

0868

RED AUTOMÁTICA MICROMETEOROLÓGICA

ERIC MORENO VILLALOBOS

T E S I S

PRESENTADA A LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE  
POSGRADO DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

COMO REQUISITO PARA OBTENER  
EL GRADO DE

MAESTRO EN INGENIERÍA  
( ELECTRÓNICA )

CIUDAD UNIVERSITARIA 1985



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



DEPFI

T. UNAM

1 9 8 5

MOR

RED AUTOMATICA MICROMETEOROLOGICA

Créditos asignados a la tesis 8 (ocho)

APROBADO POR EL JURADO

Presidente : DR. FRANCISCO GARCIA UGALDE  
Vocal : DR. ALEJANDRO VELASCO LEVY  
Secretario : M.EN C. MARIO PEÑA CABRERA  
Suplente : M.EN C. RAMON SOBERON KURI  
Suplente : M.EN C. CAUPOLICAN MUÑOZ GAMBOA

A MIS PADRES

Por el cariño, apoyo, comprensión y sabios consejos que siempre me han brindado.

A MI ESPOSA

Que con su amor y compañía me ha sabido ayudar a superar los momentos más difíciles.

A MIS HIJOS ERIC Y LAURA

A quienes espero dar la mejor ayuda posible, para que lleven a feliz término las metas que en el futuro se propongan.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Especialmente a los Doctores Alejandro Velasco Levy y Hector Haro Guzmán, así como al M. en C. Mario Peña Cabrera por sus consejos y ayuda en el desarrollo de mi preparación profesional.

# I N D I C E

## RED AUTOMATICA MICROMETEOROLOGICA

	Pág.
INTRODUCCION	
I. RED AUTOMATICA MICROMETEOROLOGICA	
I.1. PLANTEAMIENTO Y SOLUCION DEL PROBLEMA . . . . .	4
II. DISEÑO DEL SISTEMA DIGITAL DE ADQUISICION DE DATOS	
II.1. CARACTERISTICAS GENERALES . . . . .	9
II.2. CIRCUITOS ELECTRONICOS DEL SISTEMA . . . . .	15
II.3. PROGRAMA MONITOR PARA ADQUISICION MODULACION Y GRABACION DE DATOS . . . . .	47
III. SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION	
III.1. DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE DATOS . . . . .	76
III.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LAS CINTAS MAGNETICAS . . . . .	78
III.2.1. PROGRAMA EN LENGUAJE DE MAQUINA PARA CAPTACION DE DATOS . . . . .	79
III.2.2. PROGRAMA PARA IMPRESION Y DESPLIE GUE DE DATOS . . . . .	99
III.2.3. CONVERSION DE UNIDADES . . . . .	104

	Pág.
IV. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA RED . . . . .	112
CONCLUSIONES . . . . .	128
BIBLIOGRAFIA . . . . .	130
ANEXOS	
ANEXO I. LISTADOS DE PROGRAMAS EN LENGUAJE DE MAQUINA Y BASIC . . . . .	134
ANEXO II. FUENTE DE PODER . . . . .	151
ANEXO III. DETERMINACION DE POLINOMIOS POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS . . . . .	160

## INTRODUCCION

En este trabajo se describe la implementación de una red micrometeorológica capaz de efectuar muestras de la velocidad, dirección y temperatura del aire a intervalos de tiempo predeterminados, con la finalidad de formar un banco de datos meteorológicos que pueda ser aplicado a modelos matemáticos de dispersión de contaminantes en la atmósfera de la ciudad de México.

La importancia de esta red radica en la necesidad de poder alcanzar en el futuro un nivel de contaminación atmosférica que sea aceptable a los habitantes de la zona urbana, estableciendo alguna estrategia de control sobre las fuentes de contaminación atmosférica ya existentes, y una estrategia de desarrollo urbano para situar en forma adecuada las futuras fuentes de contaminación.

Las estrategias óptimas, para la reducción del nivel de contaminantes atmosféricos con un costo mínimo, pueden determinarse sólo mediante el uso de un modelo matemático que pueda predecir con exactitud, la concentración de contaminantes atmosféricos que se tendría al llevarse a cabo reglamentos de desarrollo urbano, y estrategias de control de las fuentes contaminantes.



Dichos modelos matemáticos están basados en conceptos teóricos y requieren como datos básicos ciertas variables meteorológicas tales como la dirección y velocidad del viento, altura de la capa de inversión, temperatura y estabilidad de la atmósