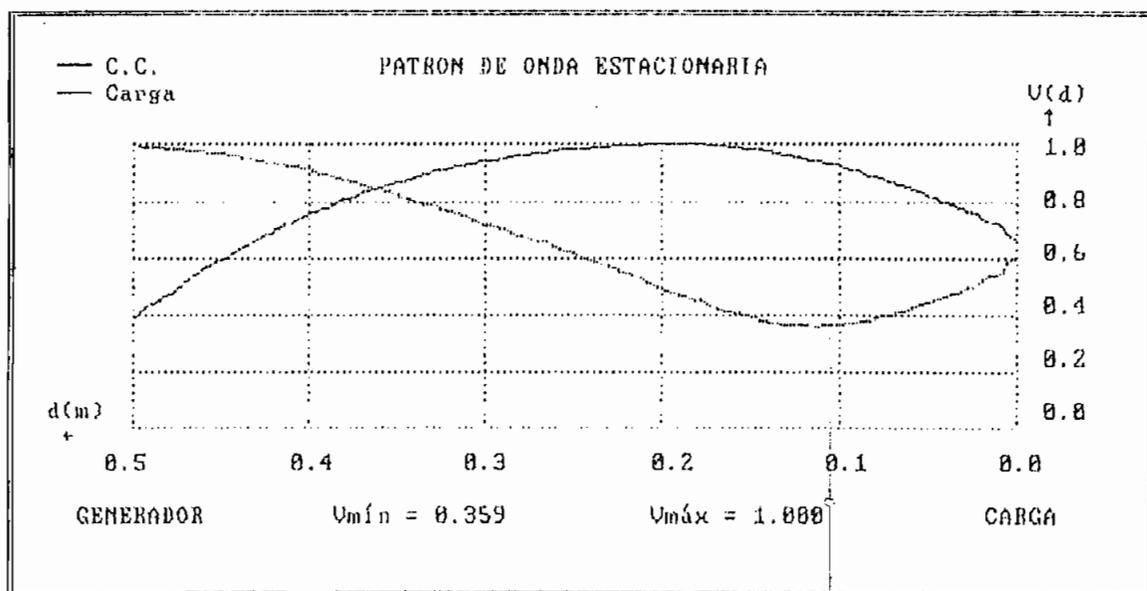


Fig. IV.1.1.1

IV.1.2 MEDIDAS TOMADAS A 300 (MHz).

Para la frecuencia de 300 (MHz), se coloca una impedancia desconocida en el terminal de carga; el procedimiento a seguirse, al igual que en el caso anterior es obtener el patrón de onda estacionaria para cortocircuito y para la impedancia desconocida. El patrón de onda estacionaria tanto para cortocircuito como para cuando la impedancia colocada en el terminal de carga es desconocida, es el que se muestra en la figura IV.1.2.1.

De la observación de esta figura, se puede concluir que puesto que un mínimo para el patrón de cortocircuito, como un mínimo para el patrón de onda estacionaria para la impedancia cualquiera, se obtienen simultáneamente en el interior de la línea ranurada, se puede aplicar el método y obtener resultados del valor de la impedancia de carga, así como de la relación de onda estacionaria y el coeficiente de reflexión.

El método se aplica con la fórmula para cuando el mínimo de carga se encuentra ubicado a la derecha del de cortocircuito. Los resultados obtenidos (Tabla IV.1.2.1) se refieren al mínimo ubicado a la derecha del de cortocircuito, esto debido a que es el único mínimo de carga obtenido en el interior de la línea ranurada.

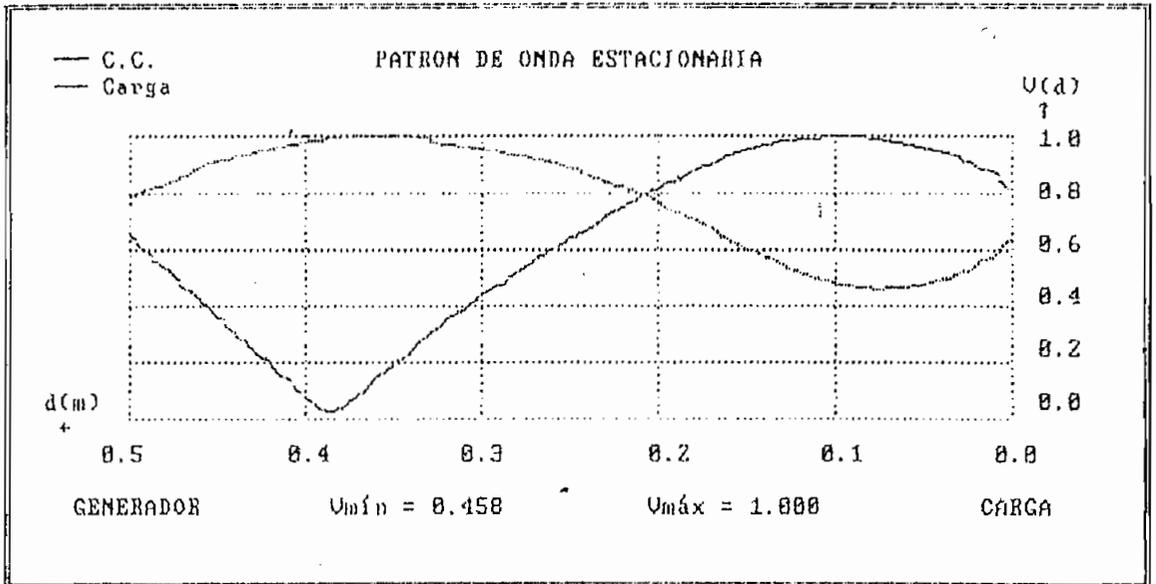


Fig. IV.1.2.1

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 2.18$$

$$\Gamma_L \rightarrow = 0.3720 / -0.575$$

$$Z_L \rightarrow = 83.84 - j 39.34$$

° Tabla IV.1.2.1

IV.1.3 MEDIDAS TOMADAS A 500 (MHz).

Conforme la frecuencia aumenta, puesto que la longitud de onda disminuye; y, es comparable con la longitud de la línea ranurada, la distancia de separación entre mínimos que es de media longitud de onda disminuye y se consigue que el patrón de onda estacionaria presente más de un mínimo para cuando la carga es cortocircuito, sin con esto querer decir que para cuando la impedancia es desconocida así también sucederá.

Para una frecuencia de 500 (MHz) la figura IV.1.3.1 muestra el patrón de onda estacionaria obtenido tanto para cortocircuito, como para cuando la impedancia de carga es desconocida.

En la figura IV.1.3.1 se puede observar la presencia de dos mínimos para cortocircuito y un mínimo para carga desconocida, con lo que al igual que en el caso anterior la presentación de resultados se reduce al cálculo del valor de la impedancia en el terminal de carga respecto del mínimo ubicado a la izquierda del mínimo de cortocircuito. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla IV.1.3.1.

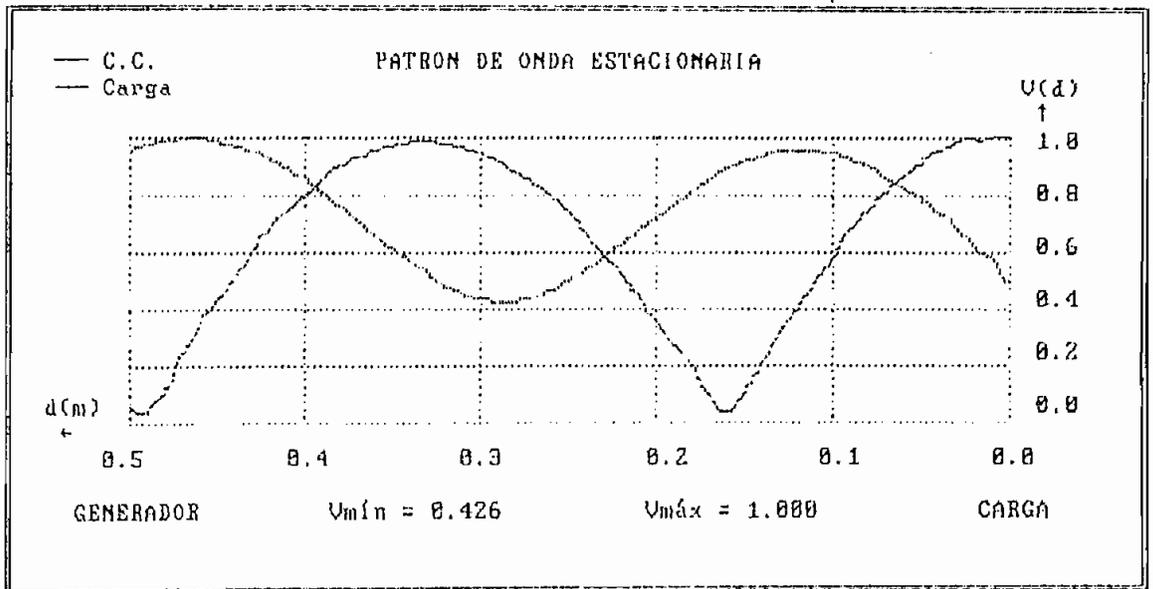


Fig. IV.1.3.1

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 2.35$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.4030 / _ - 0.501$$

$$Z_L \leftarrow = 91.99 - j 42.47$$

Tabla IV.1.3.1

IV.1.4 MEDIDAS TOMADAS A 600 (MHz).

La frecuencia óptima para la operación de la línea ranurada es 600 (MHz). Con este valor se garantiza la presencia de mínimos de carga y de cortocircuito en el interior de la línea ranurada; esto en virtud de que la longitud de onda para la frecuencia de 600 (MHz) está en una relación de aproximadamente 1 a 1 con la dimensión de la línea ranurada que es de aproximadamente 50 (cm) de largo.

Para una frecuencia de 600 (MHz); y, una impedancia cualquiera, (la misma que se utilizó en los dos casos anteriores), colocada en el terminal de carga, se realiza una serie de mediciones con el propósito de hacer una comparación con la mediciones obtenidas con el Medidor de Admitancias 1602 de General Radio y establecer el error existente entre dichas mediciones.

A continuación se presentan el patrón de onda estacionaria y los resultados obtenidos, considerando la frecuencia de 600 (MHz), con el Sistema de Adquisición de Datos de la Línea Ranurada.

IV.1.4.1 La figura IV.1.4.1.1 muestra el patrón de onda estacionaria obtenido.

Como se puede observar se obtienen dos mínimos de cortocircuito y dos mínimos de impedancia de carga; es entonces posible la determinación del valor de la impedancia desconocida colocada en el terminal de carga. Los resultados que se obtiene del análisis del patrón de onda estacionaria se presentan en la tabla IV.1.4.1.1.

Se presenta el valor de la impedancia desconocida tanto por la izquierda como por la derecha del mínimo de cortocircuito, esto significa que se ha trabajado sobre el mínimo de cortocircuito más cercano al generador. Esto se debe a que el programa calcula en base al menor valor del mínimo de cortocircuito; y, este mínimo resultó el menor de los existentes en el patrón.

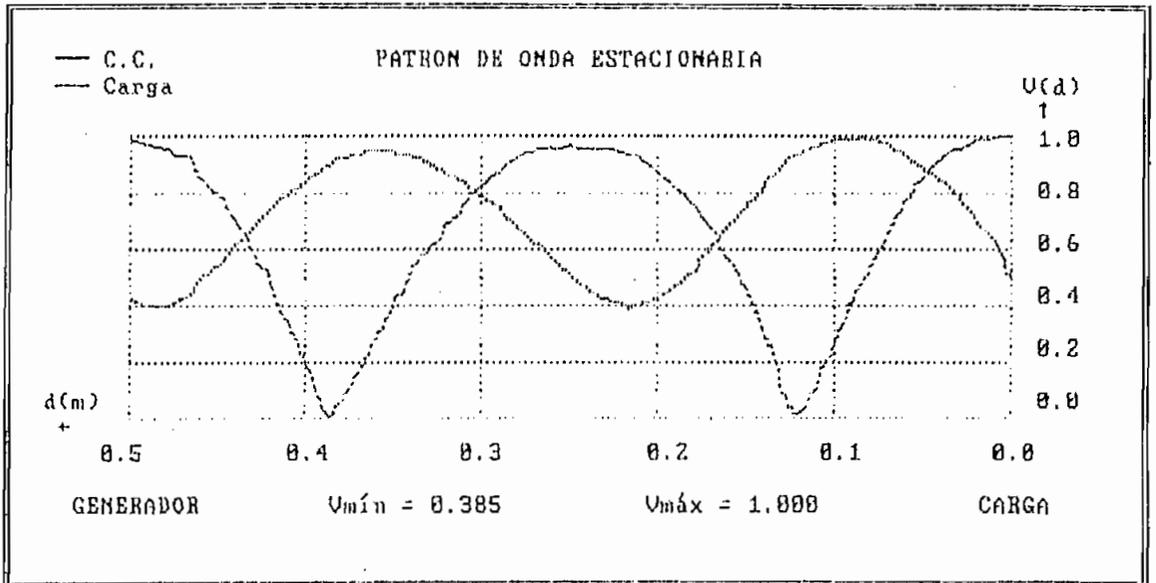


Fig. IV.1.4.1.1

R E S U L T A D O S

V.S.W.R. = 2.60

$\Gamma_L \rightarrow = 0.4444 / _ -0.631$

$\Gamma_L \leftarrow = 0.4444 / _ -0.623$

$Z_L \rightarrow = 83.64 - j 54.64$

$Z_L \leftarrow = 84.37 - j 54.52$

Tabla IV.1.4.1.1

IV.1.4.2 A continuación se presentan los resultados obtenidos tanto del patrón de onda estacionaria como los valores numéricos, para tres medidas realizadas.

Los resultados obtenidos para las figuras IV.1.4.2.1, IV.1.4.2.2 y IV.1.4.2.3 se refieren al mínimo de cortocircuito más cercano al terminal de carga, esto debido a que este mínimo resultó el menor de los posibles en el patrón de onda estacionaria de cortocircuito. El cálculo se realiza para el mínimo de carga ubicado a la izquierda del mínimo de cortocircuito.

Las tablas IV.1.4.2.1, IV.1.4.2.2 y IV.1.4.2.3 presentan los resultados numéricos obtenidos.

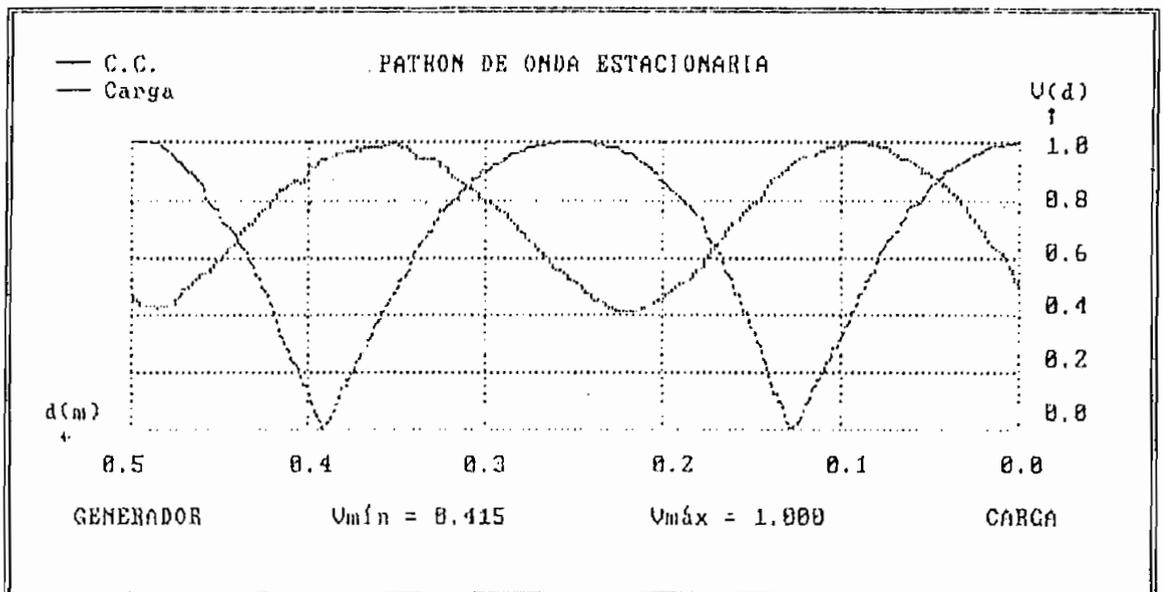


Fig. IV.1.4.2.1

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 2.41$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.4133 / -0.674$$

$$Z_L \leftarrow = 78.95 - j 49.15$$

Tabla IV.1.4.2.1

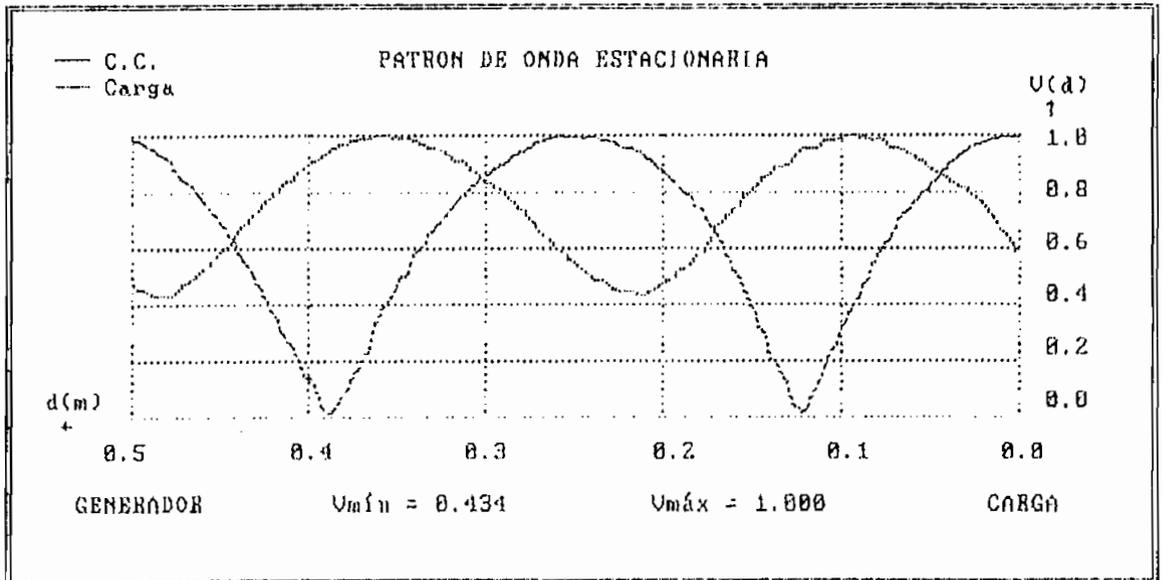


Fig. IV.1.4.2.2

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 2.30$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.3944 / _ - 0.605$$

$$Z_L \leftarrow = 83.33 - j 44.26$$

Tabla IV.1.4.2.2

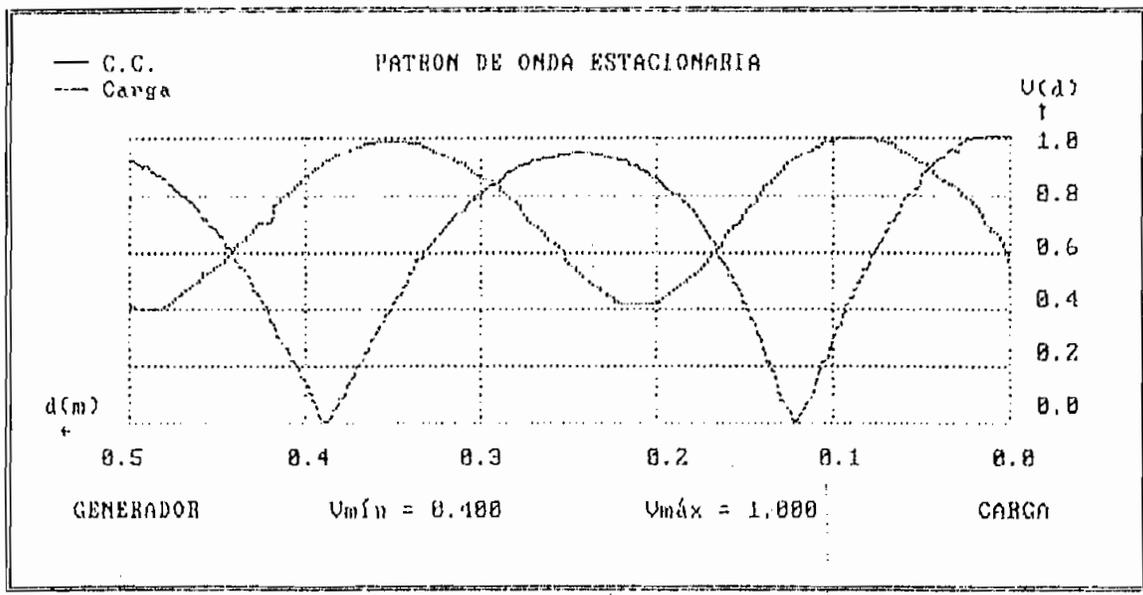


Fig. IV.1.4.2.3

RESULTADOS

V.S.W.R. = 2.50
 $\Gamma_L \leftarrow = 0.4286 / -0.622$
 $Z_L \leftarrow = 83.79 - j 51.27$

Tabla IV.1.4.2.3

Un resumen de los valores de impedancia obtenidos con el Sistema de Adquisición de Datos se da a continuación:

Valor de la Impedancia colocada
en el terminal de carga.

$$83.64 - j 54.64 (\Omega)$$

$$84.37 - j 54.52 (\Omega)$$

$$78.95 - j 49.15 (\Omega)$$

$$83.33 - j 44.26 (\Omega)$$

$$83.79 - j 51.27 (\Omega)$$

Los resultados obtenidos con el Medidor de Admitancias para la misma frecuencia de 600 (MHz) y con la carga utilizada en la línea ranurada, son como se resumen a continuación:

1.- Conductancia: 9.0 (mmhos)
Susceptancia: 5.6 (mmhos)
Z de carga = 80.01 - j 49.84 (Ω)

2.- Conductancia: 9.05 (mmhos)
Susceptancia: 5.5 (mmhos)
Z de carga = 80.69 - j 49.04 (Ω)

Los valores obtenidos en ambos casos son tomando como

referencia la ubicación del cortocircuito.

Para la comparación entre los valores obtenidos se presenta la siguiente tabla, con el el módulo de los valores de impedancia:

Impedancia de Carga	Módulo
83.64 - j 54.64 (Ω)	99.90
84.37 - j 54.52 (Ω)	100.45
78.95 - j 49.15 (Ω)	93.00
83.33 - j 44.26 (Ω)	94.35
83.79 - j 51.27 (Ω)	98.23
Promedio:	97.19
80.01 - j 49.84 (Ω)	94.26
80.69 - j 49.04 (Ω)	94.42
Promedio:	94.34

El error existente entre estos dos valores considerando como el valor más exacto al obtenido con el medidor de admitancias es de:

$$\% \text{ error} = \frac{97.19 - 94.34}{94.34} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 3.02$$

IV.1.5 MEDIDAS REALIZADAS CON IMPEDANCIA DE CARGA IGUAL A IMPEDANCIA CARACTERISTICA:

La figura IV.1.5.1 muestra el patrón de onda estacionaria para una frecuencia de operación de 500 (MHz); la figura IV.1.5.2 el patrón de onda estacionaria para una frecuencia de operación de 600 (MHz); y, la figura IV.1.5.3 el patrón de onda estacionaria a 700 (MHz).

Los resultados obtenidos para cada caso se presentan en las tablas IV.1.5.1; IV.1.5.2; y, IV.1.5.3.

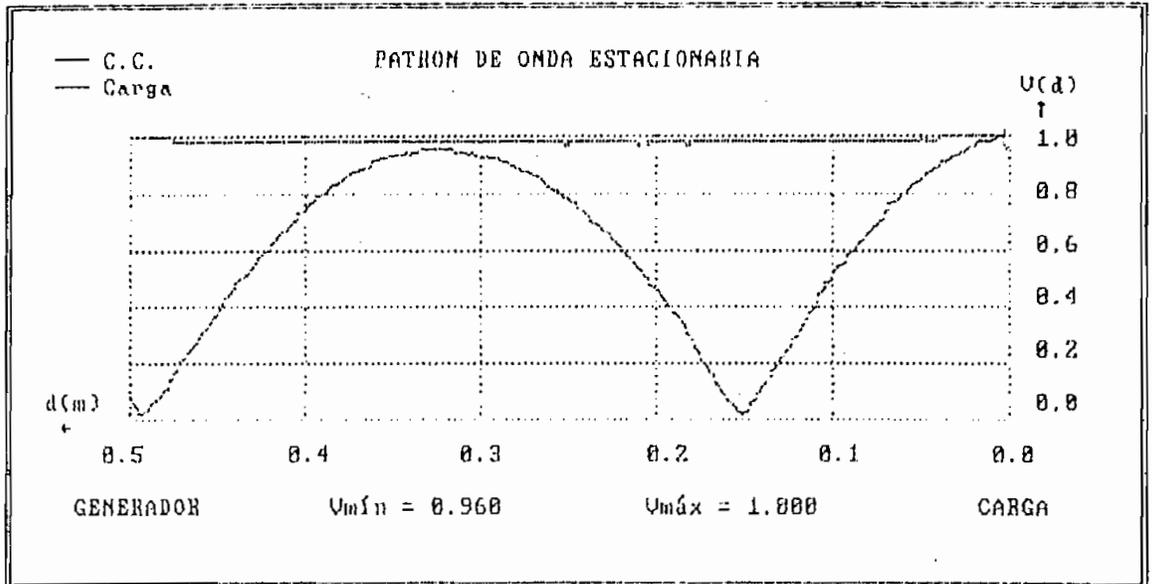


Fig. IV.1.5.1

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 1.04$$

$$\Gamma_{\rightarrow} = 0.0204 / _ 0.975$$

$$\Gamma_{\leftarrow} = 0.0204 / _ 3.971$$

$$ZL_{\rightarrow} = 51.13 + j 1.73$$

$$ZL_{\leftarrow} = 48.62 - j 1.46$$

Tabla IV.1.5.1

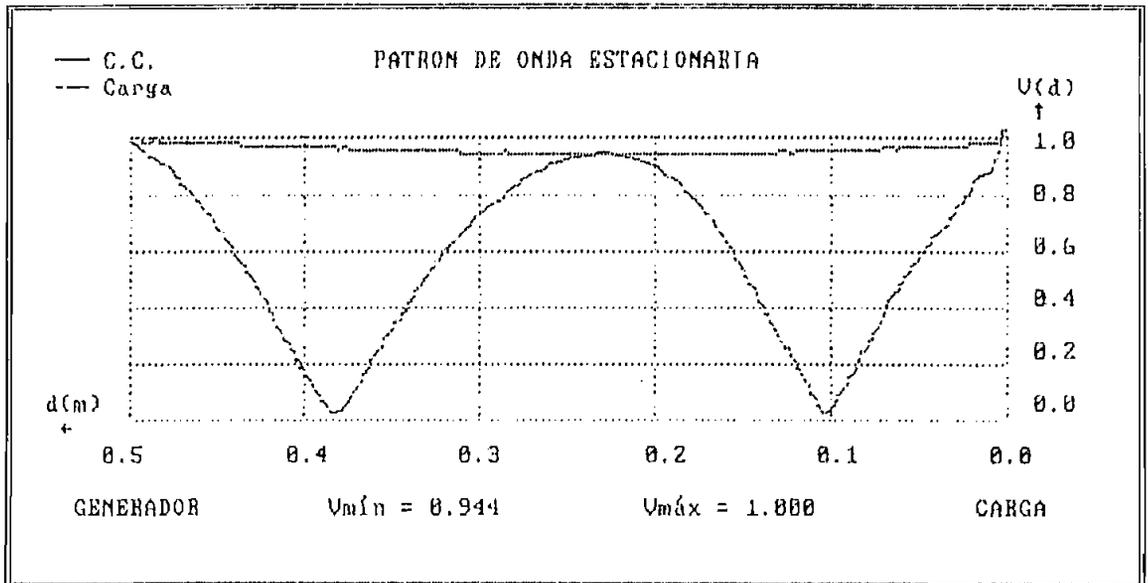


Fig. IV.1.5.2

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 1.06$$

$$\Gamma_L \rightarrow = 0.0286 / \angle 2.294$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.0286 / \angle 0.055$$

$$Z_L \rightarrow = 48.10 + j 2.06$$

$$Z_L \leftarrow = 52.94 + j 0.17$$

Tabla IV.1.5.2

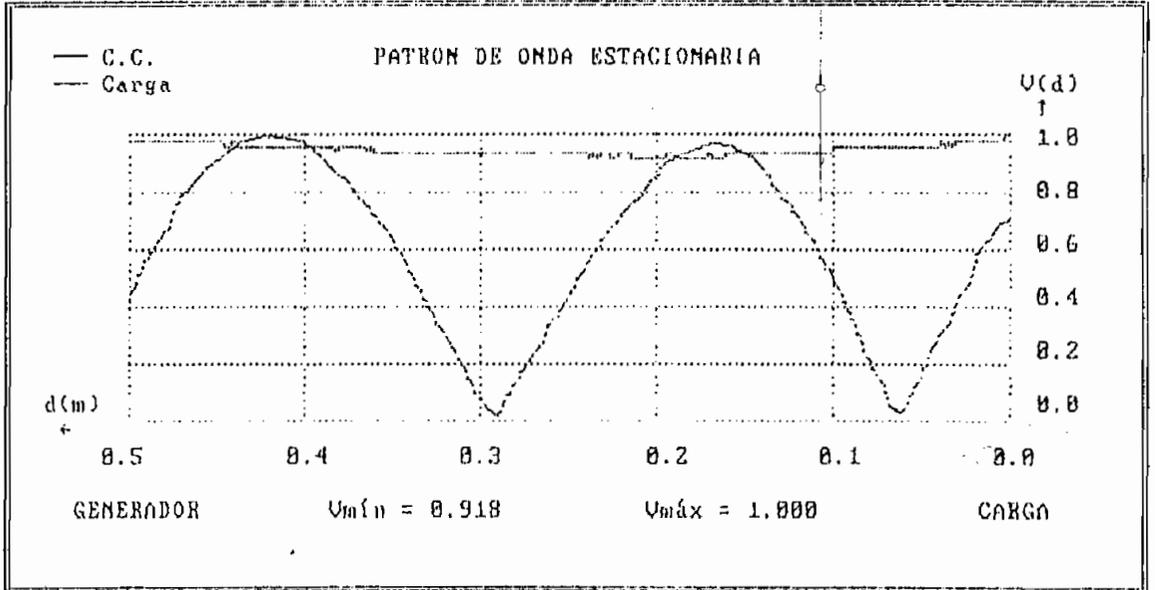


Fig. IV.1.5.3

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 1.09$$

$$\Gamma_L \rightarrow = 0.0426 / _ 0.153$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.0426 / _ -1.205$$

$$ZL \rightarrow = 54.39 + j 0.71$$

$$ZL \leftarrow = 51.38 - j 4.09$$

Tabla IV.1.5.3

Resumiendo los valores obtenidos con el S.D.A.D. en la línea ranurada se tiene:

Valor de la Impedancia colocada
en el terminal de carga.

500 (MHz) $51.13 + j 1.73 (\Omega)$
 $48.62 - j 1.46 (\Omega)$

600 (MHz) $48.10 + j 2.06 (\Omega)$
 $52.94 + j 0.17 (\Omega)$

700 (MHz) $54.39 + j 0.71 (\Omega)$
 $51.38 - j 4.09 (\Omega)$

Los resultados obtenidos con el Medidor de Admitancias para la mismas frecuencias y con la carga utilizada en la línea ranurada, son como se resumen a continuación:

500 (MHz) Conductancia: 22.0 (mmhos)
Susceptancia: 0.8 (mmhos)
Z de carga = $45.40 - j 1.65 (\Omega)$

Conductancia: 22.0 (mmhos)
Susceptancia: 0.6 (mmhos)
Z de carga = $45.43 - j 1.24 (\Omega)$

600 (MHz)	Conductancia: 21.0 (mmhos)
	Susceptancia: 0.0 (mmhos)
	Z de carga = 47.39 - j 0.0 (Ω)
	Conductancia: 21.2 (mmhos)
	Susceptancia: 0.1 (mmhos)
	Z de carga = 47.61 - j 0.22 (Ω)
700 (MHz)	Conductancia: 21.6 (mmhos)
	Susceptancia; 0.0 (mmhos)
	Z de carga = 46.29 + j 0.0 (Ω)
	Conductancia: 21.5 (mmhos)
	Susceptancia: 0.01 (mmhos)
	Z de carga = 46.51 - j 0.02 (Ω)

Para la comparación entre los valores obtenidos se presenta la siguiente tabla, con el módulo de los valores de impedancia:

	Impedancia de Carga	Módulo
500 (MHz)	51.13 + j 1.73 (Ω)	51.16
	48.62 - j 1.46 (Ω)	48.64
	Promedio	49.90

600 (MHz)	48.10 + j 2.06 (Ω)	48.14
	52.94 + j 0.17 (Ω)	52.94
	Promedio	50.54
700 (MHz)	54.39 + j 0.71 (Ω)	54.39
	51.38 - j 4.09 (Ω)	51.54
	Promedio	52.97
500 (MHz)	45.40 - j 1.65 (Ω)	45.43
	45.43 - j 1.24 (Ω)	45.45
	Promedio	45.44
600 (MHz)	47.39 - j 0.0 (Ω)	47.39
	47.61 - j 0.22 (Ω)	47.61
	Promedio	47.50
700 (MHz)	46.29 - j 0.0 (Ω)	46.29
	46.51 - j 0.02 (Ω)	46.51
	Promedio	46.40

El error existente entre estos dos valores considerando como el valor más exacto al obtenido con el medidor de admitancias es de:

$$500 \text{ (MHz)} \quad \% \text{ error} = \frac{49.90 - 45.44}{45.44} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 9.82$$

$$600 \text{ (MHz)} \quad \% \text{ error} = \frac{50.54 - 47.50}{47.50} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 6.40$$

$$700 \text{ (MHz)} \quad \% \text{ error} = \frac{52.97 - 46.40}{46.40} \times 100$$

$$\% \text{ error} = 14.1$$

IV.1.6 PATRON DE ONDA ESTACIONARIA PARA CORTOCIRCUITO Y CIRCUITO ABIERTO.

La figura IV.1.6.1 corresponde a una impedancia de carga igual a cortocircuito. En esta figura se puede apreciar que el patrón de onda estacionaria coincide con el patrón de referencia; esto naturalmente debe ser así, en tanto la referencia es un cortocircuito. La tabla IV.1.6.1 presenta los resultados obtenidos para este caso.

La figura IV.1.6.2 presenta el patrón de onda estacionaria para cuando la impedancia colocada en el terminal de carga es un circuito abierto. Como es de esperar, el patrón de onda estacionaria para circuito abierto presenta un mínimo cuando el de cortocircuito presenta un máximo y viceversa.

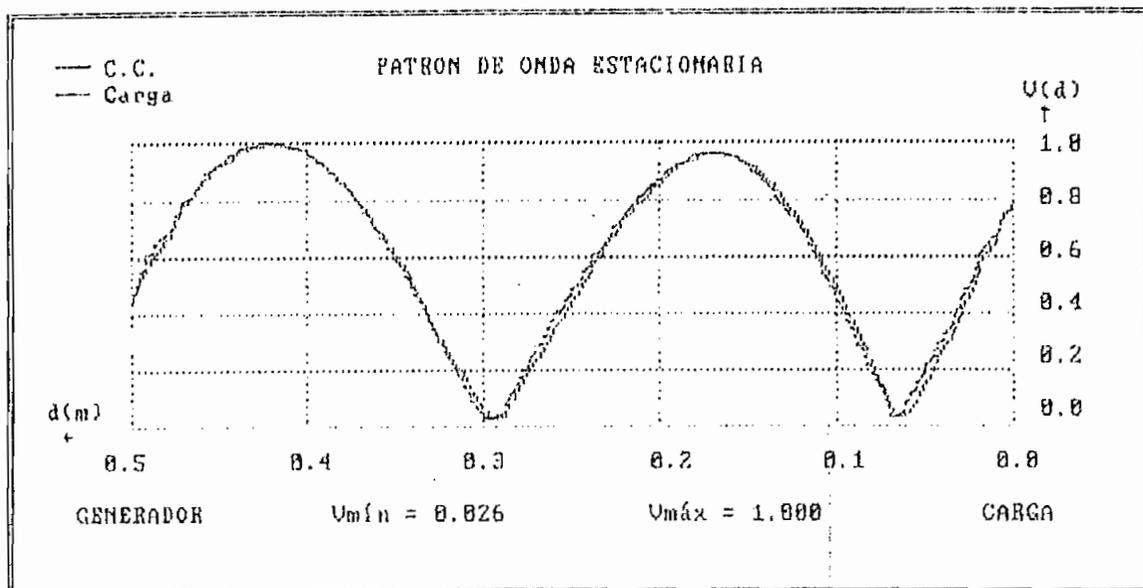


Fig. IV.1.6.1

R E S U L T A D O S

$$V.S.W.R. = 22.99$$

$$\Gamma_L \rightarrow = 0.9166 / \angle 3.038$$

$$\Gamma_L \leftarrow = 0.9166 / \angle 3.193$$

$$Z_L \rightarrow = 2.18 + j 2.58$$

$$Z_L \leftarrow = 2.18 - j 1.29$$

Tabla IV.1.6.1

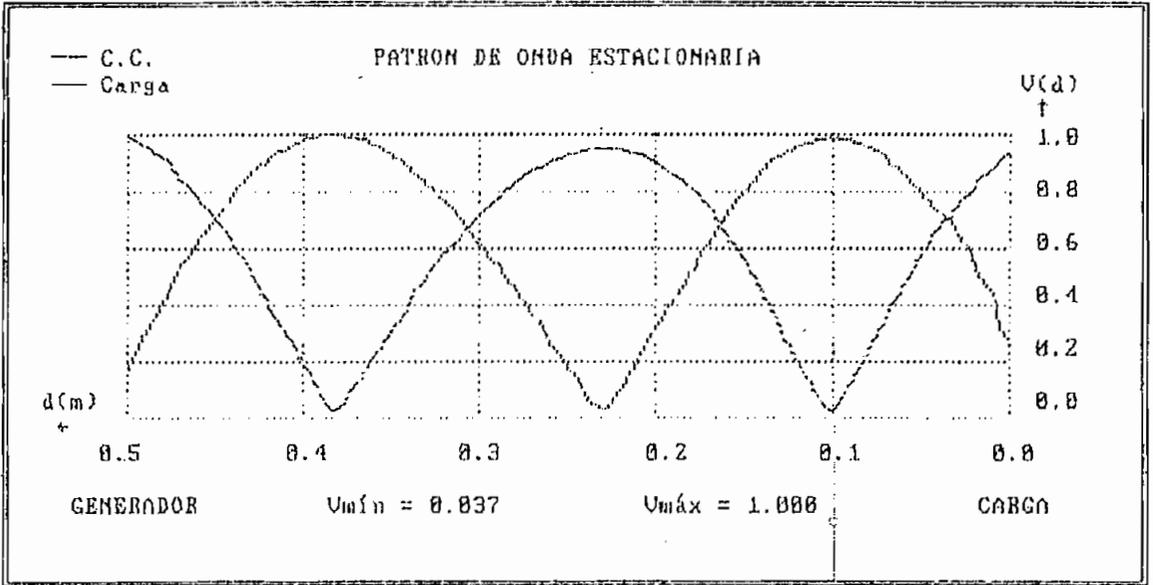


Fig. IV.1.6.2.

Uno de los más importantes instrumentos básicos de medida usado en ultra alta frecuencia es la línea ranurada. Con esta, el patrón de onda estacionaria de un campo eléctrico en una línea de transmisión de impedancia característica conocida puede ser determinado. Del conocimiento del patrón de onda estacionaria, muchas características del circuito conectado al terminal de carga de la línea ranurada, se obtienen. Entre estas características se pueden mencionar: Relación de Onda Estacionaria de Voltaje (VSWR); Impedancia de carga (Z_T); y, el coeficiente de reflexión (Γ_T).

Para la determinación de la frecuencia de operación del generador de señales, a partir del patrón de onda estacionaria, es necesario conocer la ubicación de dos mínimos consecutivos, debido que la separación existente entre estos es de media longitud de onda. Para poder realizar este cálculo con mayor precisión, es recomendable usar como impedancia colocada en el terminal de carga un cortocircuito, pues con esta carga se obtiene una mejor resolución al momento de determinar su ubicación. Es también posible, del conocimiento de la ubicación de un mínimo del patrón de onda estacionaria de cortocircuito y la ubicación exacta de la impedancia colocada en el terminal de

carga la determinación de la frecuencia de operación.

- Para frecuencias bajas, la longitud de onda es muy grande comparada con la longitud de la línea ranurada, esto involucra el hecho de que para obtener un mínimo del patrón de onda estacionaria en la línea ranurada, sea necesario aumentar trozos de línea de transmisión.

La frecuencia óptima para la adecuada operación de la línea ranurada es 600 (MHz), frecuencia a la cual la longitud de onda, es aproximadamente coincidente con la longitud de la línea ranurada. Esto garantiza la obtención de dos mínimos consecutivos de cortocircuito, y de hecho la obtención de al menos un mínimo de la carga colocada, con lo que el método para la determinación de la impedancia en el terminal de carga es aplicable.

Aunque en principio la técnica de la línea ranurada se podría usar para observar ondas estacionarias en una línea de transmisión a cualquier frecuencia, el método no es práctico a frecuencias que están por debajo de algunos cientos de MHz.

- Las terminaciones puramente resistivas, de valores

normalizados diferentes a la unidad, discipan una fracción finita de la potencia de la onda incidente y reflejan el excedente. La magnitud del coeficiente de reflexión de voltaje, es entonces, necesariamente menor que la unidad.

- Las impedancias de carga que no contengan componente resistivo, no pueden absorber potencia de una onda incidente y deben ser totalmente reflexivas. La magnitud del coeficiente de reflexión, es por lo tanto, la unidad para todas las terminaciones puramente reactivas.

- Para terminaciones cortocircuito y circuito abierto, no es posible en el programa la obtención de la relación de onda estacionaria, debido a que los mínimos en la amplitud del patrón de onda estacionaria son cero (0), lo que involucra en el cálculo una división para cero.

Para la determinación de valores altos de relación de voltaje de onda estacionaria, es necesario que las medidas realizadas del patrón de onda estacionaria se las haga con mucha exactitud. Esto requiere a su vez que la magnitud mínima de voltaje debe estar muy por encima del umbral de sensibilidad o nivel de ruido.

- Para cuando la impedancia colocada en el terminal de carga es la impedancia característica, el patrón de onda estacionaria es una línea recta, en la que no es posible determinar la ubicación de mínimos pues no los hay y el método es imposible de aplicar. El patrón de onda estacionaria obtenido, se debe a que, cuando la carga es la impedancia característica no existe onda reflejada.

Quando la impedancia de carga es la impedancia característica, no se presenta onda reflejada; toda la energía de la onda incidente es entonces transferida a la carga, de manera que no se puede distinguir entre una línea de longitud infinita y una línea terminada en impedancia característica.

- Para el caso de líneas de transmisión, en el que se tenga atenuación diferente de cero, los máximos y mínimos tienen cada uno diferente magnitud, esto sugiere que el método no es aplicable. Cuantitativamente se encuentra que para el caso de líneas de transmisión con baja atenuación por longitud de onda ($\alpha/\beta \ll 1$), pero cualquier valor de atenuación total al, terminada en impedancias que producen magnitudes del coeficiente de reflexión que no son muy cercanas a la unidad ($\Gamma_r < 0.5$ es un criterio conservativo), la

relación de onda estacionaria entre un máximo y un mínimo adyacentes es tal que se puede calcular la impedancia en el terminal de carga con gran exactitud.

- Debido a que el volumen de información que se maneja en la comunicación entre el Sistema de Adquisición de Datos y el computador, no es voluminoso, se justifica el utilizar como velocidad de transmisión 1200 baudios, pues el tiempo que demora en transferir toda la información es pequeño.

Aunque es desafortunado, el que los niveles de voltaje no sean los mismos entre la computadora y el equipo < Sistema de Adquisición de Datos >, debido a que esto significaría una fuente de poder adicional, usualmente de +/- 12 voltios, es de tomarse en cuenta también la valiosa ayuda que es la utilización del circuito integrado MAX 232 con el cual se hace innecesaria esta última anotación respecto de la fuente adicional, ya que, polarizado con una fuente de + 5 voltios es capaz de generar los niveles de voltaje requeridos por el interface RS-232C.

El principal problema con el interface RS-232C es la limitación de distancia, la cual es de 15 (m). Sin

embargo la limitación de distancia no es una desventaja seria para el caso del Sistema de Adquisición de Datos, en tanto la distancia que separa este último de la computadora no excederá de dicha limitación.

- De los resultados obtenidos, se desprende que la resolución de la conversión, es tal que el error producido en las medidas, no es muy grande y queda enmarcado dentro de lo que se podría considerar aceptable.

- Al utilizar el byte correspondiente a la respuesta digital de los conversores para la posición de la punta de prueba, como la dirección de la palabra de memoria RAM en la cual se almacena el byte de la amplitud de la señal, se consigue optimizar el uso de la memoria, ya que, se utiliza la mitad de memoria que sería necesaria si se almacena además la posición.

ANEXO I

LISTADO DEL PROGRAMA DEL COMPUTADOR PERSONAL
PARA LA DETERMINACION DEL COEFICIENTE DE
REFLEXION, RELACION DE ONDA ESTACIONARIA E
IMPEDANCIA.

```

=====
PROGRAMA PARA DETERMINAR EL MODO GRAFICO
APROPIADO PARA LA RESOLUCION DE GRAFICOS
Y PRESENTACION DE LA CARATULA
=====

```

```

DECLARE SUB BusConfig ()
DECLARE SUB CARATULA ()
DECLARE SUB DEMORA (segundos!)

```

```
COMMON MGA
```

```

CONST VGA = 12           `Mejor modo tarjeta VGA
CONST MCGA = 8           `Mejor modo tarjeta MCGA
CONST EGA256 = 9         `Mejor modo tarjeta EGA256
CONST EGA64 = 8          `Mejor modo tarjeta EGA64
CONST MONO = 10          `Mejor modo tarjeta MONO
CONST HERC = 3           `Mejor modo tarjeta HERCULES
CONST CGA = 2            `Mejor modo tarjeta CGA

```

```
`Variables de error para chequear el tipo de pantalla.
```

```
DIM Inicfil AS INTEGER, ModoAp AS INTEGER, Disponible AS STRING
```

```

-----
`Al ejecutar el SUBPROGRAMA "BusConfig", se determina el modo
`gráfico apropiado para la pantalla.
`Si no se dispone de capacidad gráfica, se presenta un mensaje
`que indica al usuario que no dispone de capacidad gráfica y re-
`torna el mando al sistema operativo DOS.
-----

```

```
BusConfig
```

```
MGA = ModoAp      `Modo Gráfico Apropriado.
```

```
CLS
```

```

-----
`El subprograma "Caratula" permite desplegar en pantalla el texto
`de presentación del programa.
-----

```

```
CARATULA
```

```

-----
`La sentencia CHAIN hace que el primer programa SDADC pare de co-
`rrer, el programa SDADSP es cargado en memoria y da comienzo su
`ejecución.
-----

```

```
CHAIN "SDADSP"
```

```
END
```

VideoErr hace independiente al programa S.D.A.D. del Screen.

VideoErr:

```
SELECT CASE ModoAp
CASE VGA
    ModoAp = MCGA
    Disponible = "12BD"
CASE MCGA
    ModoAp = EGA256
    Disponible = "12789"
CASE EGA256
    ModoAp = CGA
    Disponible = "12"
CASE CGA
    ModoAp = MONO
    Disponible = "A"
CASE MONO
    ModoAp = HERC
    Disponible = "3"
CASE ELSE
```

```
    Si no se dispone de tarjeta de gráficos,
    el programa presenta al usuario el mensa
    je "TARJETA DE GRAFICOS NO DISPONIBLE"
    Este mensaje se presenta por el lapso de
    cinco segundos, luego de lo cual el mando
    retornará al DOS.
```

```
CLS
COLOR 15, 0
LOCATE 12, 24
PRINT "TARJETA DE GRAFICOS NO DISPONIBLE"
CALL DEMORA(5)
COLOR 7, 0
CLS
SYSTEM
END
```

```
END SELECT
```

```
RESUME
```

Trampa para detectar 64K EGA.

EGAErr:

```
ModoAp = EGA64
Disponible = "12789"
RESUME NEXT
```

Trampa para determinar el número inicial de filas que puedan ser restauradas.

```
FilErr:
  IF Inicfil = 50 THEN
    Inicfil = 43
    RESUME
  ELSE
    Inicfil = 25
    RESUME NEXT
  END IF
```

```
=====
SDADC: BusConfig
```

```
Determina tarjeta gráfica disponible
=====
```

```
SUB BusConfig STATIC
```

```
SHARED Inicfil AS INTEGER, ModoAp AS INTEGER, Disponible AS STRING
```

```
^Asume display de 50 líneas y desciende a través de simulación de
^errores hasta que se actualice el número.
```

```
    Inicfil = 50
```

```
    ON ERROR GOTO FilErr
```

```
    LOCATE Inicfil, 1
```

```
^Asume el modo apropiado de pantalla gráfica.
```

```
    ModoAp = VGA
```

```
    Disponible = "12789BCD"
```

```
    ON ERROR GOTO VideoErr
```

```
^Desciende a través de la trampa de error hasta que un modo
^trabaje.
```

```
    SCREEN ModoAp
```

```
    ON ERROR GOTO EGAErr
```

```
    IF ModoAp = EGA256 THEN SCREEN 8, , 1
```

```
    ON ERROR GOTO 0
```

```
    Resetea a modo texto.
```

```
    SCREEN 0, , 0 ^Pantalla de texto
```

```
    WIDTH 80, 25 ^Pantalla de 80 columnas x 25 filas
```

```
END SUB
```

```

=====
SDADC: CARATULA

```

```

Presentación de Carátula en pantalla
=====

```

```

SUB CARATULA

```

```

LOCATE 3, 16
FOR I = 1 TO 10: PRINT CHR$(219); : NEXT I
LOCATE 6, 16
FOR I = 1 TO 7: PRINT CHR$(219); : NEXT I
LOCATE 9, 16
FOR I = 1 TO 10: PRINT CHR$(219); : NEXT I

LOCATE 4, 16: PRINT CHR$(219); CHR$(219)
LOCATE 5, 16: PRINT CHR$(219); CHR$(219)
LOCATE 7, 16: PRINT CHR$(219); CHR$(219)
LOCATE 8, 16: PRINT CHR$(219); CHR$(219)
LOCATE 9, 29: PRINT CHR$(219); CHR$(219)

FOR I = 1 TO 7
  LOCATE 2 + I, 34: PRINT CHR$(219); CHR$(219);
NEXT I

LOCATE 3, 35
FOR I = 1 TO 8: PRINT CHR$(219); : NEXT I

LOCATE 6, 35
FOR I = 1 TO 8: PRINT CHR$(219); : NEXT I

FOR I = 1 TO 4
  LOCATE 2 + I, 42: PRINT CHR$(219); CHR$(219);
NEXT I

LOCATE 9, 43: PRINT CHR$(219); CHR$(219)

FOR I = 1 TO 7
  LOCATE 2 + I, 51: PRINT CHR$(219); CHR$(219);
  LOCATE 2 + I, 51 + I: PRINT CHR$(219); CHR$(219)
  LOCATE 2 + I, 59: PRINT CHR$(219); CHR$(219);
NEXT I

LOCATE 9, 64: PRINT CHR$(219); CHR$(219)

LOCATE 13, 13
PRINT "E S C U E L A      P O L I T E C N I C A      N A C I O N A L"

LOCATE 15, 10

```

```
PRINT "FACULTAD DE INGENIERIA ELECTR  
I C A"  
LOCATE 17, 15  
PRINT "DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA"  
  
LOCATE 18, 22  
PRINT "Y TELECOMUNICACIONES"  
  
LOCATE 20, 10  
PRINT "SISTEMA DE ADQUISICION DE DAT  
O S"  
LOCATE 21, 18  
PRINT "PARA LA LINEA RANURADA"  
  
LOCATE 23, 36  
PRINT "1.990"
```

```
END SUB
```



```

=====
PROGRAMA PARA LA SIMULACION DE LAS SEÑALES DE ONDA
ESTACIONARIA PARA CORTO CIRCUITO Y CARGA EN LA LI-
NEA RANURADA. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION PRO-
VENIENTE DEL SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS
=====

```

```

DECLARE SUB DatoValido (DAT(), T!, R!, U!, S!)
DECLARE SUB MinMax (V!(), I!, Vmin!, Vmax!, PARTE!)
DECLARE SUB DivComp (Re!(), Im!(), F!, M!, N!, O!, P!)
DECLARE SUB DCaja (Ufil%, Ucol%, Lfil%, Lcol%)
DECLARE SUB Poli9 (EvPol9!(), ValEv!(), E!)
DECLARE SUB DEMORA (segundos!)
DECLARE SUB EjesS (SL!)
DECLARE SUB EjesD ()
DECLARE SUB LetraC ()
DECLARE SUB PantMen ()
DECLARE SUB MARCO ()
DECLARE SUB BLANCO ()
DECLARE SUB M101 ()
DECLARE SUB M102 ()
DECLARE SUB M103 ()
DECLARE SUB M201 ()
DECLARE SUB M202 ()
DECLARE SUB M203 ()
DECLARE SUB M301 ()
DECLARE SUB M302 ()
DECLARE SUB M303 ()
DECLARE SUB M401 ()
DECLARE SUB M402 ()
DECLARE SUB M403 ()
DECLARE SUB M501 ()
DECLARE SUB M502 ()
DECLARE SUB M503 ()
DECLARE SUB M601 ()
DECLARE SUB M602 ()
DECLARE SUB M603 ()

```

COMMON MGA Variable común definida en el programa SDADC.

```

-----
Dimensionamiento de los arreglos utilizados
-----

```

```

V()            Vector temporal de almacenamiento de los archivos.
VC((           Vector de los valores de la simulación del patrón
              de onda estacionaria para carga arbitraria.
VCC()          Vector de los valores de la simulación del patrón
              de onda estacionaria para corto circuito.
Re()           Parte real de división de números complejos.

```

```

` Im()      Parte imaginaria de división de números complejos.
` Y1()      Vector de almacenamiento de la lectura de datos
`           del SDAD para carga corto circuito.
` Y2()      Vector de almacenamiento de la lectura de datos
`           del SDAD para carga arbitraria.
` DAT()     Vector de almacenamiento de los datos correctos.
` DComp$( ) Vector de almacenamiento provisional Dato correcto.
` EvPol9( ) Vector de almacenamiento de evaluación del polino-
`           mio de regresión lineal.
` ValEv( )  Valor de la evaluación del polinomio.

```

```

DIM VC(1021), VCC(1021), V(1021), Re(10), Im(10)
DIM Y1(256), Y2(256)
DIM Y1$(256), Y2$(256)
DIM DAT(10), DComp$(10)
DIM EvPol9(3), ValEv(3)

```

```

-----
`Constantes de propósito general
-----

```

```

CONST Dtrue = 11.5      `Distancia real hasta la carga.
CONST Z0 = 50           `Impedancia característica.
CONST PI = 3.141592653589# `Valor de la constante Pi.
CONST TIEMA0 = 164     `Tiempo de ejecución para = 0.
CONST TIEMAN0 = 200    `Tiempo de ejecución para <> 0.

CONST UizqE = 201      `Ascii esquina superior izquierda.
CONST UderE = 187      `Ascii esquina superior derecha.
CONST Vertical = 186   `Ascii símbolo vertical.
CONST Horizontal = 205 `Ascii símbolo horizontal.
CONST LizqE = 200      `Ascii esquina inferior izquierda.
CONST LderE = 188      `Ascii esquina inferior derecha.

```

```

-----
`Banderas indicadoras de estado del programa.
-----

```

```

BanderaCo = 65      `Ascii de la letra "A"
BanderaGA = 0       `Indicador de que se han grabado archivos
                    `de datos.
BanderaZ0 = 0       `Indicador de que la impedancia en el ter-
                    `minal de carga es la impedancia caracte-
                    `rística.
BanderaCC = 0       `Indicador de que la impedancia en el ter-
                    `minal de carga es corto circuito.
BanderaPI = 0       `Indicador de presentación de resultados
                    `en la pantalla o en la impresora.
BanderaSD = 0       `Indicador de Simulación o Datos.
BanderaZD = 1       `Indicador de impedancia por la dcha.
BanderaZI = 1       `Indicador de impedancia por la izqda.
BanderaTE = 0       `Indicador de que la tecla "ESC" ha sido

```

presionada.

Lectura de los parámetros DIVISION y NR que corresponden a el número de particiones y el nivel de ruido respectivamente.

```
OPEN "PARINIC.001" FOR INPUT AS #1
    INPUT #1, DIVISION
    INPUT #1, NR
CLOSE #1
```

```
PARX = 510 / DIVISION
```

```
NULL$ = CHR$(0)
```

```
LOCATE , , 0 'Cero hace al cursor invisible.
```

MENU PRINCIPAL.

El número de opciones disponibles es de tres, para su selección se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha hacia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de la ayuda correspondiente denominadas M101, M102, M103; y, presionar Enter.

Al seleccionar la opción SIMULACION, se realiza un salto a la etiqueta SIMULAC.

Al seleccionar la opción DATOS DEL SISTEMA se realiza un salto a la etiqueta DATOS.

Al seleccionar la opción FIN, se retorna el mando al DOS.

MENPRI:

```
BanderaTE = 0
```

```
NOpciones% = 3 'Opciones disponibles en el menú.
```

```
Bytenum% = 1 'Opción inicial es la número uno.
```

```
CLS
```

```
PantMen 'Dispone en pantalla un marco para la
          'presentación del menú
```

```
COLOR 15, 0
```

```
LOCATE 3, 28: PRINT "M E N U   P R I N C I P A L"
```

```
COLOR 7, 0
```

```
LOCATE 10, 7: PRINT "Simulación"
```

```
LOCATE 12, 7: PRINT "Datos del sistema"
```

```
LOCATE 14, 7: PRINT "Fin"
```

```
LOCATE 20, 12
```

```
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione <ENTER>"
```

```
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24) 'Flecha hacia arriba.
```

```
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25) 'Flecha hacia abajo.
```

M101 `Ayuda para la Opción 1 del Menú Principal.

DO

DO

 CHECK\$ = INKEY\$

LOOP WHILE CHECK\$ = ""

`SELECT CASE se usa para procesar la respuesta introduci-
`da a través del teclado.

SELECT CASE CHECK\$

 CASE CHR\$(13) `Enter.

 IF Bytenum% = 1 THEN

 GOTO SIMULAC

 ELSEIF Bytenum% = 2 THEN

 GOTO DATOS *→ pag 31*

 ELSEIF Bytenum% = 3 THEN

 CLS

 SYSTEM

 END IF

 CASE NULL\$ + CHR\$(72) `Flecha hacia arriba.

 Bytenum% = Bytenum% - 1

 IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%

 IF Bytenum% = 1 THEN

 M101

 ELSEIF Bytenum% = 2 THEN

 M102

 ELSEIF Bytenum% = 3 THEN

 M103

 END IF

 CASE NULL\$ + CHR\$(80) `Flecha hacia abajo.

 Bytenum% = Bytenum% + 1

 IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1

 IF Bytenum% = 1 THEN

 M101

 ELSEIF Bytenum% = 2 THEN

 M102

 ELSEIF Bytenum% = 3 THEN

 M103

 END IF

 CASE ELSE

END SELECT

LOOP

`Rutina de simulación.

SIMULAC:

PARTE = DIVISION `Número de particiones para el archivo
`de simulación.

X = PARX `Parámetro de escala para el gráfico del
 `patrón de onda estacionaria.

TIMER ON
 RANDOMIZE TIMER

`Introducción de los datos necesarios: Atenuación, Frecuencia de
 `operación e Impedancia en el terminal de carga.
 `DATNUE es la etiqueta a la cual se refiere el programa cuando
 `un dato introducido es incorrecto.

DATNUE:

CLS
 MARCO

COLOR 15, 0
 LOCATE 8, 25
 PRINT "I N G R E S O D E D A T O S"

COLOR 7, 0
 LOCATE 21, 18
 PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú principal"

`Atenuación en la línea ramurada

LOCATE 12, 17
 PRINT "Valor atenuación (0 <-> 4 (dB/m)) ... ="

R = 43 `Posición horizontal del dato introducido.
 U = 12 `Posición vertical del dato introducido.
 T = 1 `Dato introducido número uno.

DComp\$(T) = ""
 CALL DatoValido(DAT(), T!, R!, U!, Banderate!)
 Alfa = DAT(1)

IF Banderate = 1 THEN GOTO MENPRI

`Valores válidos para la constante de atenuación.

IF Alfa < 0 OR Alfa > 4 THEN
 CLS
 MARCO
 LOCATE 12, 26
 PRINT "DATO INCORRECTO DE ATENUACION"
 LetraC `Espera hasta que la letra "C" sea presionada.
 GOTO DATNUE

END IF

`Frecuencia de operación del generador

LOCATE 13, 17

```
PRINT "Valor frecuencia ( 50 <-> 1000 MHz )... ="
```

```
R = 43
U = 13
T = 2
```

```
DComp$(T) = ""
CALL DatoValido(DAT(), T!, R!, U!, BanderaTE!)
FR = DAT(2)
```

```
IF BanderaTE = 1 THEN GOTO MENPRI
```

```
^Valores válidos para la frecuencia de operación.
```

```
IF FR < 50 OR FR > 1000 THEN
  CLS
  MARCO
  LOCATE 12, 26
  PRINT "DATO INCORRECTO DE FRECUENCIA"
  LetraC ^Espera hasta que la letra "C" sea presionada.
  GOTO DATNUE
```

```
END IF
```

```
^Parte real de la Impedancia de Carga
```

```
LOCATE 14, 17
PRINT "Valor parte real Z de Carga..... ="
```

```
R = 43
U = 14
T = 3
```

```
DComp$(T) = ""
CALL DatoValido(DAT(), T!, R!, U!, BanderaTE!)
ZR = DAT(3)
```

```
IF BanderaTE = 1 THEN GOTO MENPRI
```

```
^Valores válidos para la parte real de ZL.
```

```
IF ZR < 0 OR ZR > 1000 THEN
  CLS
  MARCO
  LOCATE 12, 26
  PRINT "DATO INCORRECTO DE PARTE REAL"
  LetraC ^Espera hasta que la letra "C" sea presionada.
  GOTO DATNUE
```

```
END IF
```

```
^Parte imaginaria de la Impedancia de Carga
```

```
LOCATE 15, 17
```

```
PRINT "Valor parte imaginaria Z de carga..... ="
```

```
R = 43
U = 15
T = 4
```

```
DComp$(T) = ""
CALL DatoValido(DAT(), T!, R!, U!, BanderaTE!)
ZI = DAT(4)
```

```
IF BanderaTE = 1 THEN GOTO MENPRI
```

```
´Valores válidos para la parte imaginaria de ZL.
```

```
IF ZI > 1000 OR ZI < -1000 THEN
```

```
CLS
MARCO
LOCATE 12, 23
PRINT "DATO INCORRECTO DE PARTE IMAGINARIA"
LetraC `Espera hasta que la letra "C" sea presionada.
GOTO DATNUE
```

```
END IF
```

```
´Verificación de si los datos introducidos son correctos.
```

```
LOCATE 18, 25
```

```
PRINT "Los datos están correctos (S/N)"
```

```
DO
```

```
DO
```

```
SN$ = UCASE$(INKEY$)
```

```
LOOP WHILE SN$ = ""
```

```
SELECT CASE SN$
```

```
CASE CHR$(83) `letra <S> es presionada.
```

```
GOTO DATCORR
```

```
CASE CHR$(78) `letra <N> es presionada.
```

```
GOTO DATNUE
```

```
CASE CHR$(27) `tecla <ESC> es presionada.
```

```
GOTO MENPRI
```

```
CASE ELSE
```

```
END SELECT
```

```
LOOP
```

```
´DATCORR es la etiqueta a la cual se refiere el programa cuando
´los datos introducidos son correctos.
```

```
DATCORR:
```

```
Beta = 2 * PI * FR / 300 `Constante de Propagación.
```

```
´Relación entre la atenuación y la constante de propagación para
```

establecer el limite dentro del cual se puede aplicar con bastante aproximación la determinación de la impedancia en el terminal de carga.

RAB = Alfa / Beta

CLS
MARCO

Presentación de los valores introducidos como datos.

LOCATE 7, 22
PRINT "DATOS INTRODUCIDOS PARA LA SIMULACION"

LOCATE 12, 30: PRINT CHR\$(231); " ="
LOCATE 12, 35: PRINT USING "##.##"; Alfa
LOCATE 12, 42: PRINT "+ j"
LOCATE 12, 46: PRINT USING "###.##"; Beta
LOCATE 16, 29: PRINT "ZL = "
LOCATE 16, 34: PRINT USING "###.##"; ZR

Adecuación de la impresión del signo.

```
IF ZI >= 0 THEN
    LOCATE 16, 42: PRINT "+ j "
    LOCATE 16, 46: PRINT USING "###.##"; ZI
ELSEIF ZI < 0 THEN
    LOCATE 16, 42: PRINT "- j "
    LOCATE 16, 46: PRINT USING "###.##"; -ZI
END IF
```

Simulación para carga arbitraria.

Adecuación del valor de la Impedancia característica para evitar un error en la simulación.

```
IF ZR = 50 AND ZI >= -.001 AND ZI <= .001 THEN
    ZI = .001
    BanderaZ0 = 1
END IF
```

Condición de Corto Circuito.

```
IF ZR < 1 AND ZI > -1 AND ZI < 1 THEN BanderaCC = 1
```

Determinación del coeficiente de reflexión para la impedancia en el terminal de carga.

M = ZR - Z0	Parte real del numerador.
N = ZI	Parte imaginaria del numerador.
O = ZR + Z0	Parte real del denominador.
P = ZI	Parte imaginaria del denominador.

```

F = 1

CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)

`Simulación para carga arbitraria colocada en el ter-
`minal de carga.

`Coeficiente de Reflexión de la impedancia colocada en
`el terminal de carga.

RHOL = SQR(Re(1) ^ 2 + Im(1) ^ 2)
ANGL = ATN(Im(1) / Re(1))

`La tangente trabaja entre Pi/2 y -Pi/2

IF Re(1) < 0 THEN
    ANGL = ANGL + PI
END IF

`Parámetros necesarios para la simulación.

P = LOG(1 / SQR(RHOL))
Q = -.5 * ANGL

`Se establece la longitud de la línea ranurada igual a
`la longitud de onda para la Simulación.

SL = 300 / FR

`Condicionamiento del tamaño de la línea de transmisión
`como múltiplo de 0.1 (m) o de 1 (m).

IF SL <= 1 THEN
    IF SL * 10 - INT(SL * 10) = 0 THEN
        SL = SL
    ELSEIF SL * 10 - INT(SL * 10) <> 0 THEN
        SL = (1 + INT(SL * 10)) / 10
    END IF
ELSEIF SL > 1 THEN
    IF SL - INT(SL) = 0 THEN
        SL = SL
    ELSEIF SL - INT(SL) <> 0 THEN
        SL = INT(1 + SL)
    END IF
END IF

TIEMPO = TIMER    `Referencia para la determinación del
                  `tiempo de demora en la simulación.

IF PARTE = 1020 THEN
    LOCATE 23, 60: PRINT " Tiempo ="
    LOCATE 23, 74: PRINT "seg. "
    IF Alfa = 0 THEN

```

```

        TIEMPOC = TIEMAO
    ELSEIF Alfa <> 0 THEN
        TIEMPOC = TIEMANO
    END IF
END IF

```

^Archivo para Z de carga arbitraria colocada en el terminal de carga.

```

FOR I = 0 TO PARTE
    IF PARTE = 1020 THEN
        TIEMPO1 = TIEMPOC - INT(TIMER - TIEMPO)
        LOCATE 23, 69: PRINT USING " ### "; TIEMPO1;
    END IF

    D = I * SL / PARTE
    R = Alfa * D + P
    S = (COS(Beta * D + Q)) ^ 2
    SH = ((EXP(R) - EXP(-R)) / 2) ^ 2
    VC(I) = (SQR(SH + S)) + NR * RND
NEXT I

```

^Simulación para carga corto circuito colocada en el terminal de carga.

^Coeficiente de Reflexión para impedancia cortocircuito.

```

RHOCC = 1
ANGCC = PI

```

^Parámetros necesarios para la simulación.

```

P = LOG(1 / SQR(RHOCC))
Q = -.5 * ANGCC

```

^Archivo para Z de carga cortocircuito colocada en el terminal de carga.

```

FOR I = 0 TO PARTE
    IF PARTE = 1020 THEN
        TIEMPO1 = TIEMPOC - INT(TIMER - TIEMPO)
        LOCATE 23, 69: PRINT USING " ### "; TIEMPO1;
    END IF

    D = I * SL / PARTE
    R = Alfa * D + P
    S = (COS(Beta * D + Q)) ^ 2
    SH = ((EXP(R) - EXP(-R)) / 2) ^ 2
    VCC(I) = (SQR(SH + S)) + NR * RND
NEXT I

BEEP

```

```

-----
Resultados de la simulación.
Entre los resultados de la simulación se pueden diferenciar los
que son Gráficos y los Numéricos.
El número de opciones disponibles es de tres, para su selección
se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha ha
cia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de
la ayuda correspondiente denominadas M201, M202, M203; y, pre-
sionar Enter.
Al seleccionar la opción GRAFICOS, se realiza un salto a la
etiqueta GRAFSIM.
Al seleccionar la opción RESULTADOS se realiza un salto a la
etiqueta RESSIM.
Al seleccionar la opción RETORNE...., se realiza un salto a
la etiqueta MENPRI.
-----

```

RESULTS:

```

NOpciones% = 3  Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1   Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen       Dispone en pantalla un marco para la
              presentación del menú

COLOR 15, 0
LOCATE 3, 31: PRINT "S I M U L A C I O N"

COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione <ENTER>"
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)

M201  Ayuda para la opción 1 del menú Simulación.

```

DO

```

DO
    CHECK$ = INKEY$
    LOOP WHILE CHECK$ = ""

    SELECT CASE CHECK$
        CASE CHR$(13)
            IF Bytenum% = 1 THEN
                GOTO GRAFSIM
            ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
                GOTO RESSIM
            ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
                GOTO MENPRI
            ENDIF
        ENDSELECT

```

```

        END IF
    CASE NULL$ + CHR$(72)
        Bytenum% = Bytenum% - 1
        IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%
    IF Bytenum% = 1 THEN
        M201
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        M202
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        M203
    END IF
    CASE NULL$ + CHR$(80)
        Bytenum% = Bytenum% + 1
        IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1
    IF Bytenum% = 1 THEN
        M201
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        M202
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        M203
    END IF
    CASE ELSE
END SELECT
LOOP

```

Gráfico de la simulación
 La presentación del Gráfico puede ser en pantalla o en la impresora si se dispone de una.
 El número de opciones disponibles es de tres, para su selección se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha hacia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de la ayuda correspondiente denominadas M201, M202, M203; y, presionar Enter.
 Al seleccionar la opción GRAFICO....., se realiza un salto a la etiqueta GRAFSSP.
 Al seleccionar la opción IMPRESION..., se realiza un salto a la etiqueta GRAFSSP.
 Al seleccionar la opción RETORNE....., se realiza un salto a la etiqueta RESULTS.

GRAFSIM:

```

BanderaSD = 0

NOpciones% = 3  Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1   Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen       Dispone en pantalla un marco para la
              presentación del menú

```

```
COLOR 15, 0
LOCATE 3, 33: PRINT "G R A F I C O"
```

```
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione <ENTER>"
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)
```

M401 Ayuda para la opción 1 del menú Gráfico.

DO

```
DO
    CHECK$ = INKEY$
    LOOP WHILE CHECK$ = ""

    SELECT CASE CHECK$
        CASE CHR$(13)
            IF Bytenum% = 1 THEN
                BanderaPI = 0
                GOTO GRAFSSP
            ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
                BanderaPI = 1
                GOTO GRAFSSP
            ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
                GOTO RESULTS
            END IF
        CASE NULL$ + CHR$(72)
            Bytenum% = Bytenum% - 1
            IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%
            IF Bytenum% = 1 THEN
                M401
            ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
                M402
            ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
                M403
            END IF
        CASE NULL$ + CHR$(80)
            Bytenum% = Bytenum% + 1
            IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1
            IF Bytenum% = 1 THEN
                M401
            ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
                M402
            ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
                M403
            END IF
        CASE ELSE
    END SELECT
```

LOOP

GRAFSSP:

´Gráfico de los archivos

CLS

SCREEN MGA ´Coloca el modo de pantalla seleccionado.

CALL EjesS(SL) ´Coloca ejes del gráfico.

LOCATE 21, 3: PRINT USING "####.#"; FR

LOCATE 21, 10: PRINT "MHz"

LOCATE 21, 59: PRINT USING "####.#"; ZR

IF ZI >= 0 THEN

LOCATE 21, 67: PRINT "+ j"

LOCATE 21, 71: PRINT USING "####.#"; ZI

ELSEIF ZI < 0 THEN

LOCATE 21, 67: PRINT "- j"

LOCATE 21, 71: PRINT USING "####.#"; -ZI

END IF

FOR I = 0 TO PARTE ´Archivo de cortocircuito.

V(I) = VCC(I)

NEXT I

Estilo% = &HCCCC ´Trazo de la línea más gruesa

GOSUB GRAFIC ´Subrutina para trazado del gráfico.

FOR I = 0 TO PARTE ´Archivo de impedancia de carga.

V(I) = VC(I)

NEXT I

Estilo% = &H7777 ´Trazo de la línea más delgada

GOSUB GRAFIC

´Si BanderaPI = 1 Impresión del gráfico

´Si BanderaPI = 0 gráfico en la pantalla

IF BanderaPI = 1 THEN

DO: LOOP UNTIL UCASE\$(INKEY\$) = "C"

END IF

IF BanderaPI = 0 THEN

´Lazo hasta que la tecla presionada sea la letra "C"

LetraC

END IF

SCREEN 0, , 0 'Pantalla en modo de texto.

GOTO RESULTS 'Retorne al menú de resultados de la simu-
'lación.

'Resultados numéricos de la simulación
'La presentación de Resultados puede ser en pantalla o en la im-
'presora si se dispone de una.
'El número de opciones disponibles es de tres, para su selección
'se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha ha-
'cia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de
'la ayuda correspondiente denominadas M501, M502, M503; y, pre-
'sionar Enter.
'Al seleccionar la opción RESULTADOS..., se realiza un salto a la
'etiqueta RESUSSP.
'Al seleccionar la opción IMPRESION..., se realiza un salto a la
'etiqueta RESUSSP.
'Al seleccionar la opción RETORNE....., se realiza un salto a la
'etiqueta RESULTS.

RESSIM:

BanderaSD = 0 'Bandera indicativa de que el programa se
'encuentra en simulación.

IF RAB > .01 THEN
CLS
MARCO
LOCATE 12, 20
PRINT "METODO DEL DOBLE MINIMO NO APLICABLE"
LetraC
GOTO RESULTS

END IF

NOpciones% = 3 'Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1 'Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen 'Dispone en pantalla un marco para la
'presentación del menú

COLOR 15, 0
LOCATE 3, 30: PRINT "R E S U L T A D O S"

COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12

```
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione <ENTER>"
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)
```

M501 Ayuda para la opción 1 del menú Resultados.

DO

DO

```
CHECK$ = INKEY$
```

```
LOOP WHILE CHECK$ = ""
```

```
SELECT CASE CHECK$
```

```
  CASE CHR$(13)
```

```
    IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
      BanderaPI = 0
```

```
      GOTO RESUSSP
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
      BanderaPI = 1
```

```
      GOTO RESUSSP
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
```

```
      GOTO RESULTS
```

```
    END IF
```

```
  CASE NULL$ + CHR$(72)
```

```
    Bytenum% = Bytenum% - 1
```

```
    IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%
```

```
    IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
      M501
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
      M502
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
```

```
      M503
```

```
    END IF
```

```
  CASE NULL$ + CHR$(80)
```

```
    Bytenum% = Bytenum% + 1
```

```
    IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1
```

```
    IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
      M501
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
      M502
```

```
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
```

```
      M503
```

```
    END IF
```

```
  CASE ELSE
```

```
END SELECT
```

LOOP

RESUSSP:

^Cálculo de Rho VSWR e Impedancia

IF BanderaZ0 = 1 THEN

```

BanderaZ0 = 0

CLS
MARCO

COLOR 15, 0
LOCATE 5, 30: PRINT "R E S U L T A D O S"

COLOR 7, 0
LOCATE 10, 22: PRINT "IMPEDANCIA CARACTERISTICA COLOCADA"
LOCATE 12, 27: PRINT "EN EL TERMINAL DE CARGA"
LOCATE 14, 35: PRINT "ZL = 50 ( )"

GOTO SRESS

ELSEIF BanderaCC = 1 THEN
  BanderaCC = 0

  CLS
  MARCO

  COLOR 15, 0
  LOCATE 5, 30: PRINT "R E S U L T A D O S"

  COLOR 7, 0
  LOCATE 10, 29: PRINT "CORTO CIRCUITO COLOCADO"
  LOCATE 12, 29: PRINT "EN EL TERMINAL DE CARGA"

  GOTO SRESS

ELSE

  CLS
  MARCO

  LOCATE 12, 32: PRINT "Espere por favor"

  VminCC = 10000

  ^Transferencia del archivo de cortocircuito a arreglo
  ^temporal.

  FOR I = 0 TO PARTE
    V(I) = VCC(I)
  NEXT I

  ^Determinación del mínimo de cortocircuito y su ubicación
  ^UMCC = Ubicación del mínimo de cortocircuito

  UMCC = 300 / (FR * 2) * PARTE / SL

  FOR I = UMCC - 30 TO UMCC + 30

```

```

        IF (V(I) < V(I + 1)) AND (V(I) < VminCC) THEN
            VminCC = V(I)
            S = I
        END IF
NEXT I

`Distancia al mínimo de cortocircuito.

DminCC = S * SL / PARTE

VminC1 = 10000: VminC2 = 10000

`Transferencia del archivo de carga a arreglo
`temporal.

FOR I = 0 TO PARTE
    V(I) = VC(I)
NEXT I

CALL MinMax(V(), I, Vmin, Vmax, PARTE)

`Valor del coeficiente de relación de onda estacionaria

VSWR = Vmax / Vmin

`Valores normalizados del máximo y mínimo del archivo de
`carga.

VmaxN = Vmax / Vmax
VminN = Vmin / Vmax

`Valor y ubicación del mínimo de carga a la derecha del
`mínimo de cortocircuito.

FOR I1 = 0 TO S - 1
    IF (V(I1) < V(I1 + 1)) AND (V(I1) < VminC1) THEN
        VminC1 = V(I1)
        DI2 = I1 * SL / PARTE
        A1 = I1
    END IF
NEXT I1

`Valor y ubicación del mínimo de carga a la izquierda del
`mínimo de cortocircuito.

FOR I2 = S TO (PARTE - 1)
    IF (V(I2) < V(I2 + 1)) AND (V(I2) < VminC2) THEN
        VminC2 = V(I2)
        DI1 = I2 * SL / PARTE
        A2 = I2
    END IF
NEXT I2

```

Distancia de separación entre mínimos (derecha).

$$D2 = D_{\min CC} - D_{I2}$$

Distancia de separación entre mínimos (izquierda).

$$D1 = D_{I1} - D_{\min CC}$$

Longitud de onda calculada.

$$L_a = 2 * D_{\min CC}$$

Frecuencia de operación del generador calculada.

$$FRC = 300 / L_a$$

Para los valores altos de VSWR (> 10) resulta mejor aplicar un método indirecto llamado del doble mínimo. Este método consiste en medir la distancia que existe entre los puntos en los cuales el voltaje es 1.4142 veces el voltaje del mínimo. Corresponde a una potencia igual al doble de la del mínimo.

```

IF VSWR >= 10 THEN
  VminC12 = SQR(2) * VminC1
  VminC22 = SQR(2) * VminC2
  FOR K1 = A1 TO (A1 + 50)
    IF V(K1) < VminC12 THEN AUX2 = K1
  NEXT K1
  FOR K2 = A1 TO (A1 - 50) STEP -1
    IF V(K2) < VminC12 THEN AUX1 = K2
  NEXT K2
  D3 = (AUX2 - AUX1) * SL / PARTE
  VSWR = SQR(1 / (SIN(PI * D3 / La)) ^ 2 + 1)
END IF

```

Determinación de la Impedancia de carga por la derecha del mínimo de cortocircuito

```

M = Z0
N = Z0 * VSWR * TAN(2 * PI * D2 / La)
O = VSWR
P = TAN(2 * PI * D2 / La)
F = 2

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

```
ZRD = Re(2)
```

```
ZID = Im(2)
```

Determinación de la Impedancia de carga por la izquierda del mínimo de cortocircuito.

```

N = -Z0 * VSWR * TAN(2 * PI * D1 / La)
P = -TAN(2 * PI * D1 / La)
F = 3

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

```

ZRI = Re(3)
ZII = Im(3)

```

```

`Determinación del coeficiente de reflexión en base a la
`ZL por la derecha.

```

```

M = ZRD / Z0 - 1
N = ZID / Z0
O = ZRD / Z0 + 1
P = ZID / Z0
F = 4

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

```

RHOC = SQR(Re(4) ^ 2 + Im(4) ^ 2)
ANGC = ATN(Im(4) / Re(4))

```

```
IF Re(4) < 0 THEN ANGC = ANGC + PI
```

```
BEEP
```

```

`Presentación de resultados obtenidos de la simulación.

```

```

CLS
MARCO

```

```

COLOR 15, 0
LOCATE 5, 30: PRINT "R E S U L T A D O S"

```

```

COLOR 7, 0
LOCATE 7, 15
PRINT "Distancia al minimo del CC (m) = "
LOCATE 7, 61: PRINT USING "##.###"; DminCC

```

```

LOCATE 8, 15
PRINT "Distancia 1er. mínimo - mínimo del CC (m) = "
LOCATE 8, 61: PRINT USING "##.###"; D2

```

```

LOCATE 9, 15
PRINT "Distancia 2do. mínimo - mínimo del CC (m) = "
LOCATE 9, 61: PRINT USING "##.###"; D1

```

```

LOCATE 10, 15
PRINT "Máximo en la señal simulada (V) = "
LOCATE 10, 61: PRINT USING "##.###"; VmaxN

```

```

LOCATE 11, 15
PRINT "Mínimo en la señal simulada (V)           = "
LOCATE 11, 61: PRINT USING "##.###"; VminN

LOCATE 12, 15
PRINT "Frecuencia de operación (MHz)           = "
LOCATE 12, 61: PRINT USING "###.##"; FRC

LOCATE 15, 31: PRINT "V.S.W.R. = "
LOCATE 15, 42: PRINT USING "##.##"; VSWR

LOCATE 16, 29: PRINT CHR$(226)
LOCATE 16, 30: PRINT "L = "
LOCATE 16, 34: PRINT USING "#.###"; RHOC
LOCATE 16, 41: PRINT "/_"
LOCATE 16, 44: PRINT USING "##.###"; ANGC

LOCATE 17, 28: PRINT "ZL -> = "
LOCATE 17, 35: PRINT USING "###.##"; ZRD

IF ZID >= 0 THEN
    LOCATE 17, 42: PRINT "+ j "
    LOCATE 17, 46: PRINT USING "###.##"; ZID
ELSEIF ZID < 0 THEN
    LOCATE 17, 42: PRINT "- j"
    LOCATE 17, 46: PRINT USING "###.##"; -ZID
END IF

LOCATE 18, 28: PRINT "ZL <- = "
LOCATE 18, 35: PRINT USING "###.##"; ZRI

IF ZII >= 0 THEN
    LOCATE 18, 42: PRINT "+ j "
    LOCATE 18, 46: PRINT USING "###.##"; ZII
ELSEIF ZII < 0 THEN
    LOCATE 18, 42: PRINT "- j"
    LOCATE 18, 46: PRINT USING "###.##"; -ZII
END IF

IF BanderaPI = 0 THEN
    GOTO SRESS      'Resultados en la pantalla.
ELSEIF BanderaPI = 1 THEN
    GOTO PRESS      'Resultados en la impresora.
END IF

END IF

SRESS:

LetraC

GOTO RESULTS

```

PRESS:

```

ON ERROR GOTO ChError

OPEN "LPT1:" FOR OUTPUT AS #1   'Habilitación de la salida
                                'a impresora.

FOR LB = 1 TO 18
    PRINT #1,
NEXT LB

PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")
PRINT #1, TAB(35); "R E S U L T A D O S"
PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Distancia al mínimo de CC (m)           = ";
PRINT #1, USING "##.###"; DminCC
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Distancia 1er. mínimo - mínimo de CC (m)= ";
PRINT #1, USING "##.###"; D2
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Distancia 2do. mínimo - mínimo de CC (m)= ";
PRINT #1, USING "##.###"; D1
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Máximo normalizado en la señal simulada = ";
PRINT #1, USING "##.###"; VmaxN
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Mínimo normalizado en la señal simulada = ";
PRINT #1, USING "##.###"; VminN
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Frecuencia de operación (MHz)           = ";
PRINT #1, USING "###.##"; FRC
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "V.S.W.R.                               = ";
PRINT #1, USING "###.##"; VSWR
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Módulo del Coeficiente de Reflexión     = ";
PRINT #1, USING "##.###"; RHOC
PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Angulo de Coeficiente de Reflexión (rad)= ";
PRINT #1, USING "##.###"; ANGCR
PRINT #1,

```

```

PRINT #1, TAB(15); "Impedancia de carga (->) ( )      = ";
PRINT #1, USING "####.#"; ZRD;

IF ZID >= 0 THEN
    PRINT #1, " + j";
    PRINT #1, USING "####.#"; ZID
ELSEIF ZID < 0 THEN
    PRINT #1, " - j";
    PRINT #1, USING "####.#"; -ZID
END IF

PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); "Impedancia de carga (<-) ( )      = ";
PRINT #1, USING "####.#"; ZRI;

IF ZII >= 0 THEN
    PRINT #1, " + j";
    PRINT #1, USING "####.#"; ZII
ELSEIF ZII < 0 THEN
    PRINT #1, " - j";
    PRINT #1, USING "####.#"; -ZII
END IF

PRINT #1,

PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")

CLOSE #1      `Cierra el archivo #1

LetraC

GOTO RESULTS  `Retorne a Resultados de la simulación.

```

```

`Datos adquiridos de la línea ranurada.
`La presentación de Resultados puede ser en pantalla o en la im-
`presora si se dispone de una.
`El número de opciones disponibles es de tres, para su selección
`se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha ha-
`cia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de
`la ayuda correspondiente denominadas M601, M602, M603; y, pre-
`sionar Enter.
`Al seleccionar la opción DATOS DEL..., se realiza un salto a la
`etiqueta SDAD.
`Al seleccionar la opción ARCHIVOS...., se realiza un salto a la
`etiqueta ARCHIVO.
`Al seleccionar la opción RETORNE....., se realiza un salto a la
`etiqueta MENPRI.

```

DATOS:

```

NOpciones% = 3  'Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1   'Opción inicial es la número uno.

```

```
CLS
```

```
PantMen          'Dispone en pantalla un marco para la
                  'presentación del menú
```

```
COLOR 15, 0
```

```
LOCATE 3, 25: PRINT "D A T O S   D E L   S I S T E M A"
```

```
COLOR 7, 0
```

```
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D." ✓
```

```
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
```

```
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
```

```
LOCATE 20, 12
```

```
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione <ENTER>"
```

```
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
```

```
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)
```

```
M601 'Ayuda para la opción 1 del menú Datos del Sistema.
```

```
DO
```

```
DO
```

```
    CHECK$ = INKEY$
```

```
LOOP WHILE CHECK$ = ""
```

```
SELECT CASE CHECK$
```

```
    CASE CHR$(13)
```

```
        IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
            GOTO SDAD ←←
```

```
        ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
            GOTO archivo
```

```
        ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
```

```
            GOTO MENPRI
```

```
        END IF
```

```
    CASE NULL$ + CHR$(72)
```

```
        Bytenum% = Bytenum% - 1
```

```
        IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%
```

```
        IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
            M601
```

```
        ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
            M602
```

```
        ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
```

```
            M603
```

```
        END IF
```

```
    CASE NULL$ + CHR$(80)
```

```
        Bytenum% = Bytenum% + 1
```

```
        IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1
```

```
        IF Bytenum% = 1 THEN
```

```
            M601
```

```
        ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
```

```
            M602
```

```

                                ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
                                    M603
                                END IF
                            CASE ELSE
                                END SELECT
LOOP
ARCHIVO:

CONTA = 0  `Contadores.
CONTE = 0
CONTC = 0
CONTD = 0

CLS
MARCO

LOCATE 5, 31: PRINT "ARCHIVOS GRABADOS"

IF BanderaGA = 0 THEN BanderaCo = 73

`Directorio de archivos grabados

FOR J = 65 TO BanderaCo - 1
    LOCATE J - 57, 34: PRINT "DATOS"
    COLOR 15, 0
    LOCATE J - 57, 40: PRINT CHR$(J)
    COLOR 7, 0
    LOCATE J - 57, 41: PRINT ".DAT"
    NOMB$ = NOMB$ + CHR$(J)
NEXT J

LOCATE 19, 24
PRINT "Escoja archivo a ser procesado _"
LOCATE 21, 20
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú Datos"

`Selección del archivo grabado a ser procesado.

SAN:

LP$ = UCASE$(INPUT$(1))
LPS = ASC(LP$)

IF LPS >= 65 AND LPS <= BanderaCo - 1 THEN
    LET$ = LP$
    LOCATE 19, 55: PRINT LP$
    GOTO SIGA3
ELSEIF LPS = 27 THEN
    GOTO DATOS
ELSE GOTO SAN
END IF

```

SIGA3:

```

NOMBR$ = "DATOS" + LET$ + ".DAT"

`Lectura del archivo seleccionado.

ON ERROR GOTO ChError

OPEN NOMBR$ FOR INPUT AS #1

    FOR I = 0 TO 255
        INPUT #1, Y1(I), Y2(I)
    NEXT I

        INPUT #1, FRD

CLOSE #1

S = 0

PARTE = 255
SL = .5

GOTO RESULTD `Resultados del procesamiento de los datos.

```

SDAD:

```

S = 0

PARTE = 255
SL = .5

CLS
MARCO = 2

COLOR 15, 0
LOCATE 10, 24: PRINT "D A T O S   D E L   S I S T E M A"

COLOR 7, 0
LOCATE 15, 23
PRINT "Frecuencia de operación (MHz) ="
LOCATE 21, 18
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú principal"

R = 38
U = 15
T = 5
DComp$(T) = ""

CALL DatoValido(DAT(), T!, R!, U!, BanderaTE!) —
FRD = DAT(5) ← 2

```

```
IF Banderate = 1 THEN GOTO MENPRI
```

Valores válidos para la frecuencia de operación.

```
IF FR < 50 OR FR > 1000 THEN
  CLS
  MARCO
  LOCATE 12, 26
  PRINT "DATO INCORRECTO DE FRECUENCIA"
  LetraC
  GOTO SDAD
END IF
```

DATOSER:

```
ON ERROR GOTO ChError
```

```
CLS
MARCO
```

```
LOCATE 11, 25
PRINT "La carga debe ser cortocircuito"
LOCATE 13, 24
PRINT "Presione <ENTER> cuando este listo"
```

```
DO: LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(13)
```

Habilitación del sistema S.D.A.D.

```
OPEN "COM1:1200,N,8,1,CS,DS,CD" FOR RANDOM AS #1
```

```
PRINT #1, CHR$(76); ←
VER$ = INPUT$(1, 1)
```

```
IF ASC(VER$) = 79 THEN
```

```
  CLOSE #1
  GOTO SIGA1
```

```
ELSEIF ASC(VER$) <> 79 THEN
```

```
  CLOSE #1
```

```
  CLS
```

```
  MARCO ?
```

```
  LOCATE 12, 32: PRINT "Código no verificado"
```

```
  CALL DEMORA(5) ←
```

```
  GOTO MENPRI - ← me
```

```
END IF
```

SIGA1:

```
CLS
MARCO ?
```

```
LOCATE 12, 12
```

da"
PRINT "Presione <ENTER> cuando la información haya sido adquiri-

DO: LOOP UNTIL INKEY\$ = CHR\$(13)

CLS

MARCO

Orden de transferencia de información desde el S.D.A.D. hacia
el computador.

OPEN "COM1:1200,N,8,1,CS,DS,CD" FOR RANDOM AS #1

PRINT #1, CHR\$(71);
VER\$ = INPUT\$(1, 1)

IF ASC(VER\$) = 79 THEN
LOCATE 12, 26
PRINT "Recibiendo datos del sistema"
GOTO LECTURA1
ELSEIF ASC(VER\$) <> 79 THEN
LOCATE 12, 29
PRINT "Recepción no verificada"
CLOSE #1
CALL DEMORA(5) ←
GOTO MENPRI
END IF

LECTURA1:

Datos de cortocircuito provenientes del S.D.A.D.

FOR I = 0 TO 255
Y1\$(I) = INPUT\$(1, 1) ←
NEXT I

CLOSE #1

CLS
MARCO

LOCATE 11, 29
PRINT "Realizar cambio de carga"
LOCATE 13, 25
PRINT "Presione <ENTER> cuando este listo"

DO: LOOP UNTIL INKEY\$ = CHR\$(13)

Habilitación del sistema S.D.A.D.

OPEN "COM1:1200,N,8,1,CS,DS,CD" FOR RANDOM AS #1

```

PRINT #1, CHR$(76);
VER$ = INPUT$(1, 1)

IF ASC(VER$) = 79 THEN
    CLOSE #1
    GOTO SIGA2
ELSEIF ASC(VER$) <> 79 THEN
    CLOSE #1
    CLS
    MARCO
    LOCATE 12, 32
    PRINT "Código no verificado"
    CALL DEMORA(5)
    GOTO MENPRI
END IF

```

SIGA2:

```

CLS
MARCO

LOCATE 12, 12
PRINT "Presione <ENTER> cuando la información haya sido adquiri-
da"

DO:    LOOP UNTIL INKEY$ = CHR$(13)

CLS
MARCO

Orden de transferencia de información desde el S.D.A.D.
hacia el computador.

OPEN "COM1:1200,N,8,1,CS,DS,CD" FOR RANDOM AS #1

PRINT #1, CHR$(71);
VER$ = INPUT$(1, 1)

IF ASC(VER$) = 79 THEN
    LOCATE 12, 26
    PRINT "Recibiendo datos del sistema"
    GOTO LECTURA2
ELSEIF ASC(VER$) <> 79 THEN
    LOCATE 12, 29
    PRINT "Recepción no verificada"
    CLOSE #1
    CALL DEMORA(5)
    GOTO MENPRI
END IF

```

LECTURA2:

^Datos de carga provenientes del S.D.A.D.

```
FOR I = 0 TO 255
    Y2$(I) = INPUT$(1, 1)
NEXT I
```

CLOSE #1

^Obtención del Ascii de los archivos de datos del
^S.D.A.D.

```
FOR I = 0 TO 255
    Y1(I) = ASC(Y1$(I))
    Y2(I) = ASC(Y2$(I))
NEXT I
```

^Establecimiento del nombre con que se grabará el archi-
^vo de la última lectura.

```
BanderaCo$ = CHR$(BanderaCo)
Nombre$ = "Datos" + BanderaCo$ + ".DAT"
```

^El archivo de la última lectura se graba en la unidad
^de diskette donde se encuentra residente el programa
^principal.

OPEN Nombre\$ FOR OUTPUT AS #1

```
FOR I = 0 TO 255
    PRINT #1, Y1(I), Y2(I)
NEXT I
```

```
PRINT #1, FRD
```

CLOSE #1

BanderaGA = 1

^Contador del número de lecturas realizadas en la sesión
^de trabajo.

BanderaCo = BanderaCo + 1

^Límite de los archivos que pueden ser grabados antes de
^que se repita el mismo nombre para la última lectura.

```
IF BanderaCo = 75 THEN BanderaCo = 65
```

^Resultados de los Datos.

^El número de opciones disponibles es de tres, para su selección
^se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha ha

cia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de la ayuda correspondiente denominadas M301, M302, M303; y, presionar Enter.
 Al seleccionar la opción GRAFICO, se realiza un salto a la etiqueta GRAFDAT.
 Al seleccionar la opción RESULTADOS, se realiza un salto a la etiqueta RESDAT.
 Al seleccionar la opción RETORNE...., se realiza un salto a la etiqueta DATOS.

RESULTD:

```

NOpciones% = 3   'Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1    'Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen         'Dispone en pantalla un marco para la
                'presentación del menú

COLOR 15, 0
LOCATE 3, 24: PRINT "D A T O S   D E L   S I S T E M A"
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione
<ENTER>:"
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)

M301

DO
DO
    CHECK$ = INKEY$
    LOOP WHILE CHECK$ = ""

SELECT CASE CHECK$
CASE CHR$(13)
    IF Bytenum% = 1 THEN
        GOTO GRAFDAT
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        GOTO RESDAT
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        GOTO DATOS
    END IF
CASE NULL$ + CHR$(72)
    Bytenum% = Bytenum% - 1
    IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%
    IF Bytenum% = 1 THEN
        M301

```

```

ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
    M302
ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
    M303
END IF
CASE NULL$ + CHR$(80)
    Bytenum% = Bytenum% + 1
    IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1
    IF Bytenum% = 1 THEN
        M301
    ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        M302
    ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        M303
    END IF
CASE ELSE
END SELECT
LOOP

```

Gráfico de los Datos adquiridos de la línea ranurada.
 La presentación del gráfico puede ser en pantalla o en la impresora si se dispone de una.
 El número de opciones disponibles es de tres, para su selección se debe presionar ya sea la flecha hacia arriba, o la flecha hacia abajo, con lo cual también se consigue la presentación de la ayuda correspondiente denominadas M401, M402, M403; y, presionar Enter.
 Al seleccionar la opción GRAFICO DEL., se realiza un salto a la etiqueta GRAFDSP.
 Al seleccionar la opción IMPRESION..., se realiza un salto a la etiqueta GRAFDPS.
 Al seleccionar la opción RETORNE....., se realiza un salto a la etiqueta RESULTD.

GRAFDAT:

```

BanderaSD = 1

NOpciones% = 3   'Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1    'Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen         'Dispone en pantalla un marco para la
                'presentación del menú
COLOR 15, 0
LOCATE 3, 33: PRINT "G R A F I C O"

COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"

```

```

LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione
<ENTER>"

```

```

LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)

```

M401 'Ayuda para la opción 1 del menú Gráfico.

DO

DO

```

CHECK$ = INKEY$
LOOP WHILE CHECK$ = ""

```

```

SELECT CASE CHECK$
CASE CHR$(13)

```

```

IF Bytenum% = 1 THEN
BanderaPI = 0
GOTO GRAFDSP

```

```

ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
BanderaPI = 1
GOTO GRAFDSP

```

```

ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
GOTO RESULTD

```

```

END IF

```

```

CASE NULL$ + CHR$(72)

```

```

Bytenum% = Bytenum% - 1

```

```

IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOpciones%

```

```

IF Bytenum% = 1 THEN

```

```

M401

```

```

ELSEIF Bytenum% = 2 THEN

```

```

M402

```

```

ELSEIF Bytenum% = 3 THEN

```

```

M403

```

```

END IF

```

```

CASE NULL$ + CHR$(80)

```

```

Bytenum% = Bytenum% + 1

```

```

IF Bytenum% > NOpciones% THEN Bytenum% = 1

```

```

IF Bytenum% = 1 THEN

```

```

M401

```

```

ELSEIF Bytenum% = 2 THEN

```

```

M402

```

```

ELSEIF Bytenum% = 3 THEN

```

```

M403

```

```

END IF

```

```

CASE ELSE

```

```

END SELECT

```

LOOP

GRAFDSP:

PARTE = 255

```

X = 2

SCREEN MGA

EjesD

FOR I = 0 TO 255   'Archivo de cortocircuito.
    V(I) = Y1(I)
NEXT I

Estilo% = &HCCCC   'Linea gruesa.

GOSUB GRAFIC   'Subrutina para trazo de gráfico.

PARTE = 255
X = 2

FOR I = 0 TO 255   'Archivo de impedancia de carga.
    V(I) = Y2(I)
NEXT I

Estilo% = &H7777   'Linea delgada.

GOSUB GRAFIC

IF BanderaPI = 1 THEN
    DO: LOOP UNTIL UCASE$(INKEY$) = "C"
END IF

IF BanderaPI = 0 THEN LetraC

SCREEN 0, , 0

GOTO RESULT'D

RESDAT:

ON ERROR GOTO ChError

BanderaSD = 1

NOpciones% = 3   'Opciones disponibles en el menú.
Bytenum% = 1   'Opción inicial es la número uno.

CLS
PantMen   'Dispone en pantalla un marco para la
           'presentación del menú

COLOR 15, 0
LOCATE 3, 30: PRINT "R E S U L T A D O S"

COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"

```

```

LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 20, 12
PRINT "Use UP ( ) o DOWN ( ) para seleccionar y presione
<ENTER>"
LOCATE 20, 20: PRINT CHR$(24)
LOCATE 20, 31: PRINT CHR$(25)

M501

DO
  DO
    CHECK$ = INKEY$
  LOOP WHILE CHECK$ = ""

  SELECT CASE CHECK$
    CASE CHR$(13)
      IF Bytenum% = 1 THEN
        BanderaPI = 0
        GOTO RESUDSP
      ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        BanderaPI = 1
        GOTO RESUDSP
      ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        GOTO RESULTD
      END IF
    CASE NULL$ + CHR$(72)
      Bytenum% = Bytenum% - 1
      IF Bytenum% < 1 THEN Bytenum% = NOPciones%
      IF Bytenum% = 1 THEN
        M501
      ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        M502
      ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        M503
      END IF
    CASE NULL$ + CHR$(80)
      Bytenum% = Bytenum% + 1
      IF Bytenum% > NOPciones% THEN Bytenum% = 1
      IF Bytenum% = 1 THEN
        M501
      ELSEIF Bytenum% = 2 THEN
        M502
      ELSEIF Bytenum% = 3 THEN
        M503
      END IF
    CASE ELSE
  END SELECT

LOOP

RESUDSP:

```

```

CLS
MARCO
LOCATE 12, 29: PRINT "PROCESANDO INFORMACION"

VminCC = 10000: VminC1D = 10000: VminC2D = 10000

FOR I4 = 0 TO 254
  IF (Y1(I4 + 1) < Y1(I4)) AND (Y1(I4 + 1) < VminCC) THEN
    VminCC = Y1(I4 + 1)
    AC = I4
    ValEv(1) = (I4 + 1) * 4.45 / 255
    E = 1
    CALL Poli9(EvPol9(), ValEv(), E)
    DminCCP = EvPol9(1)
  END IF
NEXT I4

FOR I = 0 TO 255 'Archivo de impedancia de carga.
  V(I) = Y2(I)
NEXT I

PARTE = 255

CALL MinMax(V(), I, Vmin, Vmax, PARTE)

VSWRD = Vmax / Vmin 'Relación de onda estacionaria.

DminCCD = 300 / (2 * FRD)

Nro = DminCCP / DminCCD 'Número de veces que se repite media
                          'longitud de onda.

FOR I3 = 1 TO 5
  IF Nro > .7 * I3 AND Nro < 1.3 * I3 THEN
    Nronew = I3
  END IF
NEXT I3

Ftrue = 300 * Nronew / (DminCCP * 2) 'Frecuencia calculada.

SD = AC + 1

FOR I1 = 0 TO (SD - 1) STEP 1
  IF (V(I1) < V(I1 + 1)) AND (V(I1) < VminC1D) THEN
    VminC1D = V(I1)
    A1 = I1
  END IF
NEXT I1

IF A1 <= 5 THEN BanderaZD = 0

FOR I2 = SD + 1 TO 254

```

```

        IF (V(I2) < V(I2 + 1)) AND (V(I2) < VminC2D) THEN
            VminC2D = V(I2)
            A2 = I2
        END IF
    NEXT I2

    IF A2 <= 1 THEN BanderaZI = 0

    CONTA = 0
    CONTB = 0
    CONTC = 0
    CONTD = 0

    FOR J1 = A1 TO A1 + 15
        IF V(A1) = V(J1) THEN
            CONTA = CONTA + 1
        END IF
    NEXT J1

        CONTA = CONTA / 2
        CONTB = INT(CONTA)
        A3 = A1 + CONTB
        ValEv(2) = A3 * 4.45 / 255
        E = 2
        CALL Poli9(EvPol9(), ValEv(), E)
        DI2D = EvPol9(2)

    FOR J2 = A2 TO 255
        IF V(A2) = V(J2) THEN
            CONTC = CONTC + 1
        END IF
    NEXT J2

        CONTC = CONTC / 2
        CONTD = INT(CONTC)
        A4 = A2 + CONTD
        ValEv(3) = A4 * 4.45 / 255
        E = 3
        CALL Poli9(EvPol9(), ValEv(), E)
        DI1D = EvPol9(3)

```

Distancia entre mínimos por la derecha.

$D2D = DminCCP - DI2D$

Distancia entre mínimos por la izquierda.

$D1D = DI1D - DminCCP$

Longitud de onda determinada en base a los datos.

$L_{Atrue} = 2 * D_{minCCP} / N_{ronew}$

IF VSWRD >= 10 THEN

$V_{minC12D} = \text{SQR}(2) * V_{minC1D}$

$V_{minC22D} = \text{SQR}(2) * V_{minC2D}$

 FOR K1 = A1 TO (A1 + 50)

 IF K1 > 255 THEN

 GOTO NCS

 END IF

 IF $V(K1) < V_{minC12D}$ THEN

 AUX2 = K1

 END IF

 NEXT K1

 FOR K2 = A1 TO (A1 - 50) STEP -1

 IF K2 < 0 THEN

 GOTO NCS

 END IF

 IF $V(K2) < V_{minC12D}$ THEN

 AUX1 = K2

 END IF

 NEXT K2

$D3D = (AUX2 - AUX1) * SL / 255$

$VSWRD = \text{SQR}(1 / (\text{SIN}(\text{PI} * D3D / L_{Atrue})) ^ 2 + 1)$

NCS:

 FOR L1 = A2 TO (A2 + 50)

 IF L1 > 255 THEN

 GOTO NCSB

 END IF

 IF $V(L1) < V_{minC22D}$ THEN

 AUX4 = L1

 END IF

 NEXT L1

 FOR L2 = A2 TO (A2 - 50) STEP -1

 IF L2 < 0 THEN

 GOTO NCSB

 END IF

 IF $V(L2) < V_{minC22D}$ THEN

 AUX3 = L2

 END IF

 NEXT L2

$D4D = (AUX4 - AUX3) * SL / 255$

END IF

NCSB:

```

M = Z0
N = Z0 * VSWRD * TAN(2 * PI * D2D / LAtrue)
O = VSWRD
P = TAN(2 * PI * D2D / LAtrue)
F = 6

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

Impedancia de carga calculada en base a los datos por la derecha.

```

ZRDD = Re(6)
ZIDD = Im(6)

```

```

N = -Z0 * VSWRD * TAN(2 * PI * D1D / LAtrue)
P = -TAN(2 * PI * D1D / LAtrue)
F = 7

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

Impedancia de carga calculada en base a los datos por la izquierda.

```

ZRID = Re(7)
ZIID = Im(7)

```

```

M = ZRDD / Z0 - 1
N = ZIDD / Z0
O = ZRDD / Z0 + 1
P = ZIDD / Z0
F = 8

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

Coefficiente de reflexión para la impedancia de carga determinado en base a los datos por la derecha.

```

RHOCDC = SQR(Re(8) ^ 2 + Im(8) ^ 2)
ANGCDC = ATN(Im(8) / Re(8))

```

La tangente trabaja entre $-\pi/2$ y $\pi/2$.

```
IF Re(8) < 0 THEN ANGCDC = ANGCDC + PI
```

```

M = ZRID / Z0 - 1
N = ZIID / Z0
O = ZRID / Z0 + 1
P = ZIID / Z0
F = 9

```

```
CALL DivComp(Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

Coeficiente de reflexión para la impedancia de carga
determinado en base a los datos por la izquierda.

```
RHOCID = SQR(Re(9) ^ 2 + Im(9) ^ 2)
ANGCID = ATN(Im(9) / Re(9))
```

La tangente trabaja entre $-\pi/2$ y $\pi/2$.

```
IF Re(9) < 0 THEN ANGCID = ANGCID + PI
```

Salida de los resultados a la pantalla.

```
CLS
MARCO
```

```
COLOR 15, 0
LOCATE 4, 30: PRINT "R E S U L T A D O S "
```

```
COLOR 7, 0
LOCATE 7, 31: PRINT "V.S.W.R. = "
LOCATE 7, 42: PRINT USING "###.##"; VSWRD
```

```
IF BanderaZD = 0 THEN GOTO RHOI
```

```
LOCATE 10, 28: PRINT CHR$(226)
LOCATE 10, 29: PRINT "L -> ="
LOCATE 10, 36: PRINT USING "#.####"; RHOCID
LOCATE 10, 43: PRINT "/_"
LOCATE 10, 46: PRINT USING "##.###"; ANGCID
```

```
RHOI: IF BanderaZI = 0 THEN GOTO VZ
```

```
LOCATE 13, 28: PRINT CHR$(226)
LOCATE 13, 29: PRINT "L <- ="
LOCATE 13, 36: PRINT USING "#.####"; RHOCID
LOCATE 13, 43: PRINT "/_"
LOCATE 13, 46: PRINT USING "##.###"; ANGCID
```

```
VZ: IF BanderaZD = 0 THEN GOTO ZI
```

```
LOCATE 16, 28: PRINT "ZL -> ="
LOCATE 16, 35: PRINT USING "###.##"; ZRDD

IF ZIDD >= 0 THEN
    LOCATE 16, 42: PRINT "+ j "
    LOCATE 16, 46: PRINT USING "###.##"; ZIDD
ELSEIF ZIDD < 0 THEN
    LOCATE 16, 42: PRINT "- j "
    LOCATE 16, 46: PRINT USING "###.##"; -ZIDD
END IF
```

```
ZI: IF BanderaZI = 0 THEN GOTO NZ
```

```

LOCATE 19, 28: PRINT "ZL <- = "
LOCATE 19, 35: PRINT USING "###.##"; ZRID

IF ZIID >= 0 THEN
    LOCATE 19, 42: PRINT "+ j "
    LOCATE 19, 46: PRINT USING "###.##"; ZIID
ELSEIF ZIID < 0 THEN
    LOCATE 19, 42: PRINT "- j "
    LOCATE 19, 46: PRINT USING "###.##"; -ZIID
END IF

NZ:   IF BanderaPI = 0 THEN
        GOTO SRESO
    ELSEIF BanderaPI = 1 THEN
        GOTO PRESO
    END IF

SRESO: `Resultados de los datos en pantalla.

        LetraC
        GOTO RESULTO

PRESO: `Resultados de los datos en impresora.

        ON ERROR GOTO ChError

        OPEN "LPT1:" FOR OUTPUT AS #1

        `Salida de los resultados a la impresora.

        `Número de líneas que se salta para dar inicio a la
        `impresión.

        FOR LI = 1 TO 10
            PRINT #1,
        NEXT LI

        PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")
        PRINT #1, TAB(35); "R E S U L T A D O S"
        PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")
        PRINT #1,

        PRINT #1, TAB(32); "V.S.W.R. = ";
        PRINT #1, USING "###.##"; VSWRD
        PRINT #1,

        IF BanderaZD = 0 THEN GOTO RHOPI

        PRINT #1, TAB(32); CHR$(226);
        PRINT #1, "L -> = ";
        PRINT #1, USING "#.####"; RHOCOD;
        PRINT #1, "/_";

```

```

PRINT #1, USING "##.###"; ANGCD
PRINT #1,

RHOPI:  IF BanderaZI = 0 THEN GOTO VZP

PRINT #1, TAB(32); CHR$(226);
PRINT #1, "L <- = ";
PRINT #1, USING "###.###"; RHOCID;
PRINT #1, "/_";
PRINT #1, USING "##.###"; ANGCID
PRINT #1,

VZP:    IF BanderaZD = 0 THEN GOTO ZIP

PRINT #1, TAB(32); "ZL -> = ";
PRINT #1, USING "###.###"; ZRDD;

IF ZIDD >= 0 THEN
    PRINT #1, " + j";
    PRINT #1, USING "###.###"; ZIDD
ELSEIF ZIDD < 0 THEN
    PRINT #1, " - j";
    PRINT #1, USING "###.###"; -ZIDD
END IF

PRINT #1,

ZIP:    IF BanderaZI = 0 THEN GOTO NZP

PRINT #1, TAB(32); "ZL <- = ";
PRINT #1, USING "###.###"; ZRID;

IF ZIID >= 0 THEN
    PRINT #1, " + j";
    PRINT #1, USING "###.###"; ZIID
ELSEIF ZIID < 0 THEN
    PRINT #1, " - j";
    PRINT #1, USING "###.###"; -ZIID
END IF

PRINT #1,

NZP:    PRINT #1, TAB(15); STRING$(60, "-")

CLOSE #1      `Cierra el archivo #1

LetraC      `Espera hasta que la letra "C" sea presionada.

GOTO RESULTD

GRAFIC:

```

Realización del gráfico

Para la realización del gráfico se utiliza la instrucción LINE uniendo dos puntos consecutivos del gráfico.

```
CALL MinMax(V(), I, Vmin, Vmax, PARTE)
```

```
B = 0
```

Trazado del gráfico

```
IF BanderaSD = 1 THEN PARTE = 253
```

```
FOR D = 0 TO (PARTE - 1)
```

Ubicación de dos puntos adyacentes en el gráfico.

```
NoPIXEL1 = V(D) * 100 / Vmax
```

```
NoPIXEL2 = V(D + 1) * 100 / Vmax
```

Trazo que une las dos posiciones anteriores.

```
LINE (NOT B, NoPIXEL1)-(B + X, NoPIXEL2), 1, , Estilo%
```

```
B = B + X
```

```
NEXT D
```

Impresión del valor de Vmáx y Vmín en el gráfico

```
VminN = Vmin / Vmax
```

```
VmaxN = Vmax / Vmax
```

```
LOCATE 20, 24
```

```
PRINT "Vmín = "
```

```
LOCATE 20, 46
```

```
PRINT "Vmáx = "
```

```
LOCATE 20, 30
```

```
PRINT USING "##.###"; VminN
```

```
LOCATE 20, 52
```

```
PRINT USING "##.###"; VmaxN
```

```
IF BanderaSD = 1 THEN PARTE = 255
```

```
RETURN
```

```
END
```

```
-----  
Rutina de detección de errores.  
-----
```

```
ChError:
```

Se usa ERR para determinar el error ocurrido.

SELECT CASE ERR

CASE 11

11 es el código de error para cuando se produce
un división por cero.

CLS
MARCO

LOCATE 10, 24
PRINT "Una división por cero ha ocurrido"
LOCATE 20, 17
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú Principal"

TPESCO: Pause\$ = INPUT\$(1)

IF ASC(Pause\$) = 27 THEN
 GOTO MENPRI
ELSE GOTO TPESCO
END IF

RESUME

CASE 25, 27:

25 es el código de error para falta del dispositi-
tivo; este error puede ser causado cuando se tra-
ta de imprimir estando apagada la impresora.
27 es el código de error para falta de papel.

CLS
MARCO

LOCATE 9, 20
PRINT "VERIFIQUE SI LA IMPRESORA ESTA ENCENDIDA"
LOCATE 11, 19
PRINT "O SI SE ENCUENTRA COLOCADO PAPEL. ENTONCES"
LOCATE 13, 24
PRINT "PRESIONE UNA TECLA PARA CONTINUAR"
LOCATE 20, 15
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú de Resultados"

Pause\$ = INPUT\$(1)

Selección entre menú de simulación o menú de datos.
BanderaSD = 0 Simulación
BanderaSD = 1 Datos del Sistema.
27 es el Ascii de la tecla ESC.

```

IF ASC(Pause$) = 27 AND BanderaSD = 0 THEN
    CLOSE #1
    GOTO RESSIM
ELSEIF ASC(Pause$) = 27 AND BanderaSD = 1 THEN
    CLOSE #1
    GOTO RESDAT
END IF

```

```

RESTORE
RESUME

```

```

CASE 53

```

```

'53 es el código de error para cuando un archivo
'buscado no existe.

```

```

CLS
MARCO

```

```

LOCATE 10, 30
PRINT "ARCHIVO NO EXISTENTE"
LOCATE 20, 17
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú Principal"

```

```

TPESC2:   Pause$ = INPUT$(1)

```

```

IF ASC(Pause$) = 27 THEN
    GOTO MENPRI
ELSE GOTO TPESC2
END IF

```

```

RESUME

```

```

CASE 68

```

```

'68 es el código de error para cuando un dispositi-
'tivo no está disponible.

```

```

CLS
MARCO

```

```

LOCATE 11, 28
PRINT "DISPOSITIVO NO DISPONIBLE"
LOCATE 20, 17
PRINT "Presione <ESC> para retornar al Menú Principal"

```

```

TPESC3:   Pause$ = INPUT$(1)

```

```

IF ASC(Pause$) = 27 THEN
    GOTO MENPRI
ELSE GOTO TPESC3
END IF

```

```
RESUME
```

```
CASE 71
```

```
  71 es el código de error para cuando un dispositi-  
  vo no está listo.
```

```
CLS  
MARCO
```

```
LOCATE 10, 26  
PRINT "UNIDAD DE DISCO NO PREPARADA"  
LOCATE 20, 24  
PRINT "Presione una tecla para continuar"
```

```
Pause$ = INPUT$(1)
```

```
RESTORE  
RESUME
```

```
CASE ELSE
```

```
  Un error no anticipado ha ocurrido.
```

```
ON ERROR GOTO 0
```

```
END SELECT
```

```
-----  
`  
`  
`          SDAD.BAS:Blanco  
`  
`          Limpia sector de recuadro  
`          de presentación de las ayudas  
`  
-----
```

SUB BLANCO

`Región de presentación de las ayuda de los menú.
`Líneas de la siete (7) a la diecinueve (19).
`Columnas de la treinta y cinco (35) a la setenta y siete (77).

```
FOR I = 7 TO 19  
    LOCATE I, 35  
    PRINT "
```

NEXT I

END SUB

```
=====
SDAD.BAS:DatoValido
```

```
Verifica si el dato es válido
=====
```

```
SUB DatoValido (DAT(), T!, R!, U!, Bandera!E!)
```

```
    DIM DComp$(10)
```

```
    V = 0: W = 0
```

```
    BanderaDN = 0    'Bandera de Dato Numérico.
```

```
Inicio:
```

```
    Dato$ = INPUT$(1)    'Entrada desde el teclado
```

```
    DATOS = ASC(Dato$)    'Valor Ascii de la entrada del teclado
```

```
'Si el Ascii es un valor numérico, el signo menos, el punto, Enter o ESC
'se ejecutan diferentes opciones de manera que los valores introducidos
'como datos sean apropiados y no produzcan error
```

```
    IF DATOS >= 48 AND DATOS <= 57 THEN    'Ascii de los números 0 - 9
```

```
        BanderaDN = 1
```

```
        DComp$(T) = DComp$(T) + Dato$
```

```
        LOCATE U, 17 + R
```

```
        PRINT Dato$
```

```
        R = R + 1
```

```
        GOTO Inicio
```

```
    ELSEIF DATOS = 46 THEN    'Ascii del punto
```

```
        V = V + 1
```

```
        IF V = 1 THEN
```

```
            DComp$(T) = DComp$(T) + Dato$
```

```
            LOCATE U, 17 + R
```

```
            PRINT Dato$
```

```
            R = R + 1
```

```
            GOTO Inicio
```

```
        ELSE BEEP
```

```
            GOTO Inicio
```

```
        END IF
```

```
    ELSEIF DATOS = 45 THEN    'Ascii del signo menos
```

```
        IF BanderaDN = 1 THEN
```

```
            BEEP
```

```
            GOTO Inicio
```

```
        END IF
```

```
        W = W + 1
```

```
        IF W = 1 THEN
```

```
            DComp$(T) = DComp$(T) + Dato$
```

```
            LOCATE U, 17 + R
```

```
            PRINT Dato$
```

```
            R = R + 1
```

```
            GOTO Inicio
```

```
        ELSE BEEP
```

```
                GOTO Inicio
            END IF
ELSEIF DATOS = 13 THEN 'Ascii del ENTER
    DAT(T) = VAL(DComp$(T))
    GOTO Terminar
ELSEIF DATOS = 27 THEN 'Ascii del ESC
    Banderate = 1
    GOTO Terminar
ELSE BEEP
    GOTO Inicio
END IF
Terminar:
END SUB
```

```
DEFINT A-Z
```

```

=====
'
'          SDAD.BAS:DCaja
'
'      Forma el marco de los menú
'
=====

```

```
SUB DCaja (Ufil%, Ucol%, Lfil%, Lcol%) STATIC
```

```
'Ufil%, Ucol% : Fila y columna de esquina arriba-izquierda.
```

```
'Lfil%, Lcol% : Fila y columna de esquina abajo-derecha.
```

```
'Dibujo de la parte superior de la caja
```

```

    LOCATE Ufil%, Ucol%: PRINT CHR$(UizqE);
    LOCATE , Ucol% + 1
    PRINT STRING$(Lcol% - Ucol%, CHR$(Horizontal));
    LOCATE , Lcol%: PRINT CHR$(UderE);

```

```
'Dibujo del cuerpo de la caja
```

```

    FOR I = Ufil% + 1 TO Lfil% - 1
        LOCATE I, Ucol%: PRINT CHR$(Vertical);
        LOCATE , Lcol%: PRINT CHR$(Vertical);
    NEXT I

```

```
'Dibujo de la parte inferior de la caja
```

```

    LOCATE Lfil%, Ucol%: PRINT CHR$(LizqE);
    LOCATE , Ucol% + 1:
    PRINT STRING$(Lcol% - Ucol%, CHR$(Horizontal));
    LOCATE , Lcol%: PRINT CHR$(LderE);

```

```
END SUB
```

```
DEFSNG A-Z
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:Demora
'
'      Produce demora de "N" segundos
'
'=====
```

```
SUB DEMORA (segundos!) STATIC
```

```
    Comienzo! = TIMER
    DO UNTIL (TIMER - Comienzo! > segundos!) OR (TIMER - Comienzo! < 0)
    LOOP
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:DivComp
```

```
División de complejos
=====
```

```
^M      parte real del numerador
^N      parte imaginaria del numerador
^O      parte real del denominador
^P      parte imaginaria del denominador
^F      variable distintiva del resultado
^Re(F)  parte real del resultado de la división
^Im(F)  parte imaginaria del resultado de la división
```

```
SUB DivComp (Re(), Im(), F, M, N, O, P)
```

```
      Re(F) = (M * O + N * P) / (O ^ 2 + P ^ 2)
      Im(F) = (N * O - M * P) / (O ^ 2 + P ^ 2)
```

```
END SUB
```

```

=====
SDAD.BAS:EjesD
Trazado de los ejes del gráfico
  Datos
=====

SUB EjesD

  CLS      Limpia la pantalla

  Definición de la ventana de alta resolución y es-
  tablecimiento de los ejes horizontal y vertical.

  WINDOW (-580, -80)-(80, 150)

  LINE (-550, 128)-(-530, 128), 1, , &HFFFF
  LINE (-550, 127.5)-(-530, 127.5), 1, , &HFFFF
  LINE (-550, 118)-(-530, 118), 1, , &HFFFF

  LOCATE 3, 8: PRINT "C.C."
  LOCATE 4, 8: PRINT "Carga"

  Trazado de la grilla horizontal

  FOR I = 0 TO 100 STEP 20
    LINE (-506, I)-(0, I), , , &H8888
  NEXT I

  Trazado de la grilla vertical

  FOR I = 0 TO 506 STEP 101.2
    LINE (-I, 100)-(-I, 0), , , &H8888
  NEXT I

  Dibuja marco alrededor de la pantalla

  CALL DCaja(1, 1, 23, 80)

  Establecimiento de las etiquetas del gráfico

  LOCATE 3, 27: PRINT "PATRON DE ONDA ESTACIONARIA"
  LOCATE 4, 72: PRINT "V(d)"
  LOCATE 5, 73: PRINT CHR$(24)
  LOCATE 16, 4: PRINT "d(m)"
  LOCATE 17, 5: PRINT CHR$(27)
  LOCATE 20, 6: PRINT "GENERADOR"
  LOCATE 20, 69: PRINT "CARGA"

  LOCATE 18, 8: PRINT USING "#.##"; .5

```

```
LOCATE 18, 21: PRINT USING "#.#"; .4  
LOCATE 18, 33: PRINT USING "#.#"; .3  
LOCATE 18, 46: PRINT USING "#.#"; .2  
LOCATE 18, 58: PRINT USING "#.#"; .1  
LOCATE 18, 70: PRINT USING "#.#"; 0
```

```
LOCATE 16, 73: PRINT "0.0"  
LOCATE 14, 73: PRINT "0.2"  
LOCATE 12, 73: PRINT "0.4"  
LOCATE 10, 73: PRINT "0.6"  
LOCATE 8, 73: PRINT "0.8"  
LOCATE 6, 73: PRINT "1.0"
```

```
END SUB
```

```

=====
-
-          SDAD.BAS:EjesS
-
-      Trazado de los ejes del gráfico
-          Simulación
-
=====

SUB EjesS (SL)

    CLS

    Definición de la ventana de alta resolución y es-
    tablecimiento de los ejes horizontal y vertical.

        WINDOW (-580, -80)-(80, 150)

            LINE (-550, 128)-(-530, 128), 1, , &HFFFF
            LINE (-550, 127.5)-(-530, 127.5), 1, , &HFFFF
            LINE (-550, 118)-(-530, 118), 1, , &HFFFF

            LOCATE 3, 8: PRINT "C.C."
            LOCATE 4, 8: PRINT "Carga"

    Trazado de la grilla horizontal

        FOR I = 0 TO 100 STEP 20
            LINE (-512, I)-(-0, I), , , &H8888
        NEXT I

    Trazado de la grilla vertical

        PAS = 512 * .1 / SL

        IF SL > 1 THEN PAS = PAS * 10

        FOR I = 0 TO 512 STEP PAS
            LINE (-I, 100)-(-I, 0), , , &H8888
        NEXT I

            LINE (-512, 100)-(-512, 0), , , &H8888

    Dibuja marco alrededor de la pantalla

        CALL DCaja(1, 1, 23, 80)

    Establecimiento de las etiquetas del gráfico

        LOCATE 3, 27: PRINT "PATRON DE ONDA ESTACIONARIA"
        LOCATE 4, 72: PRINT "V(d)"
        LOCATE 5, 73: PRINT CHR$(24)
        LOCATE 16, 4: PRINT "d(m)"

```

```

LOCATE 17, 5: PRINT CHR$(27)
LOCATE 20, 4: PRINT "GENERADOR"
LOCATE 20, 67: PRINT "CARGA"

```

Escalas eje vertical.

```

LOCATE 16, 73: PRINT "0.0"
LOCATE 14, 73: PRINT "0.2"
LOCATE 12, 73: PRINT "0.4"
LOCATE 10, 73: PRINT "0.6"
LOCATE 8, 73: PRINT "0.8"
LOCATE 6, 73: PRINT "1.0"

```

Escalas eje horizontal.

```

LOCATE 18, 70: PRINT "0.0"
LOCATE 18, 8: PRINT USING "#.#"; SL

IF SL = .3 THEN
    LOCATE 18, 49: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 29: PRINT USING "#.#"; .2
ELSEIF SL = .4 THEN
    LOCATE 18, 55: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; .2
    LOCATE 18, 23: PRINT USING "#.#"; .3
ELSEIF SL = .5 THEN
    LOCATE 18, 58: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 45: PRINT USING "#.#"; .2
    LOCATE 18, 33: PRINT USING "#.#"; .3
    LOCATE 18, 21: PRINT USING "#.#"; .4
ELSEIF SL = .6 THEN
    LOCATE 18, 60: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 49: PRINT USING "#.#"; .2
    LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; .3
    LOCATE 18, 29: PRINT USING "#.#"; .4
    LOCATE 18, 18: PRINT USING "#.#"; .5
ELSEIF SL = .7 THEN
    LOCATE 18, 61: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 52: PRINT USING "#.#"; .2
    LOCATE 18, 44: PRINT USING "#.#"; .3
    LOCATE 18, 35: PRINT USING "#.#"; .4
    LOCATE 18, 26: PRINT USING "#.#"; .5
    LOCATE 18, 17: PRINT USING "#.#"; .6
ELSEIF SL = .8 THEN
    LOCATE 18, 62: PRINT USING "#.#"; .1
    LOCATE 18, 55: PRINT USING "#.#"; .2
    LOCATE 18, 47: PRINT USING "#.#"; .3
    LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; .4
    LOCATE 18, 31: PRINT USING "#.#"; .5
    LOCATE 18, 24: PRINT USING "#.#"; .6
    LOCATE 18, 16: PRINT USING "#.#"; .7
ELSEIF SL = .9 THEN

```

```
LOCATE 18, 63: PRINT USING "#.#"; .1
LOCATE 18, 56: PRINT USING "#.#"; .2
LOCATE 18, 49: PRINT USING "#.#"; .3
LOCATE 18, 43: PRINT USING "#.#"; .4
LOCATE 18, 36: PRINT USING "#.#"; .5
LOCATE 18, 29: PRINT USING "#.#"; .6
LOCATE 18, 22: PRINT USING "#.#"; .7
LOCATE 18, 15: PRINT USING "#.#"; .8
ELSEIF SL = 1 THEN
LOCATE 18, 64: PRINT USING "#.#"; .1
LOCATE 18, 58: PRINT USING "#.#"; .2
LOCATE 18, 52: PRINT USING "#.#"; .3
LOCATE 18, 45: PRINT USING "#.#"; .4
LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; .5
LOCATE 18, 33: PRINT USING "#.#"; .6
LOCATE 18, 26: PRINT USING "#.#"; .7
LOCATE 18, 20: PRINT USING "#.#"; .8
LOCATE 18, 14: PRINT USING "#.#"; .9
ELSEIF SL = 2 THEN
LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; 1
ELSEIF SL = 3 THEN
LOCATE 18, 50: PRINT USING "#.#"; 1
LOCATE 18, 29: PRINT USING "#.#"; 2
ELSEIF SL = 4 THEN
LOCATE 18, 54: PRINT USING "#.#"; 1
LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; 2
LOCATE 18, 23: PRINT USING "#.#"; 3
ELSEIF SL = 5 THEN
LOCATE 18, 57: PRINT USING "#.#"; 1
LOCATE 18, 45: PRINT USING "#.#"; 2
LOCATE 18, 32: PRINT USING "#.#"; 3
LOCATE 18, 20: PRINT USING "#.#"; 4
ELSEIF SL = 6 THEN
LOCATE 18, 60: PRINT USING "#.#"; 1
LOCATE 18, 50: PRINT USING "#.#"; 2
LOCATE 18, 39: PRINT USING "#.#"; 3
LOCATE 18, 29: PRINT USING "#.#"; 4
LOCATE 18, 18: PRINT USING "#.#"; 5
END IF
```

```
END SUB
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:LetraC
'
'      Lazo en espera de que la
'      letra "C" sea presionada
'
'=====

SUB LetraC
    LOCATE 23, 22
    PRINT "  Presione letra <C> para continuar  "
    DO:      LOOP UNTIL UCASE$(INKEY$) = "C"
END SUB
```

```
=====
:
:          SDAD.BAS:M101
:
: Opción 1 en el menú principal
:
:=====
```

SUB M101

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 0, 15
LOCATE 10, 7: PRINT "Simulación"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 7: PRINT "Datos del sistema"
LOCATE 14, 7: PRINT "Fin"
LOCATE 10, 37: PRINT "En el proceso de simulación se genera";
LOCATE 11, 37: PRINT "de manera randomica los archivos ne -";
LOCATE 12, 37: PRINT "cesarios para obtener la relación de";
LOCATE 13, 37: PRINT "onda estacionaria, tanto para cuando";
LOCATE 14, 37: PRINT "la carga es cortocircuito, como para";
LOCATE 15, 37: PRINT "cuando la carga es arbitraria.";
```

END SUB

```
=====
SDAD.BAS:M102
```

```
Opción 2 en el menú principal
=====
```

```
SUB M102
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Simulación"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Datos del sistema"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Fin"
LOCATE 10, 38: PRINT "El Sistema de Adquisición de Datos";
LOCATE 11, 38: PRINT "(S.D.A.D.) para la línea ranurada,";
LOCATE 12, 38: PRINT "adquiere datos que permiten la me-";
LOCATE 13, 38: PRINT "dición del coeficiente de reflexión";
LOCATE 14, 38: PRINT "relación de onda estacionaria y la";
LOCATE 15, 38: PRINT "impedancia en la línea.";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M103
```

```
Opción 3 en el menú principal
=====
```

```
SUB M103
```

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 15, 73)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Simulación"
LOCATE 12, 7: PRINT "Datos del sistema"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Fin"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 45: PRINT "Retornar mando al <DOS>";
LOCATE 13, 43: PRINT "El equipo debe estar apagado";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M201
```

```
Opción 1 en el menú Simulación
=====
```

```
SUB M201
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 0, 15
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 10, 37: PRINT "Gráfico de la relación de onda esta -";
LOCATE 11, 37: PRINT "cionaria obtenido a partir del archi-";
LOCATE 12, 37: PRINT "vo generado raudomicamente, tanto pa-";
LOCATE 13, 37: PRINT "para cuando la carga es cortocircuito";
LOCATE 14, 37: PRINT "como para cuando la carga es arbitra-";
LOCATE 15, 37: PRINT "ria.";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M202
```

```
Opción 2 en el menú Simulación
=====
```

```
SUB M202
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 10, 37: PRINT "Aplicando el metodo del doble mínimo ";
LOCATE 11, 37: PRINT "se obtienen como resultados, el valor";
LOCATE 12, 37: PRINT "de la impedancia colocada en los ter-";
LOCATE 13, 37: PRINT "minales de carga, el coeficiente de -";
LOCATE 14, 37: PRINT "reflexión que esta presenta, y el va-";
LOCATE 15, 37: PRINT "lor del Parámetro S.";
```

```
END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M203
/
/
```

```
  Opción 3 en el menú Simulación
/
/=====
```

```
SUB M203
```

```
  BLANCO
  CALL DCaja(10, 43, 14, 71)
  COLOR 7, 0
  LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
  LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
  COLOR 0, 15
  LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
  COLOR 7, 0
  LOCATE 12, 45: PRINT "Retorno al Menú Principal";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M301
```

```
Opción 1 en el menú de Datos
=====
```

```
SUB M301
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 70)
COLOR 0, 15.
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 10, 37: PRINT "Con los datos provenientes del ";
LOCATE 11, 37: PRINT "S.D.A.D. se obtiene simultanea-";
LOCATE 12, 37: PRINT "mente la relación de onda esta-";
LOCATE 13, 37: PRINT "cionaria tanto para cuando la ";
LOCATE 14, 37: PRINT "carga es cortocircuito, como pa-";
LOCATE 15, 37: PRINT "ra cuando es arbitraria.";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M302
```

```
Opción 2 en el menú de Datos
=====
```

```
SUB M302
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 10, 37: PRINT "Aplicando el metodo del doble mínimo ";
LOCATE 11, 37: PRINT "se obtienen como resultados, el valor";
LOCATE 12, 37: PRINT "de la impedancia colocada en los ter-";
LOCATE 13, 37: PRINT "minales de carga, el coeficiente de -";
LOCATE 14, 37: PRINT "reflexión que esta presenta, y el va-";
LOCATE 15, 37: PRINT "lor del Parámetro S.";
```

```
END SUB
```

```
=====
/
/
/          SDAD.BAS:M303
/
/      Opción 3 en el menú de Datos
/
/=====
```

SUB M303

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 68)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico"
LOCATE 12, 7: PRINT "Resultados"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 43: PRINT "Retorno al menú anterior";
```

END SUB

```
=====
      SDAD.BAS:M401
```

```
      Opción 1 en el menú de Gráfico
=====
```

```
SUB M401
```

```
      BLANCO
```

```
      CALL DCaja(9, 35, 15, 72)
```

```
      COLOR 0, 15
```

```
      LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
```

```
      COLOR 7, 0
```

```
      LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"
```

```
      LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
```

```
      LOCATE 11, 37: PRINT "El gráfico de la relación de onda";
```

```
      LOCATE 12, 37: PRINT "estacionaria se ejecuta en la pan-";
```

```
      LOCATE 13, 37: PRINT "talla.";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M402
```

```
Opción 2 en el menú de Gráfico
=====
```

```
SUB M402
```

```
BLANCO
CALL DCaja(8, 35, 17, 75)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 10, 37: PRINT "Para obtener la impresión del gráfico";
LOCATE 11, 37: PRINT "se debe preionar (Shift) PrtSc y se -";
LOCATE 12, 37: PRINT "tendra acceso al menú de impresión, -";
LOCATE 13, 37: PRINT "cuando la impresión se haya realizado";
LOCATE 14, 37: PRINT "se debe ejecutar la opción QUIT y pre";
LOCATE 15, 37: PRINT "sionar la letra <C> para continuar.";
```

```
END SUB
```

```
=====
-
-          SDAD.BAS:M403
-
-  Opción 3 en el menú de Gráfico
-
=====
```

SUB M403

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 73)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 45: PRINT "Retorno al menú anterior";
```

END SUB

```
=====
'
'
'          SDAD.BAS:M501
'
'  Opción 1 en el menú de Resultados
'
'=====
```

```
SUB M501
```

```
    BLANCO
    CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
    COLOR 0, 15
    LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
    COLOR 7, 0
    LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
    LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
    LOCATE 12, 43: PRINT "Resultados en la pantalla";
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:M502
```

```
Opción 2 en el menú de Resultados
=====
```

```
SUB M502
```

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 70)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 12, 42: PRINT "Impresión de los resultados";
```

```
END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M503
/
/  Opción 3 en el menú de Resultados
/
/=====
```

SUB M503

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 73)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 45: PRINT "Retorno al menú anterior";
```

END SUB

```
=====
SDAD.BAS:M601
```

```
Opción 1 en el menú Datos del Sistema
=====
```

```
SUB M601
```

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
COLOR 0, 15
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 12, 45: PRINT "Adquisición de Datos"
```

```
END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M602
/
/ Opción 2 en el menú Datos del Sistema
/
/=====

SUB M602

    BLANCO
    CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
    COLOR 0, 15
    LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
    COLOR 7, 0
    LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
    LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
    LOCATE 12, 48: PRINT "Datos grabados"

END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M603
/
/  Opción 3 en el menú Datos del Sistema
/
/=====
```

SUB M603

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
LOCATE 12, 43: PRINT "Retorno al menú anterior"
```

END SUB

```
=====
'
'          SDAD.BAS:MARCO
'
' Realización de Marco en la pantalla
'
=====
```

```
SUB MARCO
```

```
    FOR I = 1 TO 80
        LOCATE 1, I: PRINT CHR$(177)
        LOCATE 23, I: PRINT CHR$(177)
    NEXT I
    FOR I = 2 TO 22
        LOCATE I, 1: PRINT CHR$(179)
        LOCATE I, 80: PRINT CHR$(179)
    NEXT I
```

```
END SUB
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:MinMax
'
'Determinación del Min/Max del archivo
'
'=====

SUB MinMax (V(), I, Vmin, Vmax, PARTE)

    Vmin = 10000      'Limite superior para el mínimo
    Vmax = 0         'Limite inferior para el máximo

    'Barrido para determinar el mínimo y el máximo del archivo de la relación
    'de onda estacionaria.

    FOR I = 0 TO (PARTE - 1)

        IF (V(I + 1) < V(I)) AND (V(I + 1) < Vmin) THEN
            Vmin = V(I + 1)
        ELSEIF (V(I + 1) > V(I)) AND (V(I + 1) > Vmax) THEN
            Vmax = V(I + 1)
        END IF

    NEXT I

END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:PantMen
/
/          Pantalla de los menú
/
=====

SUB PantMen

^Parte inferior de la pantalla de menú.

    FOR I = 1 TO 80
        LOCATE 1, I: PRINT CHR$(177);
        LOCATE 23, I: PRINT CHR$(177);
    NEXT I

^Partes izquierda y derecha de la pantalla de menú.

    FOR I = 2 TO 22
        LOCATE I, 1: PRINT CHR$(179);
        LOCATE I, 80: PRINT CHR$(179);
    NEXT I

^Parte intermedia de la pantalla de menú.

    FOR I = 2 TO 79
        LOCATE 5, I: PRINT CHR$(205);
    NEXT I

    LOCATE 5, 1: PRINT CHR$(198);
    LOCATE 5, 80: PRINT CHR$(181);

END SUB
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:Poli9
'
'          Evalúa Regresión Polinomial
'
'=====
```

```
SUB Poli9 (EvPol9(), ValEv(), E)
```

```
CONST PA0 = -.3052524      'Constantes de la linealización de la caracte-
CONST PA1 = 26.62484      'rística del potenciómetro sensor de posición.
CONST PA2 = -46.48341
CONST PA3 = 66.10542
CONST PA4 = -48.75752
CONST PA5 = 20.04875
CONST PA6 = -4.660689
CONST PA7 = .5739975
CONST PA8 = -2.914188E-02
CONST Dtrue = 11.5
```

```
EvPol191 = PA0 + PA1 * ValEv(E) + PA2 * ValEv(E) ^ 2 + PA3 * ValEv(E) ^ 3
EvPol192 = PA4 * ValEv(E) ^ 4 + PA5 * ValEv(E) ^ 5 + PA6 * ValEv(E) ^ 6
EvPol193 = PA7 * ValEv(E) ^ 7 + PA8 * ValEv(E) ^ 8
```

```
EvPol9(E) = (EvPol191 + EvPol192 + EvPol193 + Dtrue) / 100
```

```
END SUB
```

ANEXO 2

LISTADO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR
INTEL 8751H PARA EL CONTROL DEL
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

```

=====
PROGRAMA PARA CONTROLAR EL HARDWARE DEL SISTEMA DE
ADQUISICION DE DATOS PARA LA LINEA RANURADA.
=====

```

```

CPU "8051.TBL"
HOF "INT8"

```

```

;Lista del direccionamiento de las SFR (SPECIAL FUNC-
;TION REGISTER)

```

```

ACC:      EQU 0E0H      ;Acumulador.

A0:      EQU 0E0H
A1:      EQU 0E1H
A2:      EQU 0E2H
A3:      EQU 0E3H
A4:      EQU 0E4H
A5:      EQU 0E5H
A6:      EQU 0E6H
A7:      EQU 0E7H

B:        EQU 0F0H      ;Registro B.

PSW:     EQU 0D0H      ;Palabra estado del programa
; (PSW).

P:       EQU 0D0H
OV:      EQU 0D2H
RS0:     EQU 0D3H
RS1:     EQU 0D4H
F0:      EQU 0D5H
AC:      EQU 0D6H
CY:      EQU 0D7H

SP:      EQU 81H       ;Puntero del stack.

DPH:     EQU 83H       ;Puntero de datos.
DPL:     EQU 82H

TH0:     EQU 8CH       ;Timer/Counter 0.
TL0:     EQU 8AH

TH1:     EQU 8DH       ;Timer/Counter 1.
TL1:     EQU 8BH

```

```
SCON:      EQU 98H          ;Control serial.

RI:        EQU 98H
TI:        EQU 99H
RB8:       EQU 9AH
TB8:       EQU 9BH
REN:       EQU 9CH
SM2:       EQU 9DH
SM1:       EQU 9EH
SM0:       EQU 9FH

SBUF:      EQU 99H          ;Buffer serial de datos.

PCON:      EQU 87H          ;Control de poder.

IP:        EQU 0B8H         ;Control de prioridad de
                                ;interrupciones.
PX0:       EQU 0B8H
PT0:       EQU 0B9H
PX1:       EQU 0BAH
PT1:       EQU 0BBH
PS:        EQU 0BCH
PT2:       EQU 0BDH

IE:        EQU 0A8H         ;Control de habilitación de
                                ;interrupciones.
EX0:       EQU 0A8H
ET0:       EQU 0A9H
EX1:       EQU 0AAH
ET1:       EQU 0ABH
ES:        EQU 0ACH
ET2:       EQU 0ADH
EA:        EQU 0AFH

TMOD:      EQU 89H          ;Control de modo de los Ti-
                                ;mer/Counter.

TCON:      EQU 88H          ;Control del Timer/Counter.

ITO:       EQU 88H
IE0:       EQU 89H
IT1:       EQU 8AH
IE1:       EQU 8BH
TR0:       EQU 8CH
TF0:       EQU 8DH
TR1:       EQU 8EH
TF1:       EQU 8FH
```

```
=====
-
-          SDAD.BAS:M403
-
-   Opción 3 en el menú de Gráfico
-
=====
```

SUB M403

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 73)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Gráfico en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión del gráfico"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 45: PRINT "Retorno al menú anterior";
```

END SUB

```
=====
:
:          SDAD.BAS:M501
:
:  Opción 1 en el menú de Resultados
:
:=====
```

```
SUB M501
```

```
    BLANCO
    CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
    COLOR 0, 15
    LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
    COLOR 7, 0
    LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
    LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
    LOCATE 12, 43: PRINT "Resultados en la pantalla";
```

```
END SUB
```

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M502
/
/  Opción 2 en el menú de Resultados
/
/=====
```

SUB M502

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 70)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
COLOR 7, 0
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 12, 42: PRINT "Impresión de los resultados";
```

END SUB

```
=====
:
:          SDAD.BAS:M503
:
:  Opción 3 en el menú de Resultados
:
:=====
```

SUB M503

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 40, 14, 73)
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Resultados en la pantalla"
LOCATE 12, 7: PRINT "Impresión de los resultados"
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 45: PRINT "Retorno al menú anterior";
```

END SUB

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M601
/
/  Opción 1 en el menú Datos del Sistema
/
/=====
```

SUB M601

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
COLOR 0, 15
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
COLOR 7, 0
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 12, 45: PRINT "Adquisición de Datos"
```

END SUB

```
=====
/
/          SDAD.BAS:M602
/
/ Opción 2 en el menú Datos del Sistema
/
/=====
```

SUB M602

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
COLOR 0, 15
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
LOCATE 12, 48: PRINT "Datos grabados"
```

END SUB

```
=====
|
|          SDAD.BAS:M603
|
| Opción 3 en el menú Datos del Sistema
|
|=====
```

SUB M603

```
BLANCO
CALL DCaja(10, 41, 14, 69)
COLOR 0, 15
LOCATE 14, 7: PRINT "Retorne al menú anterior"
COLOR 7, 0
LOCATE 10, 7: PRINT "Datos del S.D.A.D."
LOCATE 12, 7: PRINT "Archivo grabado"
LOCATE 12, 43: PRINT "Retorno al menú anterior"
```

END SUB

```
=====
'
'          SDAD.BAS:MARCO
'
' Realización de Marco en la pantalla
'
'=====
```

```
SUB MARCO
```

```
    FOR I = 1 TO 80
        LOCATE 1, I: PRINT CHR$(177)
        LOCATE 23, 1: PRINT CHR$(177)
    NEXT I
    FOR I = 2 TO 22
        LOCATE I, 1: PRINT CHR$(179)
        LOCATE I, 80: PRINT CHR$(179)
    NEXT I
```

```
END SUB
```

```
=====
SDAD.BAS:MinMax
Determinación del Min/Max del archivo
=====

SUB MinMax (V(), I, Vmin, Vmax, PARTE)

    Vmin = 10000      'Limite superior para el mínimo
    Vmax = 0         'Limite inferior para el máximo

    'Barrido para determinar el mínimo y el máximo del archivo de la relación
    'de onda estacionaria.

    FOR I = 0 TO (PARTE - 1)

        IF (V(I + 1) < V(I)) AND (V(I + 1) < Vmin) THEN
            Vmin = V(I + 1)
        ELSEIF (V(I + 1) > V(I)) AND (V(I + 1) > Vmax) THEN
            Vmax = V(I + 1)
        END IF

    NEXT I

END SUB
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:PantMen
'
'          Pantalla de los menú
'
'=====
```

```
SUB PantMen
```

```
'Parte inferior de la pantalla de menú.
```

```
    FOR I = 1 TO 80
        LOCATE 1, I: PRINT CHR$(177);
        LOCATE 23, I: PRINT CHR$(177);
    NEXT I
```

```
'Partes izquierda y derecha de la pantalla de menú.
```

```
    FOR I = 2 TO 22
        LOCATE I, 1: PRINT CHR$(179);
        LOCATE I, 80: PRINT CHR$(179);
    NEXT I
```

```
'Parte intermedia de la pantalla de menú.
```

```
    FOR I = 2 TO 79
        LOCATE 5, I: PRINT CHR$(205);
    NEXT I

    LOCATE 5, 1: PRINT CHR$(198);
    LOCATE 5, 80: PRINT CHR$(181);
```

```
END SUB
```

```
=====
'
'          SDAD.BAS:Poli9
'
' Evalúa Regresión Polinomial
'
'=====
```

```
SUB Poli9 (EvPol9(), ValEv(), E)
```

```
CONST PA0 = -.3052524      'Constantes de la linealización de la caracte-
CONST PA1 = 26.62484      'rística del potenciómetro sensor de posición.
CONST PA2 = -46.48341
CONST PA3 = 66.10542
CONST PA4 = -48.75752
CONST PA5 = 20.04875
CONST PA6 = -4.660689
CONST PA7 = .5739975
CONST PA8 = -2.914188E-02
CONST Dtrue = 11.5
```

```
EvPol91 = PA0 + PA1 * ValEv(E) + PA2 * ValEv(E) ^ 2 + PA3 * ValEv(E) ^ 3
EvPol92 = PA4 * ValEv(E) ^ 4 + PA5 * ValEv(E) ^ 5 + PA6 * ValEv(E) ^ 6
EvPol93 = PA7 * ValEv(E) ^ 7 + PA8 * ValEv(E) ^ 8
```

```
EvPol9(E) = (EvPol91 + EvPol92 + EvPol93 + Dtrue) / 100
```

```
END SUB
```

ANEXO 2

LISTADO DEL PROGRAMA DEL MICROCONTROLADOR
INTEL 8751H PARA EL CONTROL DEL
SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

```

;
;
;
;
;
;
;
;
=====
PROGRAMA PARA CONTROLAR EL HARDWARE DEL SISTEMA DE
ADQUISICION DE DATOS PARA LA LINEA RANURADA.
=====
CPU "8051.TBL"
HOF "INT8"

;Lista del direccionamiento de las SFR (SPECIAL FUNC-
;TION REGISTER)

ACC:      EQU 0E0H      ;Acumulador.

A0:      EQU 0E0H
A1:      EQU 0E1H
A2:      EQU 0E2H
A3:      EQU 0E3H
A4:      EQU 0E4H
A5:      EQU 0E5H
A6:      EQU 0E6H
A7:      EQU 0E7H

B:       EQU 0F0H      ;Registro B.

PSW:     EQU 0D0H      ;Palabra estado del programa
; (PSW).

P:       EQU 0D0H
OV:      EQU 0D2H
RS0:     EQU 0D3H
RS1:     EQU 0D4H
F0:      EQU 0D5H
AC:      EQU 0D6H
CY:      EQU 0D7H

SP:      EQU 81H      ;Puntero del stack.

DPH:     EQU 83H      ;Puntero de datos.
DPL:     EQU 82H

TH0:     EQU 8CH      ;Timer/Counter 0.
TL0:     EQU 8AH

TH1:     EQU 8DH      ;Timer/Counter 1.
TL1:     EQU 8BH

```

```
SCON:      EQU 98H          ;Control serial.

RI:        EQU 98H
TI:        EQU 99H
RB8:       EQU 9AH
TB8:       EQU 9BH
REN:       EQU 9CH
SM2:       EQU 9DH
SM1:       EQU 9EH
SM0:       EQU 9FH

SBUF:      EQU 99H          ;Buffer serial de datos.

PCON:      EQU 87H          ;Control de poder.

IP:        EQU 0B8H         ;Control de prioridad de
                          ;interrupciones.
PX0:       EQU 0B8H
PT0:       EQU 0B9H
PX1:       EQU 0BAH
PT1:       EQU 0BBH
PS:        EQU 0BCH
PT2:       EQU 0BDH

IE:        EQU 0A8H         ;Control de habilitación de
                          ;interrupciones.
EX0:       EQU 0A8H
ET0:       EQU 0A9H
EX1:       EQU 0AAH
ET1:       EQU 0ABH
ES:        EQU 0ACH
ET2:       EQU 0ADH
EA:        EQU 0AFH

TMOD:      EQU 89H          ;Control de modo de los Ti-
                          ;mer/Counter.

TCON:      EQU 88H          ;Control del Timer/Counter.

ITO:       EQU 88H
IE0:       EQU 89H
IT1:       EQU 8AH
IE1:       EQU 8BH
TR0:       EQU 8CH
TF0:       EQU 8DH
TR1:       EQU 8EH
TF1:       EQU 8FH
```

P0:	EQU 80H	;Pórtico 0
P1:	EQU 90H	;Pórtico 1
P10:	EQU 90H	
P11:	EQU 91H	
P12:	EQU 92H	
P13:	EQU 93H	
P14:	EQU 94H	
P15:	EQU 95H	
P16:	EQU 96H	
P17:	EQU 97H	
P20:	EQU 0A0H	;Pórtico 2
P21:	EQU 0A1H	
P22:	EQU 0A2H	
P23:	EQU 0A3H	
P24:	EQU 0A4H	
P25:	EQU 0A5H	
P26:	EQU 0A6H	
P27:	EQU 0A7H	
P3:	EQU 0B0H	;Pórtico 3
P30:	EQU 0B0H	
P31:	EQU 0B1H	
P32:	EQU 0B2H	
P33:	EQU 0B3H	
P34:	EQU 0B4H	
P35:	EQU 0B5H	
P36:	EQU 0B6H	
P37:	EQU 0B7H	
DESCARGA:	EQU 47H	;Asignaciones adicionales.
INICIAR:	EQU 4CH	;DESCARGA: Código para esta- ;blecer la transmisión de los ;datos almacenados. ;INICIAR: Código para colocar ;al sistema en condición ;operativa.

; ; ; ; ; ;

```
=====
PROGRAMA
=====
```

```
LJMP INIC          ;Ejecución a partir de la etiqueta
                  ;INIC. Salto a inicio del programa.
                  ;ma.

ORG 0003H         ;Retorno de las interrupciones.
RETI

ORG 000BH
RETI

ORG 0013H
RETI

ORG 001BH
RETI

ORG 002BH
RETI

INIC: ORG 0100H   ;Inicio del programa.

MOV SCON,#50H    ;Inicializa modo de trabajo serial. Pórtico serial
                  ;trabajando en modo 1 (1 bit de inicio, 8
                  ;bits de datos, 1 bit de parada).

MOV TMOD,#20H    ;Inicializa modo de trabajo de Timer. Timer 1
                  ;trabajando en modo 2 (8 bits autoreinicializable).

MOV TH1,#0F0H    ;Inicializa generador de Baud Rate. Baud Rate
                  ;(1200 baudios - Xtal 7.3728 MHz.).

MOV TL1,TH1      ;Inicializa Timer 1.

MOV TCON,#40H    ;Bit de control de carrera del Timer 1.
```

```

MOV PCON,#00H      ;Inicializa modo serial. SMOD = 0
                   ;(Double Baud Rate bit).

CLR P15            ;Inicializa condición del decoder
                   ;3/8 74LS137, todas las salidas en
                   ;1L (habilitación G1 = 0L, pin 6)

CLR P32            ;P32 = 1L Led Tx. de datos encen-
                   ;dido, P32 = 0L Led Tx. de datos
                   ;apagado.

SDAD8:            ;Lazo principal para la adquisi-
                   ;ción de nuevos datos.

CLR P17            ;Estado de la tarjeta S.D.A.D. P17
                   ;= 0L Stand by (Led apagado), P17
                   ;= 1L operativa (Led encendido).

ESP:  JNB  RI,ESP  ;Espera hasta que un dato se
                   ;reciba por el pórtico de comu-
                   ;nicación serial.
                   ;RI = 0L ejecuta ESP.
                   ;RI = 1L se ejecutan las instruc-
                   ;ciones a continuación.

MOV A,SBUF        ;El dato recibido en el Buffer se-
                   ;rial de recepción es transferido
                   ;al acumulador (A <--- (SBUF)).

CLR RI            ;Borra bandera de interrupción de
                   ;recepción.

XRL A,#INICIAR    ;Compara con el número 4CH desig-
                   ;nado como código para que la tar-
                   ;jeta se coloque en estado opera-
                   ;tivo.
                   ;Si el código recibido no es co-
                   ;rrecto, el resultado del acumula-
                   ;dor es diferente de cero. Si el
                   ;código recibido es correcto, el
                   ;resultado del acumulador es cero.
                   ;Si (A) = 4CH entonces A <-- 00H.
                   ;Si (A) <> 4CH entonces A <-- XXH.

```

```

JNZ TXNOK0      ;Si el contenido del acumulador es
                ;diferente de 00H, se ejecutan las
                ;instrucciones a partir de TXNOK0.
                ;Si el contenido del acumulador es
                ;00H, se ejecutan las instrucciones
                ;a continuación.

ACALL DEMORA    ;Llama a subrutina de demora.

MOV A,#4FH     ;Código Ascii de la letra " O ".

MOV SBUF,A     ;El Ascii de la letra " O " almace-
                ;nado en el acumulador se transfie-
                ;re al Buffer serial de Transmisión
                ;(SBUF <--- (A)).

CLR TI         ;Bandera de transmisión serial de
                ;datos

SETB P17       ;Indicación de que el sistema se
                ;encuentra operativo.
                ;Si P17 = 1L el led de indicación
                ;de que el sistema se encuentra
                ;operativo se enciende.

SJMP RAM       ;Blanqueo del mapa de memoria RAM
                ;utilizado.
                ;Se ejecuta a partir de la etiqueta
                ;RAM.

TXNOK0:        ;Si el código recibido no es co-
                ;rrecto, se transmite el código 4EH
                ;que corresponde al Ascii de la
                ;letra " N ".

ACALL DEMORA    ;Llama a subrutina de demora.

MOV A,#4EH     ;El código Ascii de la letra " N "
                ;es transferido al acumulador.

MOV SBUF,A     ;El Ascii de la letra " N " almace-
                ;nado en el acumulador se transfie-
                ;re al Buffer serial de Transmisión

```

```

;(SBUF <--- (A)).

CLR TI          ;Bandera de transmisión serial de
                ;datos

SJMP ESPERA0   ;Si el código recibido es diferente
                ;del establecido como INICIAR, se
                ;ejecuta un salto a la etiqueta
                ;ESPERA0 y espera por un nuevo dato
                ;hasta recibir el código correcto.

RAM:           ;Proceso de Blanqueo del mapa de
                ;memoria RAM utilizado.
                ;En todas las localidades de memoria
                ;utilizadas se coloca 00H.
                ;Mapa utilizado 00H <---> 0FFH.

MOV DPTR,#0000H ;Inicializa con localidad 0000H.

RAMB:         ;Lazo para cubrir con todas las
                ;localidades del mapa de memoria.

MOV A,#00H

MOVX @DPTR,A   ;El contenido del acumulador (00H)
                ;es almacenado en la localidad de
                ;memoria dada por la dirección del
                ;DPTR.

INC DPTR       ;Se incrementa en uno (1) el con-
                ;tador de las direcciones de loca-
                ;lidad de memoria del mapa utili-
                ;zado.

MOV A,DPH     ;El byte más significativo del DPTR
                ;es almacenado en el acumulador
                ;temporalmente para verificar su
                ;valor.

CJNE A,#01H,RAMB ;Si el contenido del acumulador es
                ;01H significa que el mapa de memo-
                ;ria ha sido barrido en su tota-
                ;lidad.
                ;Si el byte más significativo del
                ;DPTR no alcanza el valor de 01H

```

```

;ejecuta las instrucciones a partir
;de RAMB.

BITS: ;Ejecución de instrucciones para el
;control de la tarjeta del SDAD.

CLR P11 ;Inicializa los conversores ADC
;0B03 LCN. P11 = 0L habilita los
;conversores.

CLR P12 ;Direccionamiento para habilitar la
;salida Y4 (A = 0L B = 0L C = 1L)
;del decoder 3/8 que corresponde a
;la señal <WR> de los conversores
;(Pulso de Start).

CLR P13
SETB P14

SETB P15 ;Aplicación del pulso de Start <WR>
;a los conversores por un tiempo
;mínimo de 100 ns. Tiempo aproxima-
;do de duración del pulso = 160 ns.

CLR P15 ;P15 = 0L deshabilita al decoder y
;todas las salidas están en 1L.

SETB P11 ;Deshabilitación de los converso-
;res.

MOV R2,#1EH ;Para producir la demora de 100 µs
;del tiempo de conversión, es
;necesario ejecutar el LAZO1
;durante treinta (30) veces, con lo
;que se garantiza el tiempo requere-
;rido.

LAZO1: ;Instrucciones para producir la
;demora necesaria para cumplir con
;el tiempo de conversión (aproxima-
;damente 100 µs).

NOP ;La instrucción NOP requiere 12
;períodos de oscilación del reloj,

```

```

;esto es un tiempo de 1.628 µs.

DJNZ R2,LAZO1      ;La instrucción DJNZ.... requiere
                   ;24 períodos de oscilación del
                   ;reloj, esto es un tiempo de 3.255
                   ;µs.
                   ;El tiempo total es de (4.883 µs)
                   ;multiplicado por 30 veces que se
                   ;ejecuta el lazo da aproximadamente
                   ;147 µs.

CLR P11            ;Habilitación de los conversores.

CLR P14            ;Direccionamiento para habilitar la
                   ;salida Y0 (A = 0L B = 0L C = 0L)
                   ;del decoder 3/8 que corresponde a
                   ;la habilitación del 74LS244 aso-
                   ;ciado al conversor de la posición
                   ;de la punta de prueba en la línea
                   ;ranurada.

CLR P16            ;Habilitación de la salida de los
                   ;conversores.

MOV P0,#0FFH      ;El contenido del pórtico P0 del
                   ;microcontrolador para la lectura
                   ;del byte de información de la con-
                   ;versión debe ser 0FFH.

SETB P15           ;Habilitación de la salida Y0 del
                   ;decoder.
                   ;La salida Y0 del decoder corres-
                   ;ponde a la señal de habilitación
                   ;del buffer asociado al conversor
                   ;de la posición de la punta de
                   ;prueba.

MOV R0,P0          ;Lectura del byte de información de
                   ;la posición de la punta de prueba.
                   ;El byte a la entrada del pórtico
                   ;P0 se almacena en el registro R0
                   ;(R0 <--- (P0)).

CLR P15            ;P15 = 0L deshabilita al decoder y
                   ;todas las salidas están en 1L.

```

```
SETB P16           ;Deshabilitación de la salida de
                   ;los conversores.

SETB P11           ;Deshabilitación de los converso-
                   ;res.

SETB P12           ;Direccionamiento para habilitar la
                   ;salida Y1 (A = 1L B = 0L C = 0L)
                   ;del decoder 3/8 que corresponde a
                   ;la habilitación del 74LS244 aso-
                   ;ciado al conversor de la amplitud
                   ;de la señal en la línea ranurada.

CLR P11            ;Habilitación de los conversores.

CLR P16            ;Habilitación de la salida de los
                   ;conversores.

MOV P0,#0FFH      ;El contenido del pòrtico P0 del
                   ;microcontrolador para la lectura
                   ;del byte de información de la con-
                   ;versión debe ser 0FFH.

SETB P15           ;Habilitación de la salida Y1 del
                   ;decoder.
                   ;La salida Y1 del decoder corres-
                   ;ponde a la señal de habilitación
                   ;del buffer asociado al conversor
                   ;de la amplitud de la señal en la
                   ;Línea Ranurada.

MOV R1,P0          ;Lectura del byte de información de
                   ;la amplitud de la señal.
                   ;El byte a la entrada del pòrtico
                   ;P0 se almacena en el registro R1
                   ;(R1 <--- (P0)).

CLR P15            ;P15 = 0L deshabilita al decoder y
                   ;todas las salidas están en 1L.

SETB P16           ;Deshabilitación de la salida de
                   ;los conversores.
```

```

SETB P11 ;Deshabilitación de los converso-
;res.

MOV DPL,R0 ;El valor de la posición almacenado
;en el registro R0 se utiliza como
;dirección de memoria en la cual se
;guardará el valor de la amplitud
;de la señal.

MOV DPH,#00H ;El mapa utilizado es 00XXH.

MOVX A,@DPTR ;El contenido de la palabra de me-
;moría direccionada es almacenada
;en el acumulador.

CJNE A,#00H,MEDIA8 ;El contenido de la RAM se revisa
;para establecer si un valor ha
; sido guardado con anterioridad o
;no y establecer el promedio.
;Si A = 0 ejecuta las instrucciones
;a continuación. Si A ≠ 0 ejecuta a
;partir de la etiqueta MEDIA8.

MOV A,R1 ;El contenido del registro R1 es la
;amplitud de la señal y se trans-
;fiere al acumulador.
;A <--- (R1) (Amplitud de la se-
;ñal).

MOVX @DPTR,A ;El contenido del acumulador se
;almacena en la palabra de memoria
;RAM direccionada.
;((R0)) <--- (A) (Almacenamiento de
;la amplitud de la señal en RAM).

LJMP BITS ;Salto a la etiqueta BITS.
;Se ejecuta nuevamente el procedi-
;miento descrito.

MEDIA8: ;Promedio entre las dos últimas
;medidas de amplitud de la señal
;realizadas para la posición espe-
;cificada.

```



```

;00H, se ejecutan las instrucciones
;a continuación, las que realizan
;la transmisión de los datos hacia
;el computador.

ACALL DEMORA           ;Llama a subrutina de demora.

MOV A,#4FH            ;Código Ascii de la letra " O ".

MOV SBUF,A            ;El Ascii de la letra " O " almace-
;nado en el acumulador se transfiere
;al Buffer serial de Transmisión
;(SBUF <---- (A)).

CLR TI                ;Bandera de transmisión serial de
;datos.

SETB P32              ;P32 = 1L Led Tx. de datos encen-
;dido, P32 = 0L Led Tx. de datos
;apagado.

MOV DPTR,#0000H      ;La descarga de los datos almacena-
;dos en memoria RAM se realiza car-
;gando el DPTR con 0000H como punto
;de partida.

DESCAB:               ;Lazo que descarga todo el conte-
;nido de la RAM.

MOVX A,@DPTR         ;El contenido de la localidad de
;memoria de dirección especificada
;es almacenado en el acumulador.

ACALL DEMORA         ;Llama a subrutina de demora.

MOV SBUF,A           ;El dato almacenado en el acumula-
;dor se transfiere al Buffer serial
;de Transmisión (SBUF <---- (A)).

CLR TI                ;Bandera de transmisión serial de
;datos.

```

```

INC DPTR           ;Se incrementa en uno (1) el con-
                  ;tador de las direcciones de loca-
                  ;lidad de memoria del mapa utili-
                  ;zado.

MOV A,DPH          ;El byte más significativo del DPTR
                  ;es almacenado en el acumulador
                  ;temporalmente para verificar su
                  ;valor.

CJNE A,#01H,DESCA8 ;Si el contenido del acumulador es
                  ;01H significa que el mapa de memo-
                  ;ria utilizado ha sido barrido en
                  ;su totalidad.
                  ;Si el byte más significativo del
                  ;DPTR no alcanza el valor de 01H
                  ;ejecuta las instrucciones a partir
                  ;de DESCAS.

MOV P1,#0DFH      ;Inicializa el sistema de adquisi-
                  ;ción de datos en condición de
                  ;Stand By.
                  ;Los LED son apagados.

MOV P3,#0FBH

LJMP SDAD8        ;Salto a la etiqueta SDAD8.
                  ;Lazo principal del programa.

DEMORA:           ;Subrutina de demora.

MOV R1,#50H       ;Número de veces que se ejecuta el
                  ;lazo externo igual a 80.

DEMORA1:          ;Lazo externo.

MOV R2,#0FFH      ;Número de veces que se ejecuta el
                  ;lazo interno igual a 255.

DEMORA2:          ;Lazo interno.

NOP               ;La instrucción NOP es utilizada

```

;para consumir tiempo en la demora.

DJNZ R2,DEMORA2 ;La instrucción DJNZ.... ejecuta el
;lazo hasta que el contenido del
;registro R2 es igual a cero.

NOP

DJNZ R1,DEMORA1 ;La instrucción DJNZ.... ejecuta el
;lazo hasta que el contenido del
;registro R1 es igual a cero.

RET ;Retorno de la subrutina.

END ;Fin del programa.

ANEXO 3

MANUAL DE USO

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS
PARA LA LINEA RANURADA

(S.-D.-A.-D.-)

1.- INSTALACION DEL EQUIPO S.D.A.D.

El diagrama de la figura 1.1 muestra la instalación del equipo S.D.A.D. con el computador; y, con la Línea Ranurada.

La figura 1.2 muestra el frente de la caja del S.D.A.D. y los pines utilizados en los conectores DB-9 montados para el cable de la comunicación serial; del sensor de posición; y, del sensor de amplitud.

La figura 1.3 corresponde a una vista superior de la tarjeta principal del S.D.A.D., en la que se puede apreciar la ubicación de los diferentes elementos que la forman.

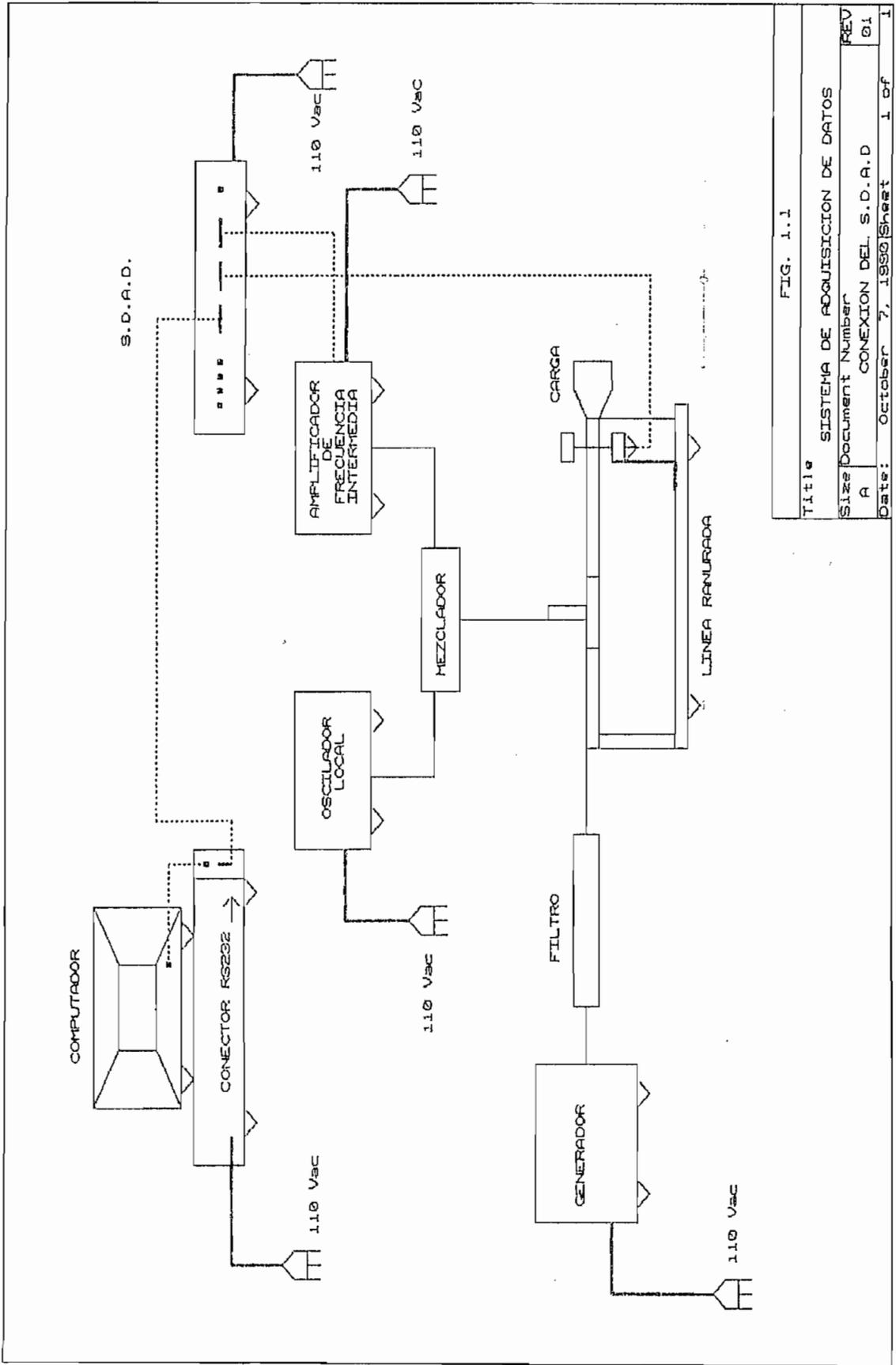


FIG. 1.1

Title SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS

Size Document Number REV

A CONEXION DEL S.D.A.D. 01

Date: October 7, 1980 Sheet 1 of 1

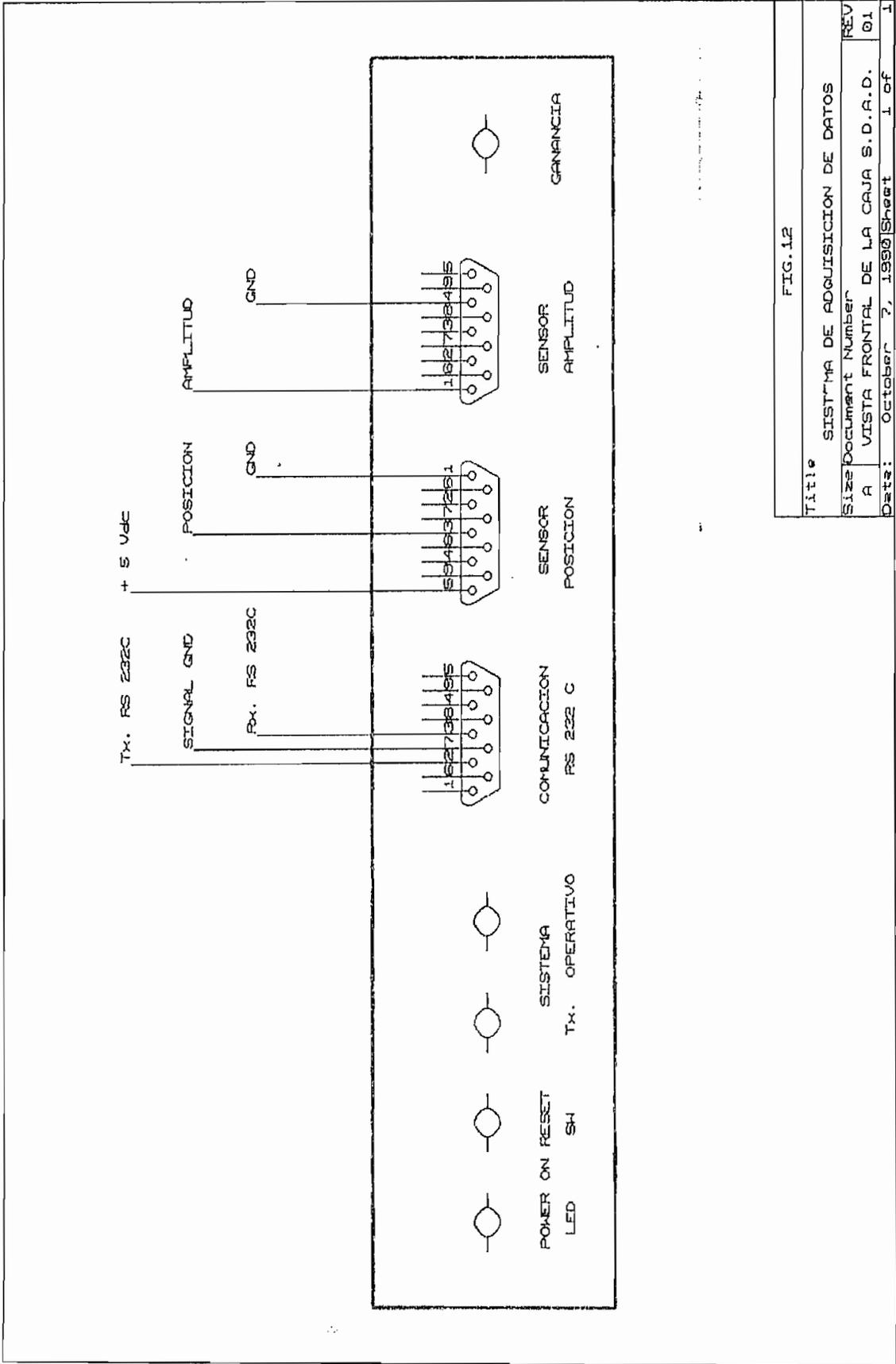


FIG.12

Title	SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS
Size	Document Number
A	VISTA FRONTAL DE LA CAJA S.D.A.D.
REV	01
Date:	October 7, 1990
Sheet	1 of 1

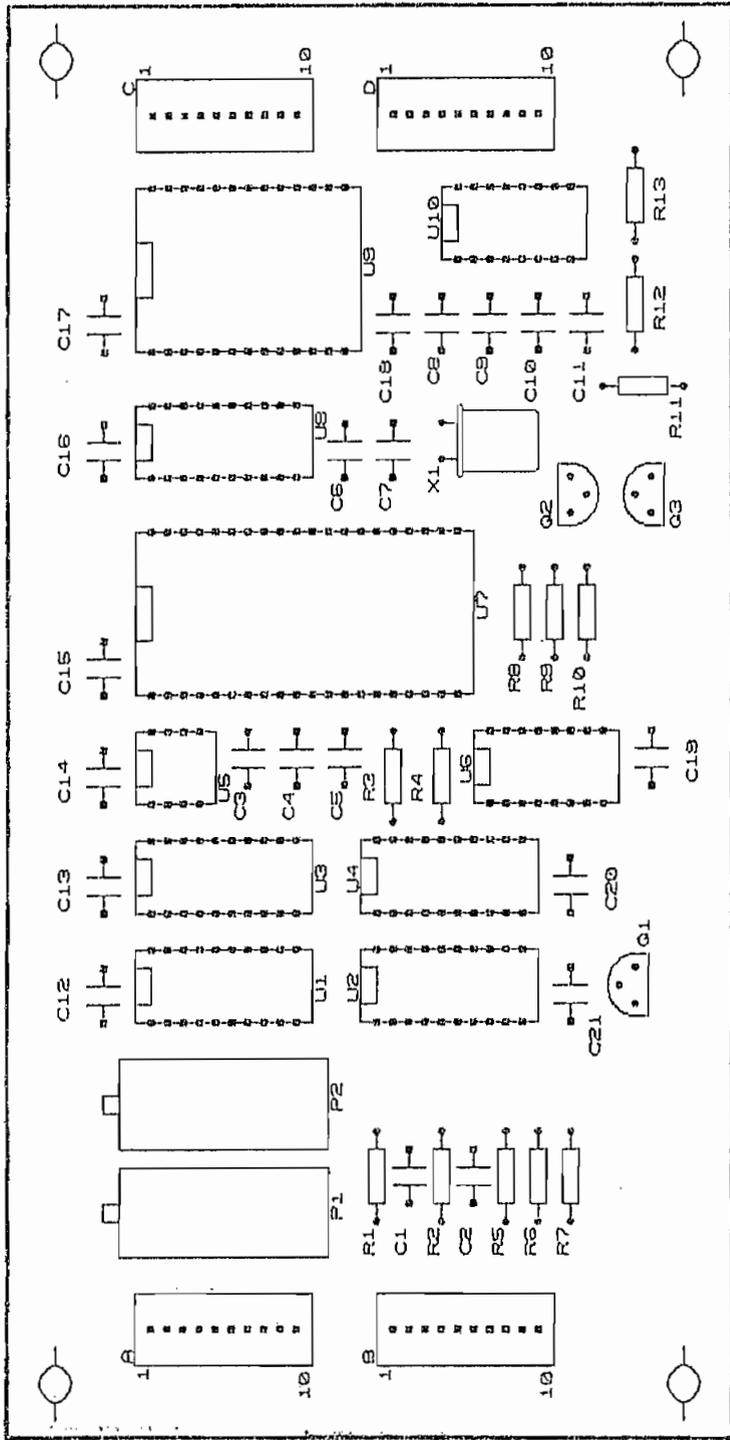


FIG. 1.3

Title	SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS		
Size	Document Number	REV	01
	A	VISTA SUPERIOR TARJETA SDAD	01
Date:	October 7, 1990	Sheet	1 of 1

2.- CALIBRACION Y USO DEL S.D.A.D.

Con la punta de prueba de la línea ranurada colocada hacia el extremo del generador; y, fijada en este extremo; se manipula la manivela y se coloca un voltaje de 4.45 V_{dc} entre los puntos A₁ y A₂ del conector A.

Una vez calibrado el equipo, se escoge la opción "DATOS" del Menú Principal. El programa interroga al usuario por la frecuencia de operación del generador; y, dispone el mensaje "LA IMPEDANCIA DE CARGA DEBE SER CORTOCIRCUITO"; colocada como impedancia de carga un cortocircuito se presiona ENTER (<J); y, la indicación de que el sistema se encuentra operativo se enciende.

En pantalla se presenta el mensaje de presionar ENTER (<J) cuando la información haya sido adquirida. Al hacerlo la información correspondiente al patrón de onda estacionaria es transferida de la memoria del S.D.A.D. a la memoria del computador. Una luz roja (Sistema Transmitiendo datos) se enciende como indicativo de que se está transfiriendo la información.

Cuando la totalidad de la información adquirida para cortocircuito ha sido transferida, se debe colocar como carga en la línea ranurada la impedancia que se desea anali-

zar y presionar ENTER (<J), con lo que se coloca al sistema en modo operativo y se puede adquirir la información del patrón de onda estacionaria; cuando se desea transferir la información al computador se presiona ENTER (<J) y se enciende la luz indicadora que el sistema se encuentra transmitiendo la información adquirida.

Cuando la información tanto de cortocircuito como para cualquier impedancia de carga ha sido transferida al computador, el Sistema de Adquisición de Datos se coloca en la condición de Stand by.

3.- CONTENIDO DEL DISCO QUE ALMACENA EL PROGRAMA.

La distribución de los programas y paquetes en el disco etiquetado SDAD, se dan a continuación en la tabla 3.1.

CONTENIDO DEL DISCO SDAD.

NOMBRE DEL ARCHIVO	DESCRIPCION
SDAD.BAT	Programa con la secuencia para arrancar al sistema.
READ.ME	Archivo con información del SDAD.
PARINIC.001	Archivo que contiene parámetros iniciales requeridos por el sistema.
SDADC.EXE	Programa de configuración del SDAD.
SDADSP.EXE	Programa principal del SDAD para simulación y procesamiento de información.
BRUN40.EXE	Programa requerido por SDADC y SDADSP (Run-Time module).
PIZZAS	Directorio que contiene el paquete PIZZAS utilizado para imprimir el contenido de la pantalla.
DATOSi.DAT	Archivo de información proveniente del SDAD previamente grabado.

Tabla 3.1.

El archivo denominado "PARINIC.001" contiene el número de particiones (múltiplo de 255); y, el nivel de ruido. La generación de este archivo es posible de varias maneras como por ejemplo utilizando el paquete EDLIN; el procesador de palabras Word Perfect con la opción CTRL F5 para grabar archivos con formato DOS; o, de la siguiente manera:

```
A: Copy con PARINIC.001 <|
```

```
1020 <|
```

```
0 <|
```

```
CTRL Z <|
```

4.- MANERA DE EJECUTAR EL PROGRAMA.

Para ejecutar el programa desarrollado se debe escribir lo siguiente:

A: SDAD <J

Al ejecutar el programa se tiene acceso al Menú Principal, a partir del cual siguiendo las ayudas disponibles en pantalla se profundiza en su ejecución.

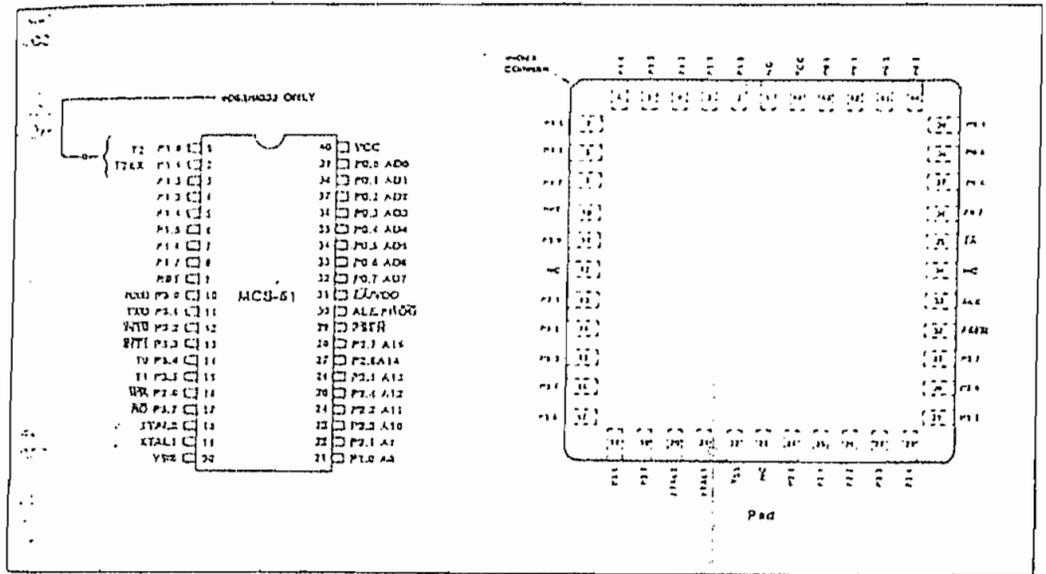


Figure 2. MCS-51 Pin Connections

In the 8032AH and 8052AH, Port 1 pins P1.0 and P1.1 also serve the T2 and T2EX functions, respectively.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source 4 LS TTL inputs. Port 2 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (IIL, on the data sheet) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during latches from external Program Memory and during accesses to external Data Memory that use 16-bit addresses (MOVX @DPTR). In this application it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external Data Memory that use 8-bit addresses (MOVX @Ri), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits during programming of the EPROM parts and during program verification of the ROM and EPROM parts.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source 4 LS TTL inputs. Port 3 pins that have 1s written to them are pulled high by the internal pullups, and in that state can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (IIL, on the data sheet) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the MCS-51 Family, as listed below:

Port Pin	Alternative Function
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (Timer 0 external input)
P3.5	T1 (Timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias 0 °C to 70 °C
Storage Temperature -65 °C to +150 °C
Voltage on \overline{EA}/VPP Pin to VSS . . -0.5V to +21.5V
Voltage on Any Other Pin to VSS . . -0.5V to +7V
Power Dissipation 1.5W

*NOTICE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS: ($T_A = 0\text{ }^\circ\text{C}$ to $70\text{ }^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5V \pm 10\%$; $V_{SS} = 0V$)

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Conditions
VIL	Input Low Voltage (Except \overline{EA} Pin of 8751H, 8751H-12)	-0.5	0.8	V	
VIL1	Input Low Voltage to \overline{EA} Pin of 8751H, 8751H-12	0	0.7	V	
VIH	Input High Voltage (Except XTAL2, RST)	2.0	$V_{CC} + 0.5$	V	
VIH1	Input High Voltage to XTAL2, RST	2.5	$V_{CC} + 0.5$	V	XTAL1 = VSS
VOL	Output Low Voltage (Ports 1, 2, 3)*		0.45	V	IOL = 16 mA
VOL1	Output Low Voltage (Port 0, ALE, \overline{PSEN})*		0.60	V	IOL = 3.2 mA
		8751H, 8751H-12	0.45	V	IOL = 2.4 mA
		All Others	0.45	V	IOL = 3.2 mA
VOH	Output High Voltage (Ports 1, 2, 3)	2.4		V	IOH = -30 μ A
VOH1	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode, ALE, \overline{PSEN})	2.4		V	IOH = -400 μ A
IIL	Logical 0 Input Current (Ports 1, 2, 3) 8032AH, 8052AH All Others		-		
			-800 -500	μ A	Vin = 0.45 V Vin = 0.45 V
IIL1	Logical 0 Input Current to \overline{EA} Pin of 8751H, 8751H-12 Only		-15	mA	
IIL2	Logical 0 Input Current (XTAL2)		-3.2	mA	Vin = 0.45 V
ILI	Input Leakage Current (Port 0) 8751H, 8751H-12 All Others		± 100 ± 10	μ A	0.45 < Vin < VCC 0.45 < Vin < VCC
IIH	Logical 1 Input Current to \overline{EA} Pin of 8751H, 8751H-12		500	μ A	
IIH1	Input Current to RST to Activate Reset		500	μ A	Vin < (VCC - 1.5V)
ICC	Power Supply Current: 8031/8051 8031AH/8051AH 8032AH/8052AH 8751H/8751H-12		160	mA	All Outputs Disconnected; $\overline{EA} = V_{CC}$
			125	mA	
			175	mA	
			250	mA	
CIO	Pin Capacitance		10	pF	test freq = 1MHz

*Note: Capacitive loading on Ports 0 and 2 may cause spurious noise pulses to be superimposed on the VOLs of ALE and Ports 1 and 3. The noise is due to external bus capacitance discharging into the Port 0 and Port 2 pins when these pins make 1-to-0 transitions during bus operations. In the worst cases (capacitive loading > 100 pF), the noise pulse on the ALE line may exceed 0.8V. In such cases it may be desirable to qualify ALE with a Schmitt Trigger, or use an address latch with a Schmitt Trigger STROBE input.

NEC
NEC Electronics Inc.

μPD43256
32,768 x 8-BIT
STATIC MIX-MOS RAM

Revision 1

Description

The μPD43256 is a high-speed, low-power, 32,768-word by 8-bit static MIX-MOS RAM fabricated with advanced silicon-gate MIX-MOS technology. The μPD43256 is a low standby power device using n-channel memory cells with polysilicon resistors. Furthermore, a novel circuitry technique makes the μPD43256 a high-speed and low operating power device which requires no clock or refreshing to operate.

Minimum standby power is drawn by this device when CS is at a high level, independently of the other inputs' levels.

Data retention is guaranteed at a power supply voltage as low as 2 V (μPD43256-10L/12L/15L).

The μPD43256C is packaged in a standard 28-pin plastic dual-in-line package.

The μPD43256G is packaged in a standard 28-pin plastic miniflat (SOP) package.

Features

- Single +5 V supply
- Fully static operation — no clock or refreshing required
- TTL-compatible — all inputs and outputs
- Common I/O using three-state output
- One Chip Select and one Output Enable input for easy application
- Data retention voltage — μPD43256-10L/12L/15L: 2 V min
- Standard 28-pin plastic DIP and miniflat (SOP) packages

Performance Ranges

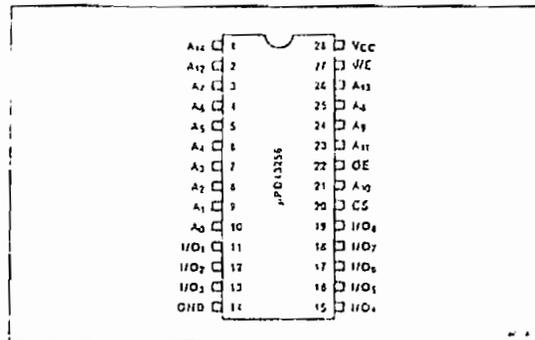
Device	Access Time	Cycle Time	Power Supply (Max)	
			Active	Standby
μPD43256-10	100 ns	100 ns	70 mA	2 mA
μPD43256-12	120 ns	120 ns	70 mA	2 mA
μPD43256-15	150 ns	150 ns	70 mA	2 mA
μPD43256-10L	100 ns	100 ns	70 mA	100 μA
μPD43256-12L	120 ns	120 ns	70 mA	100 μA
μPD43256-15L	150 ns	150 ns	70 mA	100 μA

Capacitance

T_A = 25°C, f = 1 MHz

Parameter	Symbol	Umfls.			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
Input capacitance	C _{IN}			5	pF	V _{IN} = 0 V
Input/output capacitance	C _{IO}			5	pF	V _{I/O} = 0 V

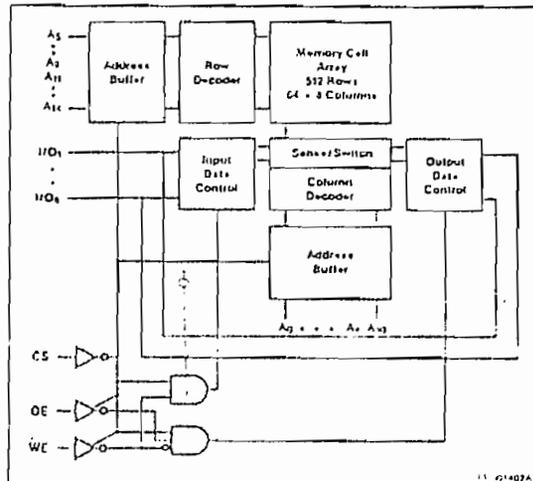
Pin Configuration



Pin Identification Table

No.	Symbol	Function
1-10, 21, 23-26	A ₀ -A ₁₄	Address input
11-13, 15-19	I/O ₀ -I/O ₇	Data input/output
14	GND	Ground
20	CS	Chip select
22	OE	Output enable
27	WE	Write enable
28	VCC	Power (+5 V)

Block Diagram



μPD43256

Absolute Maximum Ratings

Power supply voltage, V_{CC}	-0.5[1] to 7.0 V
Input voltage, V_{IH}	-0.5[1] to $V_{CC} + 0.5$ V
Output voltage, $V_{I/O}$	-0.5[1] to $V_{CC} + 0.5$ V
Operating temperature, T_{op}	0 to 70°C
Storage temperature, T_{STG}	-55 to 125°C
Power dissipation, P_D	0 W

Note: [1] - 3.0 V min (pulse width 50 ns)

Comment: Exposing the device to stresses above those listed in Absolute Maximum Ratings could cause permanent damage. The device is not meant to be operated under conditions outside the limits described in the operational sections of this specification. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Recommended DC Operating Conditions

$T_A = 0$ to 70°C

Parameter	Symbol	Limits			Unit
		Min	Typ	Max	
Supply voltage	V_{CC}	4.5	5.0	5.5	V
Input low voltage	V_{IL}	-0.3[1]		0.8	V
Input high voltage	V_{IH}			$V_{CC} + 0.5$	V

Note: [1] - 3.0 V min (pulse width 50 ns)

DC Characteristics

$T_A = 0$ to 70°C, $V_{CC} = 5 V \pm 10\%$

Parameter	Symbol	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
Input leakage current	I_{LI}			1	μA	$V_{IH} = 0$ to V_{CC}
I/O leakage current	I_{LO}			1	μA	$V_{I/O} = 0$ to V_{CC} $CS > V_{IH}$ or $OE > V_{IH}$ or $WE < V_{IL}$
Operating supply current	I_{CCA}		Note 1	70	mA	$CS < V_{IL}$, Min Cycle $I_{I/O} = 0$
Standby supply current	I_{SB}			Note 2	mA	$CS > V_{IH}$
Standby supply current	I_{SBI}		Note 3	Note 3	mA	$CS > V_{CC} - 0.2 V$
Output low voltage	V_{OL}			0.4	V	$I_{OL} = 2$ mA
Output high voltage	V_{OH}	2.4			V	$I_{OH} = -1$ mA

- Notes: [1] μPD43256-10/10L: 35 mA typ
 μPD43256-12/12L: 30 mA typ
 μPD43256-15/15L: 25 mA typ
 [2] μPD43256-10/12/15: 5 mA max
 μPD43256-10L/12L/15L: 3 mA max
 [3] μPD43256-10/12/15: 20 μA typ, 2 mA max
 μPD43256-10L/12L/15L: 2 μA typ, 100 μA max

AC Characteristics

$T_A = 0$ to 70°C, $V_{CC} = 5 V \pm 10\%$

Parameter	Symbol	μPD43256-10/10L		μPD43256-12/12L		μPD43256-15/15L		Unit
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
Read Cycle								
Read cycle time	t_{RC}	100		120		150		ns
Address access time	t_{AA}		100		120		150	ns
Chip select access time	t_{ACS}		100		120		150	ns
Output enable to output valid	t_{OE}		50		50		70	ns
Output hold from address change	t_{OH}	10		10		10		ns
Chip select to output in Lo-Z	t_{CLZ}	10		10		10		ns
Output enable to output in Lo-Z	t_{OLZ}	0		0		5		ns
Chip select to output in Hi-Z	t_{CHZ}		35		40		50	ns
Output enable to output in Hi-Z	t_{OHZ}		35		40		50	ns
Write Cycle								
Write cycle time	t_{WC}	100		120		150		ns
Chip select to end of write	t_{CW}	80		85		100		ns
Address valid to end of write	t_{AW}	80		85		100		ns
Address setup time	t_{AS}	0		0		0		ns
Write pulse width ²⁾	t_{WP}	70		70		90		ns
Write recovery time	t_{WR}	5		5		5		ns
Data valid to end of write	t_{DW}	40		50		60		ns
Data hold time	t_{DH}	0		0		0		ns
Write enable to output in Hi-Z	t_{WHZ}		35		40		50	ns
Output active from end of write	t_{OW}	10		10		10		ns

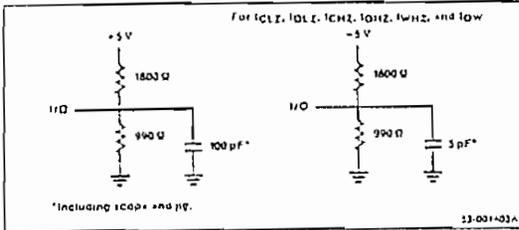
AC Test Conditions

Input pulse levels	0.8 to 2.2 V
Input pulse rise and fall time	5 ns
Timing reference levels	1.5 V

Truth Table

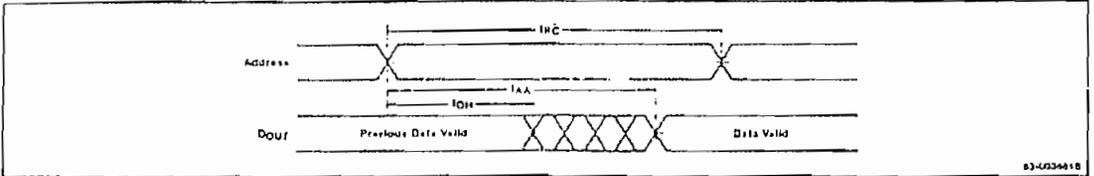
CS	OE	WE	MODE	I/O	I_{CC}
H	X	X	Not selected	Hi-Z	Standby
L	H	H	Not selected	Hi-Z	Active
L	L	H	Read	Output	Active
L	X	L	Write	Output	Active

AC Test Circuits

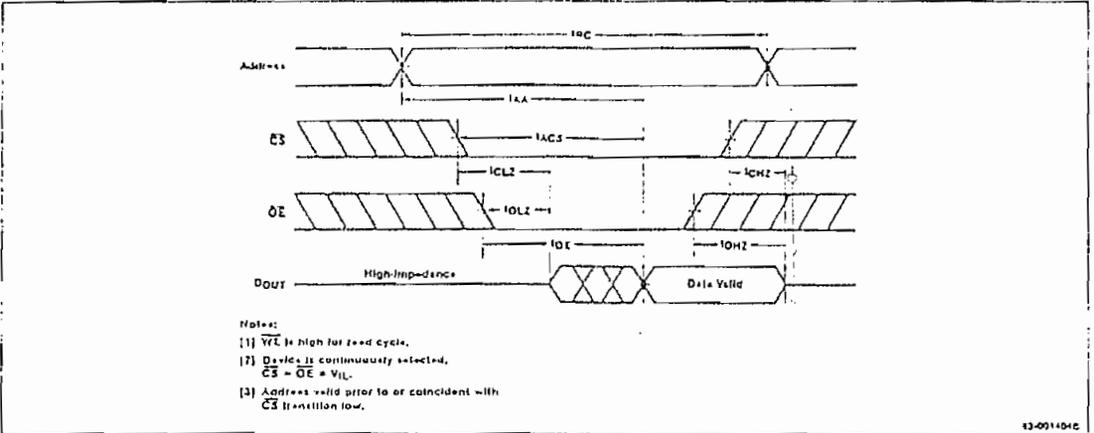


Timing Waveforms

Read Cycle No. 1 (Address Access) (Notes 1, 2)



Read Cycle No. 2 (Chip Select Access) (Notes 1, 3)

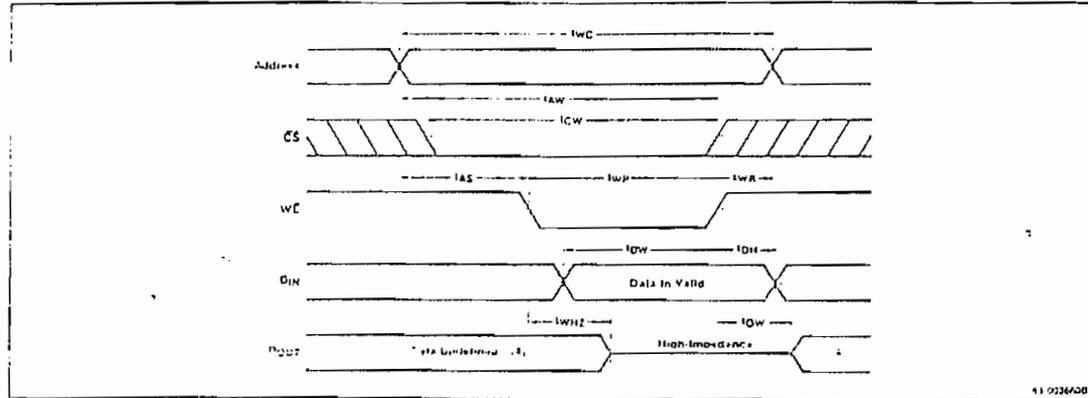


7

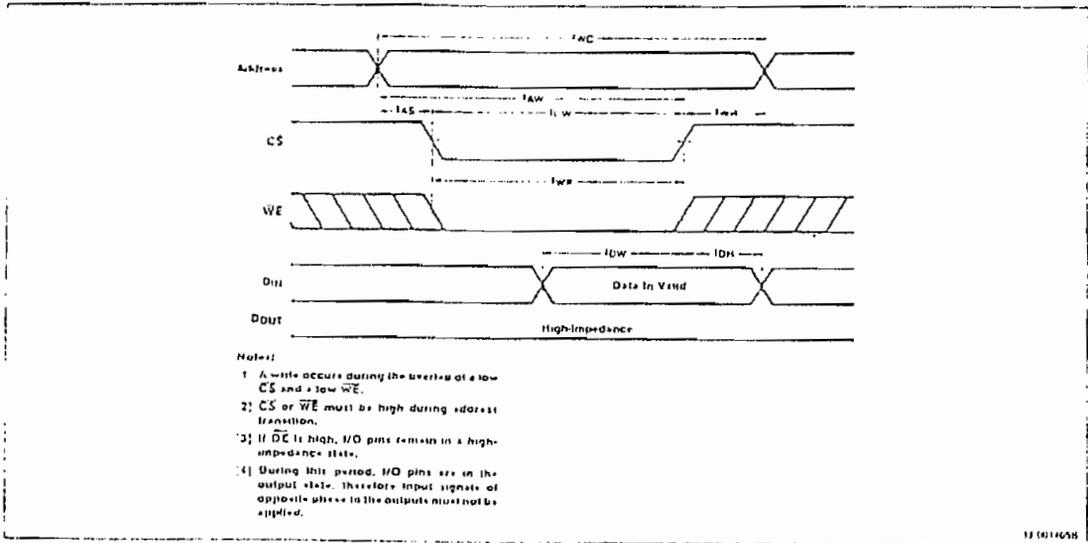
μ PD43256

Timing Waveforms (Cont)

Write Cycle No. 1 (\overline{WE} Controlled) (Notes 1, 2, 3)



Write Cycle No. 2 (\overline{CS} Controlled) (Notes 1, 2)



ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 8-Bit μ P Compatible A/D Converters

General Description

The ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804 are CMOS 8-bit, successive approximation A/D converters which use a modified potentiometric ladder—similar to the 256R products. They are designed to meet the NSC MICROBUS™ standard to allow operation with the 8080A control bus, and TRI-STATE® output latches directly drive the data bus. These A/Ds appear like memory locations or I/O ports to the microprocessor and no interfacing logic is needed.

A new differential analog voltage input allows increasing the common-mode rejection and offsetting the analog zero input voltage value. In addition, the voltage reference input can be adjusted to allow encoding any smaller analog voltage span to the full 8 bits of resolution.

Features

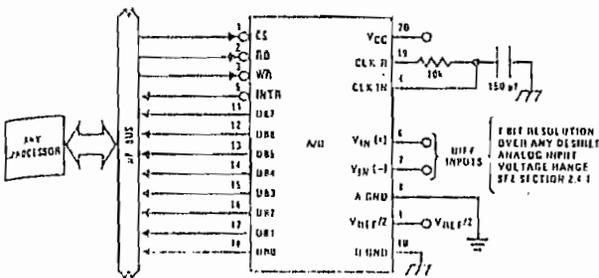
- MICROBUS (8080A) compatible—no interfacing logic needed
- Easy interface to all microprocessors, or operates "stand alone"

- Differential analog voltage inputs
- Logic inputs and outputs meet TTL voltage level specifications
- Works with 2.5V (LM336) voltage reference
- On-chip clock generator
- 0V to 5V analog input voltage range with single 5V supply
- No zero adjust required
- 0.3" standard width 20-pin DIP package

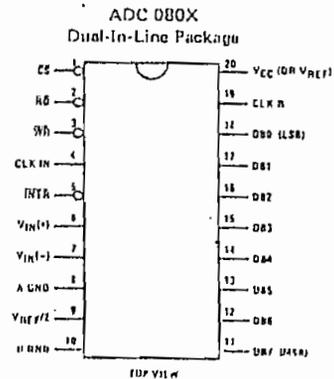
Key Specifications

- Resolution 8 bits
- Total error $\pm 1/4$ LSB, $\pm 1/2$ LSB and ± 1 LSB
- Conversion time 100 μ s
- Access time 135 ns
- Single supply 5 VDC
- Operates ratiometrically or with 5 VDC, 2.5 VDC, or analog span adjusted voltage reference

Typical Application



Connection Diagram



ADC0801, ADC0802, ADC0803, ADC0804

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

Supply Voltage (V_{CC}) (Note 3) 6.5V
 Voltage at Any Input -0.3V to (V_{CC} +0.3V)
 Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Package Dissipation at T_A = 25°C 875 mW
 Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) 300°C

Operating Ratings (Notes 1 and 2).

Temperature Range (Note 1) T_{MIN} ≤ T_A ≤ T_{MAX}
 ADC0801/02/03 LD -55°C ≤ T_A ≤ 125°C
 ADC0801/02/03/04 LCD 40°C ≤ T_A ≤ 125°C
 ADC0801/02/03/04 LCN 0°C ≤ T_A ≤ 70°C
 Range of V_{CC} (Note 1) 4.5 VDC to 6.3V

Electrical Characteristics

Converter Specifications:
 V_{CC} = 5 VDC, V_{REF/2} = 2.500 VDC, T_{MIN} ≤ T_A ≤ T_{MAX} and f_{CLK} = 640 kHz unless otherwise stated.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
ADC0801: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj.			±1/4	LSB
ADC0802: Total Unadjusted Error (Note 8)	Completely Unadjusted			±1/2	LSB
ADC0803: Total Adjusted Error (Note 8)	With Full-Scale Adj.			±1/2	LSB
ADC0804: Total Unadjusted Error (Note 8)	Completely Unadjusted			±1	LSB
V _{REF/2} Input Resistance	Input Resistance at Pin 9	1.0	1.3		Ω
Analog Input Voltage Range	(Note 4) V(+) or V(-)	Gnd-0.05		V _{CC} +0.05	VDC
DC Common-Mode Rejection	Over Analog Input Voltage Range		±1/16	±1/8	LSB
Power Supply Sensitivity	V _{CC} = 5 VDC ±10% Over Allowed V _{IN} (+) and V _{IN} (-) Voltage Range (Note 4)		±1/16	±1/8	LSB

Electrical Characteristics

Timing Specifications: V_{CC} = 5 VDC, and T_A = 25°C unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f _{CLK}	Clock Frequency V _{CC} = 6V, (Note 5) V _{CC} = 5V	100 100	640 640	1280 800	Hz
T _C	Conversion Time (Note 6)	66		73	μs
CR	Conversion Rate In Free-Running Mode INTH tied to WR with CS = 0 VDC, f _{CLK} = 640 kHz			8770	conversions
t _{W(WR)}	Width of WR Input (Start Pulse Width) CS = 0 VDC (Note 7)	100			ns
t _{ACC}	Access Time (Delay from Falling Edge of HD to Output Data Valid) (Use Bus Driver IC for Larger C _L)		135	200	ns
t _{HL, tOH}	TRI-STATE Control (Delay from Rising Edge of RD to Hi Z State) C _L = 10 pF, R _L = 10k (See FRU STATE Test Circuits)		125	250	ns
t _{WI}	Delay from Falling Edge of WR to Reset of INTH		300	450	ns
C _{IN}	Input Capacitance of Logic Control Inputs		5	7.5	pF
C _{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance (Data Buffers)		5	7.5	pF

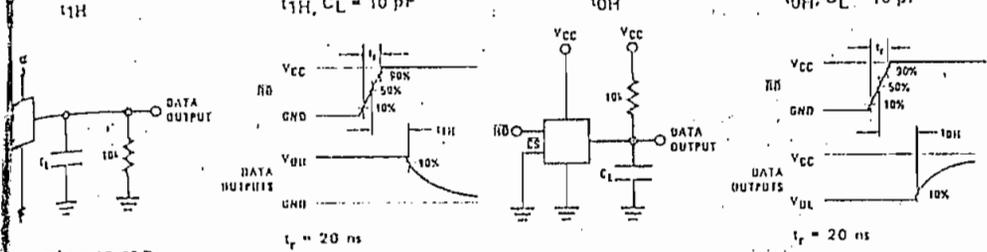
Electrical Characteristics

Level and DC Specifications:
 $V_{CC} = 5\text{ VDC}$ and $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$, unless otherwise noted.

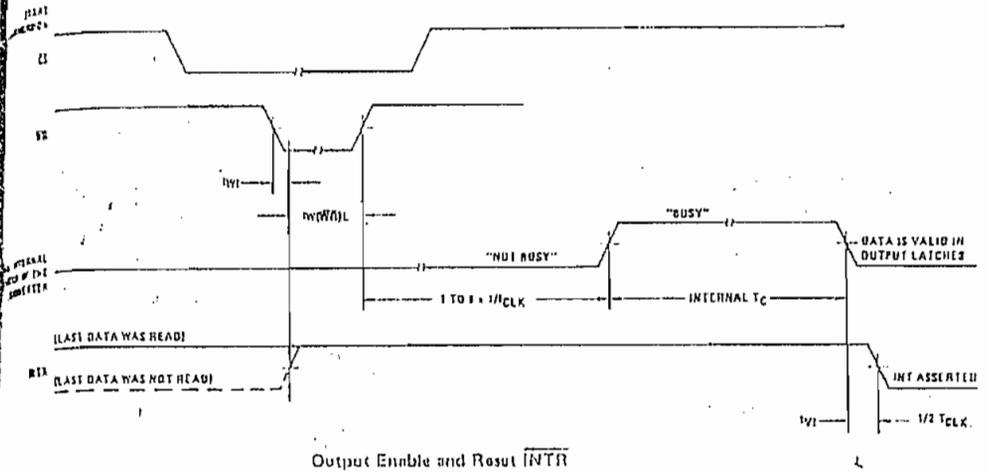
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
CONTROL INPUTS (Note: CLK IN (pin 4) is the input of a Schmitt trigger circuit and is therefore specified separately)					
V _{OH} (1) Logical "1" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V _{CC} = 5.25 VDC	2.0		15	VDC
V _{OL} (1) Logical "0" Input Voltage (Except Pin 4 CLK IN)	V _{CC} = 4.75 VDC			0.8	VDC
V _{T+} CLK IN (Pin 4) Positive Going Threshold Voltage		2.7	3.1	3.5	VDC
V _{T-} CLK IN (Pin 4) Negative Going Threshold Voltage		1.5	1.8	2.1	VDC
V _H CLK IN (Pin 4) Hysteresis (V _{T+}) - (V _{T-})		0.6	1.3	2.0	VDC
I _{OH} (1) Logical "1" Input Current (All Inputs)	V _{IN} = 5 VDC		0.005	1	μADC
I _{OL} (1) Logical "0" Input Current (All Inputs)	V _{IN} = 0 VDC	-1	-0.005		μADC
I _{CC} Supply Current (Includes Ladder Current)	f _{CLK} = 640 kHz, T _A = 25°C and CS = "1"		1.3	2.5	mA
DATA OUTPUTS AND INPUTS					
V _{OUT} (0) Logical "0" Output Voltage	I _O = 1.6 mA V _{CC} = 4.75 VDC			0.4	VDC
V _{OUT} (1) Logical "1" Output Voltage	I _O = -360 μA V _{CC} = 4.75 VDC	2.4			VDC
V _{OUT} TRI-STATE Disabled Output Leakage (All Data Buffers)	V _{OUT} = 0 VDC V _{OUT} = 5 VDC	-3		3	μADC μADC
I _{OSOURCE} Output Short Circuit Current	T _A = 25°C V _{OUT} Short to Gnd	4.5	6		mAADC
I _{SINK}	V _{OUT} Short to V _{CC}	9.0	16		mAADC

- Note 1: Absolute maximum ratings are those values beyond which the life of the device may be impaired.
- Note 2: All voltages are measured with respect to Gnd, unless otherwise specified. The separate A Gnd point should always be wired to the (D) Gnd.
- Note 3: A Zener diode exists, internally, from V_{CC} to Gnd and has a typical breakdown voltage of 7 VDC.
- Note 4: For V_{IN(-)} - V_{IN(+)} the digital output code will be 0000 0000. Two on-chip diodes are tied to each analog input (see block diagram) which will forward conduct for analog input voltages one diode drop below ground or one diode drop greater than the V_{CC} supply. Be careful, during testing at low V_{CC} levels (4.5V), as high level analog inputs (5V) can cause this input diode to conduct - especially at elevated temperatures, and cause errors for analog inputs near full scale. The spec allows 50 mV forward bias of either diode. This means that as long as the analog V_{IN} does not exceed the supply voltage by more than 50 mV, the output code will be correct. To achieve an absolute 0 VDC to 5 VDC input voltage range will therefore require a minimum supply voltage of 4.950 VDC over temperature variations, initial tolerance and loading.
- Note 5: With V_{CC} = 5V, the digital logic interfaces are no longer TTL compatible.
- Note 6: With an asynchronous start pulse, up to 8 clock periods may be required before the internal clock phases are proper to start the conversion process.
- Note 7: The CS input is assumed to bracket the WR1 strobe input and therefore timing is dependent on the WR1 pulse width. An arbitrarily wide pulse width will hold the converter in a reset mode and the start of conversion is initiated by the low to high transition of the WR1 pulse (see timing diagram).
- Note 8: None of these A/Ds requires a zero adjust. However, if an all zero code is desired for an analog input other than 0.0V, or if a narrow full-scale span exists (for example: 0.5V to 4.0V full-scale) the V_{IN(-)} input can be adjusted to achieve this. See section 2.5 and Figure 19.

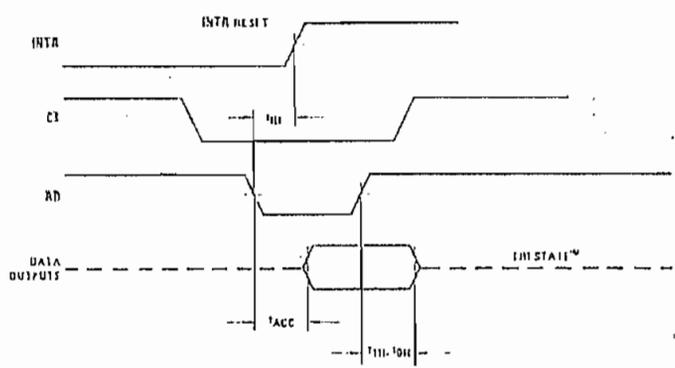
STATE Test Circuits and Waveforms



Timing Diagrams



Output Enable and Reset INTR



Note: All timing is measured from the 50% voltage points.

UNDERSTANDING A/D ERROR SPECS

A perfect A/D transfer characteristic (staircase waveform) is shown in Figure 1a. The horizontal scale is analog input voltage and the particular points labeled are steps of 1 LSB (19.53 mV with 2.5V tied to the VREF/2 pin). The digital output codes which correspond to these inputs are shown as D-1, D, and D+1. For a perfect A/D, not only will center-value (A-1, A, A+1, . . .) analog inputs produce the correct output

digital codes, but also each riser (the transitions between adjacent output codes) will be located 1/2 LSB away from each center-value. As shown, the risers are ideal and have no width. Correct digital output codes will be provided for a range of analog input voltages which extend 1/2 LSB from the ideal center-values. Each tread (the range of analog input voltage which provides the same digital output code) is therefore 1 LSB wide.

LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

- ▣ Adjustable duty cycle
- ▣ Output can source or sink 200 mA
- ▣ Output and supply TTL compatible
- ▣ Temperature stability better than 0.005% per °C
- ▣ Normally on and normally off output

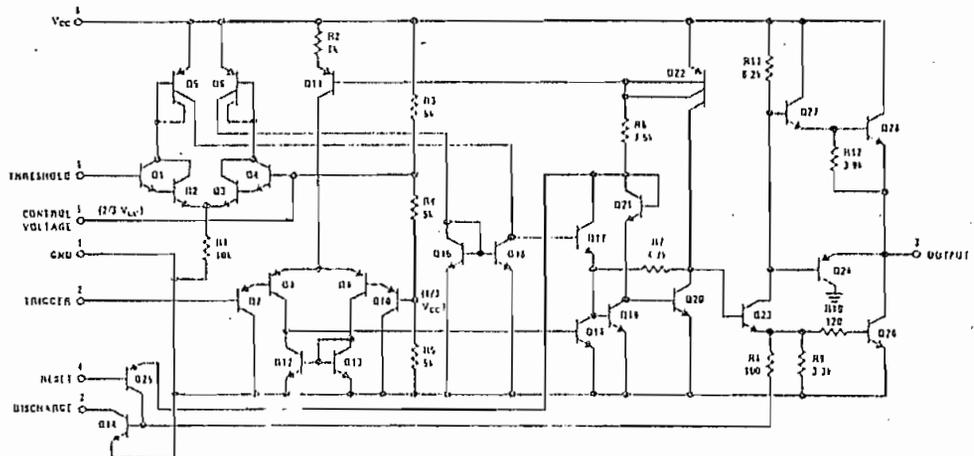
Features

- ▣ Direct replacement for SE555/NE555
- ▣ Timing from microseconds through hours
- ▣ Operates in both astable and monostable modes

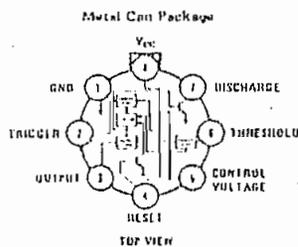
Applications

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

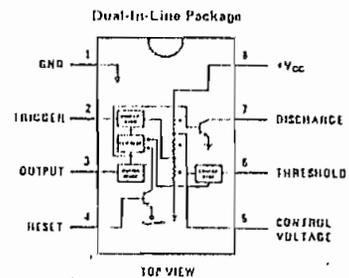
Schematic Diagram



Connection Diagrams



Order Number LM555H, LM555CH
See NS Package 110BC



Order Number LM555CN
See NS Package NOBB
Order Number LM555J or LM555CJ
See NS Package JOBA

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	±18V
Power Dissipation (Note 1)	600 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
LM555	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Electrical Characteristics ($T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15\text{V}$, unless otherwise specified)

PARAMETER	CONDITIONS	LIMITS					
		LM555			LM555C		
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX
Supply Voltage		15		18	4.5		16
Supply Current	$V_{CC} = 5\text{V}$, $I_O = 0$ $V_{CC} = 15\text{V}$, $I_O = 0$ (Low State) (Note 2)		3 10	5 17		3 10	6 15
Timing Error, Monostable							
Initial Accuracy			0.5	2		1	
Drift with Temperature	$R_A, R_B = 1\text{k}$ to 100k $C = 0.1\mu\text{F}$, (Note 3)		30			50	
Accuracy over Temperature			1.5	3.0		1.5	
Drift with Supply			0.05	0.2		0.1	
Timing Error, Astable							
Initial Accuracy			1.5	5		2.25	7
Drift with Temperature			90			150	
Accuracy over Temperature			2.5			3.0	
Drift with Supply			0.15	0.2		0.30	0.5
Threshold Voltage			0.667			0.667	
Trigger Voltage	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	4.8 1.65	5 1.67	5.2 1.9		5 1.67	
Trigger Current			0.01	0.5		0.5	0.5
Reset Voltage		0.4	0.5	1	0.4	0.5	1
Reset Current			0.1	0.3		0.1	0.3
Threshold Current	(Note 4)		0.1	0.25		0.1	0.25
Control Voltage Level	$V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	9.6 2.9	10 3.33	10.4 3.8	9 2.6	10 3.33	11 4
Pin 7 Leakage Output High			1	100		1	100
Pin 7 Sat (Note 5)							
Output Low	$V_{CC} = 15\text{V}$, $I_L = 15\text{ mA}$		150			150	
Output Low	$V_{CC} = 4.5\text{V}$, $I_L = 4.5\text{ mA}$		70	100		80	200
Output Voltage Drop (Low)	$V_{CC} = 15\text{V}$ $I_{Omax} = 10\text{ mA}$ $I_{Omax} = 50\text{ mA}$ $I_{Omax} = 100\text{ mA}$ $I_{Omax} = 200\text{ mA}$ $V_{CC} = 5\text{V}$ $I_{Omax} = 0\text{ mA}$ $I_{Omax} = 5\text{ mA}$		0.1 0.4 2 2.5	0.15 0.5 2.2		0.1 0.4 2 2.5	0.25 0.75 2.5 0.25
Output Voltage Drop (High)	$I_{Omax} = 200\text{ mA}$, $V_{CC} = 15\text{V}$ $I_{Omax} = 100\text{ mA}$, $V_{CC} = 15\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	11 7	12.5 13.3 3.2		12.75 2.75	12.5 13.3 3.3	
Rise Time of Output			100			100	
Fall Time of Output			100			100	

Note 1: For operating at elevated temperatures the device must be derated based on a +150°C maximum junction temperature and a θ_{JA} resistance of +45°C/W junction to case for TO-5 and +150°C/W junction to ambient for both packages.

Note 2: Supply current when output high (typically 1 mA less at $V_{CC} = 15\text{V}$).

Note 3: Tested at $V_{CC} = 5\text{V}$ and $V_{CE} = 15\text{V}$.

Note 4: This will determine the maximum value of $R_A + R_B$ for 15V operation. The maximum total ($R_A + R_B$) is 20 M Ω .

Note 5: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

LM124/LM224/LM324, LM124A/LM224A/LM324A, LM2902
Low Power Quad Operational Amplifiers

General Description

The LM124 series consists of four independent, high gain, internally frequency compensated operational amplifiers which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, the LM124 series can be directly operated off the standard $\pm 15 V_{DC}$ power supply voltage which is used in digital systems and will easily provide the required interface electronics without requiring the additional $\pm 15 V_{DC}$ power supplies.

Unique Characteristics

- In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.
- The unity gain cross frequency is temperature compensated.
- The input bias current is also temperature compensated.

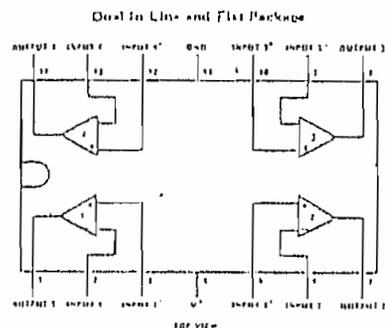
Advantages

- Eliminates need for dual supplies
- Four internally compensated op amps in a single package
- Allows directly sensing near GND and V_{OUT} also goes to GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

Features

- Internally frequency compensated for unity gain
- Large dc voltage gain 100 dB
- Wide bandwidth (unity gain) 1 MHz (temperature compensated)
- Wide power supply range:
 - Single supply $3 V_{DC}$ to $30 V_{DC}$
 - or dual supplies $\pm 1.5 V_{DC}$ to $\pm 15 V_{DC}$
- Very low supply current drain (800 μ A) -- essentially independent of supply voltage (1 mW/op amp at $\pm 15 V_{DC}$)
- Low input biasing current 45 nA $_{DC}$ (temperature compensated)
- Low input offset voltage 2 mV $_{DC}$ and offset current 5 nA $_{DC}$
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing $0 V_{DC}$ to $V^+ - 1.5 V_{DC}$

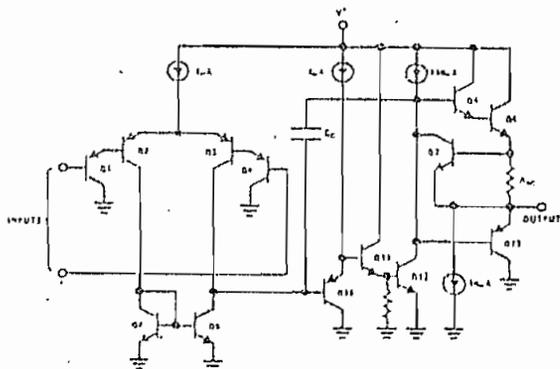
Connection Diagram



Order Number: LM124J, LM124AJ,
 LM224J, LM224AJ, LM324J,
 LM324AJ or LM7402J
 \bar{N} -- NS Package J14A

Order Number: LM324N, LM324AN
 or LM7402N
 See NS Package N14A

Schematic Diagram (Each Amplifier)



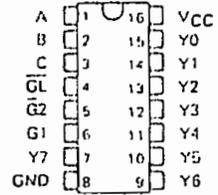
TYPES SN54LS137, SN74LS137 3-LINE TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS WITH ADDRESS LATCHES

DATE LINE 1978, REVISED DECEMBER 1983

- Combines Decoder and 3-Bit Address Latch
- Incorporates 2 Enable Inputs to Simplify Cascading
- Low Power Dissipation . . . 65 mW Typ

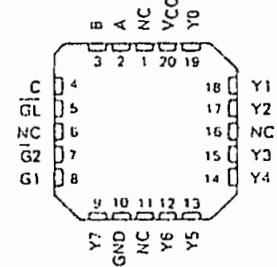
SN54LS137 . . . J OR W PACKAGE
SN74LS137 . . . D, J OR H PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS137 . . . FK PACKAGE
SN74LS137 . . . FN PACKAGE

(TOP VIEW)

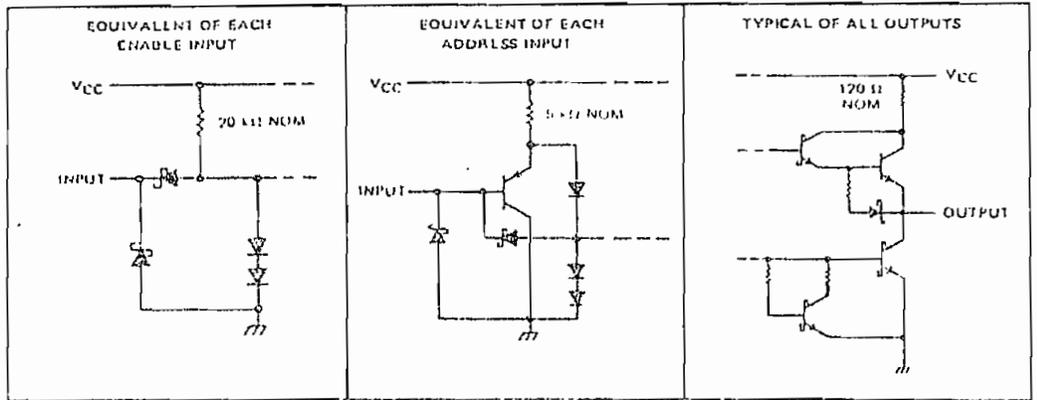


NC = No internal connection.

description

The 'LS137 is a three-line to eight-line decoder/demultiplexer with latches on the three address inputs. When the latch-enable input (\overline{GL}) is low, the 'LS137 acts as a decoder/demultiplexer. When \overline{GL} goes from low to high, the address present at the select inputs (A, B, and C) is stored in the latches. Further address changes are ignored as long as \overline{GL} remains high. The output enable controls, G1 and $\overline{G2}$, control the state of the outputs independently of the select or latch-enable inputs. All of the outputs are high unless G1 is high and $\overline{G2}$ is low. The 'LS137 is ideally suited for implementing glitch-free decoders in strobed (stored address) applications in bus-oriented systems.

schematics of inputs and outputs



PRODUCTION DATA

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

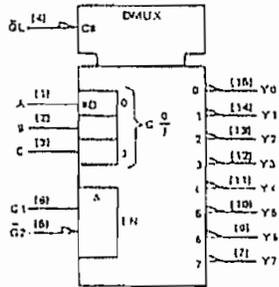
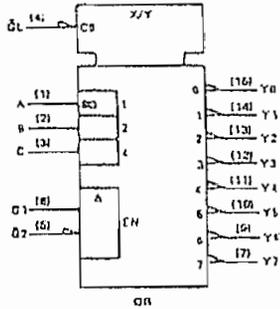
TEXAS
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 225617 • DALLAS, TEXAS 75265

3-523

TYPES SN54LS137, SN74LS137
 3-LINE TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS
 WITH ADDRESS LATCHES

logic symbols



Pin numbers shown on logic notation are for D, J or N packages.

FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS									
ENABLE			SELECT										
GL	G1	G2	C	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
L	H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	H	L	X	X	X	Output corresponding to stored address, L; all others, H							

H = high level, L = low level, X = irrelevant



TTL DEVICES

TYPES SN54LS137, SN74LS137
3-LINE TO 8-LINE DECODERS/DEMULTIPLEXERS
WITH ADDRESS LATCHES

recommended operating conditions

	SN54LS137			SN74LS137			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High level output current, I_{OH}			-400			-400	μ A
Low level output current, I_{OL}			4			8	mA
Width of enabling pulse at G _L , t_w	15			15			ns
Setup time at A, B, and C inputs, t_{SU}	10			10			ns
Hold time at A, B, and C inputs, t_H	10			10			ns
Operating free-air temperature, T_A	-55	125		0	70		$^{\circ}$ C

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

PARAMETER	TEST CONDITIONS ¹	SN54LS137			SN74LS137			UNIT
		MIN	TYP ²	MAX	MIN	TYP ²	MAX	
V_{IH} High-level input voltage		2			2			V
V_{IL} Low-level input voltage			0.7			0.8		V
V_{IK} Input clamp voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5			-1.5	V
V_{OH} High-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$, $I_{OH} = -100 \mu\text{A}$	2.5	3.5		2.7	3.5		V
V_{OL} Low-level output voltage	$V_{CC} = \text{MIN.}$, $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ $V_{IL} = V_{IL \text{ max.}}$		0.25	0.4		0.25	0.4	V
I_I Input current at maximum input voltage	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 2 \text{ V}$		0.1			0.1		mA
I_{IH} High-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 2.7 \text{ V}$		20			20		μ A
I_{IL} Low-level input current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$		0.4			-0.4		mA
I_{OS} Short-circuit output current	$V_{CC} = \text{MAX.}$	20	-100		-20	-100		mA
I_{CC} Supply current	$V_{CC} = \text{MAX.}$, See Note 2	11	18		11	18		mA

¹ For conditions shown as MIN or MAX use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

² All typical values are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

³ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short circuit should not exceed one second.

NOTE 2: I_{CC} is tested with all inputs grounded and all outputs open.

switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, see note 3

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	LEVELS OF DELAY	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	A, B, C	Y	2	$C_L = 15 \text{ pF.}$ $R_L = 2 \text{ k}\Omega$ See Note 3	11	17		ns
t_{PHL}			4		25	38		
t_{PLH}	A, B, C	Y	3		16	24		ns
t_{PHL}			3		19	29		
t_{PLH}	Enable G ₂	Y	2		13	21		ns
t_{PHL}			2		16	27		
t_{PLH}	Enable G ₁	Y	3		14	21		ns
t_{PHL}			3		18	27		
t_{PLH}	Enable G ₁	Y	3		18	27		ns
t_{PHL}			4		25	38		

t_{PLH} - propagation delay time, low to high level output

t_{PHL} - propagation delay time, high to low level output

NOTE 3: See General Information Section for load circuits and voltage waveforms.

TTL DEVICES

TYPES SN54LS240, SN54LS241, SN54LS244, SN54S240, SN54S241, SN54S244,
SN74LS240, SN74LS241, SN74LS244, SN74S240, SN74S241, SN74S244
OCTAL BUFFERS AND LINE DRIVERS WITH 3-STATE OUTPUTS

REVISED APRIL 1985

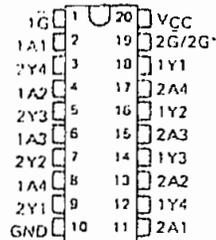
- 3-State Outputs Drive Bus Lines or Buffer Memory Address Registers
- PNP Inputs Reduce D-C Loading
- Hysteresis at Inputs Improves Noise Margins

description

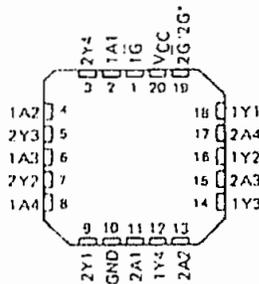
These octal buffers and line drivers are designed specifically to improve both the performance and density of three-state memory address drivers, clock drivers, and bus-oriented receivers and transmitters. The designer has a choice of selected combinations of inverting and noninverting outputs, symmetrical \bar{G} (active-low output control) inputs, and complementary \bar{G} and \bar{G} inputs. These devices feature high fan-out, improved fan-in, and 400-mV noise margin. The SN74LS' and SN74S' can be used to drive terminated lines down to 133 ohms.

The SN54' family is characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C . The SN74' family is characterized for operation from 0°C to 70°C .

SN54LS', SN54S' ... J PACKAGE
SN74LS', SN74S' ... DW, J OR N PACKAGE
(TOP VIEW)

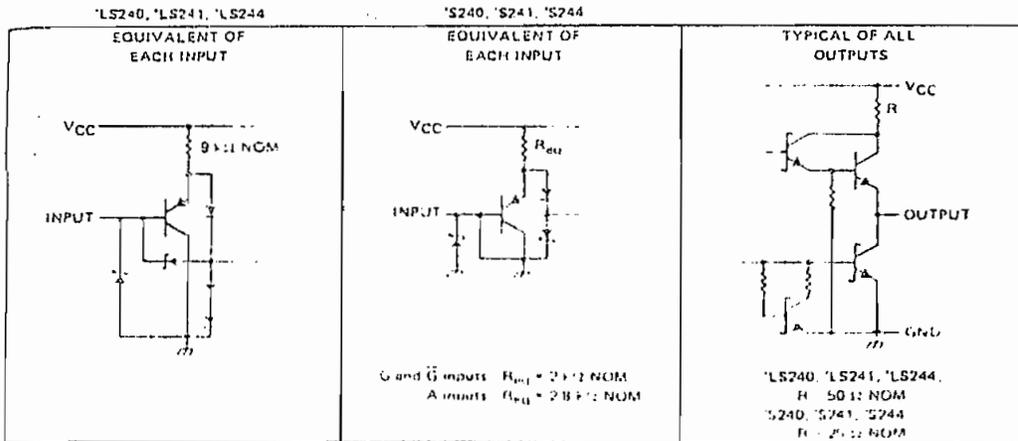


SN54LS', SN54S' ... FK PACKAGE
SN74LS', SN74S' ... FN PACKAGE
(TOP VIEW)



*2G for LS241 and S241 or 2G' for all other drivers

schematics of inputs and outputs



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

TEXAS INSTRUMENTS

MUST BE USED WITH 225012 • DALLAS, TEXAS 75201

3 817



TTL DEVICES

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

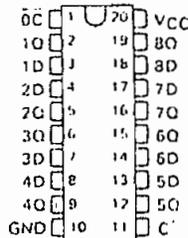
OCTAL D-TYPE TRANSPARENT LATCHES AND EDGE-TRIGGERED FLIP-FLOPS

OCTOBER 1975 REVISED APRIL 1981

- Choice of 8 Latches or 8 D-Type Flip-Flops In a Single Package
- 3-State Bus-Driving Outputs
- Full Parallel-Access for Loading
- Buffered Control Inputs
- Clock/Enable Input Has Hysteresis to Improve Noise Rejection ('S373 and 'S374)
- P-N-P Inputs Reduce D-C Loading on Data Lines ('S373 and 'S374)

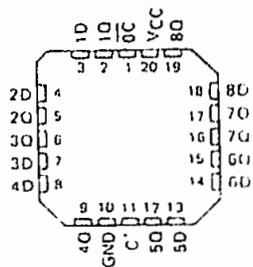
SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,
SN54S374 ... J PACKAGE
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373,
SN74S374 ... DW, J OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS373, SN54LS374, SN54S373,
SN54S374 ... FK PACKAGE
SN74LS373, SN74LS374, SN74S373,
SN74S374 ... FN PACKAGE

(TOP VIEW)



'LS373, 'S373
FUNCTION TABLE

OUTPUT ENABLE	ENABLE LATCH	D	OUTPUT
L	H	H	H
L	H	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

'LS374, 'S374
FUNCTION TABLE

OUTPUT ENABLE	CLOCK	D	OUTPUT
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q ₀
H	X	X	Z

description

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

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

'C for 'LS373 and 'S373, C₁ for 'LS374 and 'S374

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

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 225000 • DALLAS, TEXAS 75220

3 1021



TTL DEVICES



LM78XX series voltage regulators general description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

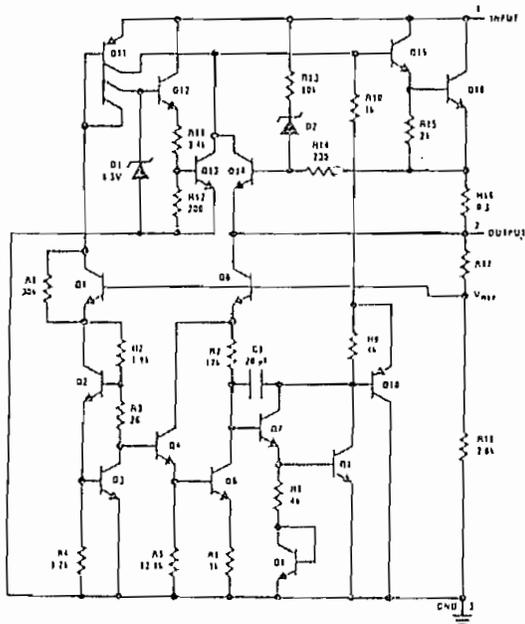
features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

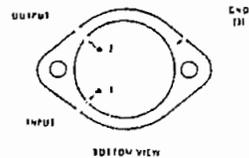
voltage range

LM7805C	5V	LM7812C	12V
LM7806C	6V	LM7815C	15V
LM7808C	8V	LM7818C	18V
LM7810C	10V	LM7824C	24V

schematic and connection diagrams



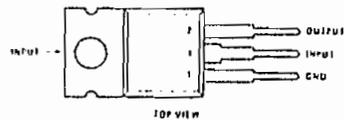
Metal Can Package
TO-3 (K)
Aluminum



Order Numbers:

LM7805CK	LM7812CK
LM7806CK	LM7815CK
LM7808CK	LM7818CK
LM7810CK	LM7824CK

Plastic Package
TO-220 (T)



Order Numbers:

LM7805CT	LM7812CT
LM7806CT	LM7815CT
LM7808CT	LM7818CT
LM7810CT	LM7824CT



Voltage Regulators

LM120 series three-terminal negative regulators

general description

The LM120 Series are three-terminal negative regulators with a fixed output voltage of $-5V$, $-5.2V$, $-6V$, $-8V$, $-9V$, $-12V$, $-15V$, $-18V$, and $-24V$ and up to 1.5A load current capability. These devices need only one external component—a compensation capacitor at the output, making them easy to apply. Worst case guarantees on output voltage deviation due to any combination of line, load or temperature variation assure satisfactory system operation.

Exceptional effort has been made to make the LM120 Series immune to overload conditions. The regulators have current limiting which is independent of temperature, combined with thermal overload protection. Internal current limiting protects against momentary faults while thermal shutdown prevents junction temperatures from exceeding safe limits during prolonged overloads.

Although primarily intended for fixed output voltage applications, the LM120 Series may be programmed for higher output voltages with a simple resistive divider. The low quiescent drain current of the devices allows this technique to be used with good regulation.

features

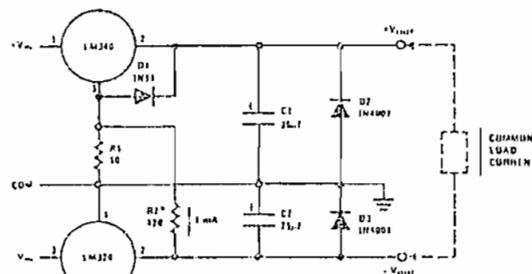
- ▣ Preset output voltage error less than $\pm 3\%$
- ▣ Preset current limit
- ▣ Internal thermal shutdown
- ▣ Operates with input-output voltage differential down to 1V
- ▣ Excellent ripple rejection
- ▣ Low temperature drift
- ▣ Easily adjustable to higher output voltage

120 Series Packages Available

DEVICE	PACKAGE	RATED POWER DISSIPATION	DESIGN LOAD CURRENT
LM120	TO-3	20W	1.5A
LM220	TO-5	2W	0.5A
LM320			
LM320T	TO-220	15W	1.5A
LM320MP	TO-202	7.5W	0.5A

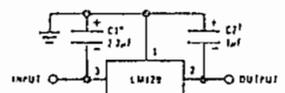
typical applications

Preventing Positive Regulator Latch Up



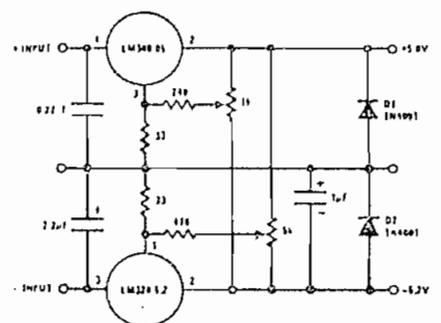
R1 & D1 allow the positive regulator to "start up" when V_{in} is delayed relative to V_{out} and a heavy load is drawn between the outputs. Without R1 & D1, most three-terminal regulators will start with heavy (0.1A-1A) load current flowing in the negative regulator, even though the positive output is changed by D1.
*R2 is optional. Ground pin current from the positive regulator flowing through R2 will increase V_{out} by 10 mV if R2 is omitted.

Fixed Regulator



*Required if regulator is operated from filter capacitor by more than 2" if no other series capacitor must be added. (See Note 10.)
†Required for stability. For values greater than 2.2µF, a high current diode from input to output (1N4001 or 1N4002) will protect the regulator from momentary input shorts.
‡For output capacitance in excess of 100µF, a high current diode from input to output (1N4001 or 1N4002) will protect the regulator from momentary input shorts.

Dual Trimmed Supply





Voltage Regulators

LM123/LM223/LM323 3 amp-5 volt positive regulator general description

These three-terminal positive regulators have a preset 5V output and a load driving capability of 3 amps. New circuit design and processing techniques are used to provide the high output current without sacrificing the regulation characteristics of lower current devices.

The 3 amp regulator is virtually blowout proof. Current limiting, power limiting, and thermal shutdown provide the same high level of reliability obtained with these techniques in the LM109 1 amp regulator.

No external components are required for operation of the LM123. If the device is more than 4 inches from the filter capacitor, however, a 1 μ F solid tantalum capacitor should be used on the input. A 0.1 μ F or larger capacitor may be used on the output to reduce load transient spikes created by fast switching digital logic, or to swamp out stray load capacitance.

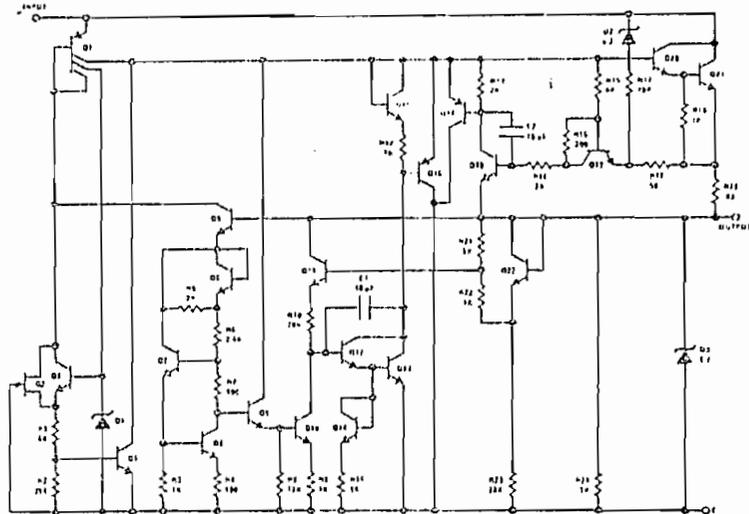
An overall worst case specification for the combined effects of input voltage, load currents, ambient temperature, and power dissipation ensure that the LM123 will perform satisfactorily as a system element.

Operation is guaranteed over the junction temperature range -55°C to +150°C. An electrically identical LM223 operates from 25°C to +150°C and the LM323 is specified from 0°C to +125°C junction temperature. A hermetic TO-3 package is used for high reliability and low thermal resistance.

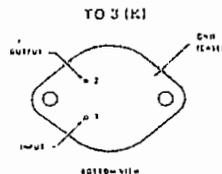
features

- 3 amp output current
- Internal current and thermal limiting
- 0.015 Ω typical output impedance
- 7.5 minimum input voltage
- 30W power dissipation

schematic diagram

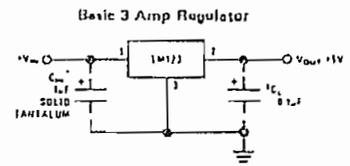


connection diagram



Order Number LM123K,
LM223K or LM323K

typical applications



* Required if LM123 is more than 4" from filter capacitor
† Regulator is stable with no load capacitor into resistive loads

BIBLIOGRAFIA

- SKILLING, H. H., "Electric Transmission Lines", Mc. Graw Hill Book Company, 1951.
- JOHNSON, W. C., "Transmission Lines and Networks", Mc. Graw Hill Book Company, 1950.
- CHIPMAN, R. A., "Líneas de transmisión", Mc. Graw Hill Book Company, 1971.
- RAMO, S., WHINNERY, J., VAN DUZER, T., "Fields and Waves in Communication Electronics", 1965.
- DRISCOLL, "Amplificadores Operacionales", Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1986.
- MILLMAN, J., "Electrónica Integrada", 1976.
- FINN, E. J., ALONSO, M., "Física Vol. II Campos y Ondas", Fondo Educativo Interamericano, S.A., 1976.
- NATIONAL SEMICONDUCTOR, "Voltage Regulator Handbook", 1977.
- NATIONAL SEMICONDUCTOR, "Linear Data Book", 1977.
- TEXAS INSTRUMENTS, "The TTL Data Book, Volume 2", 1985.
- SAMS, H. W. & CO., "Reference Data for Radio Engineers", I.T.T., 1977.
- MICROSOFT, "Programming in Basic", 1988.
- MICROSOFT. "QuickBASIC 4.0, Selected Topics", 1987.
- PHILIPS ECG, Inc., "ECG Semiconductor Master Replacement Guide", 1985.

- HEWLETT PACKARD., "Practical Transistors", 1986.
- INTEL, "Intel 8-bit Embedded Controller Handbook", 1987.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1362, UHF Oscillator. Instruction Manual", 1967.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1267-A, Regulated Power Supply. Operating Instructions", 1963.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1215-C, Unit Oscillator. Instruction Manual", 1968.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 874-LBA, Slotted Line. Operating Instructions", 1962.

- HEWLETT PACKARD., "Practical Transistors", 1986.
- INTEL, "Intel 8-bit Embedded Controller Handbook", 1987.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1362, UHF Oscillator. Instruction Manual", 1967.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1267-A, Regulated Power Supply. Operating Instructions", 1963.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 1215-C, Unit Oscillator. Instruction Manual", 1968.
- GENERAL RADIO COMPANY, "Type 874-LBA, Slotted Line. Operating Instructions", 1962.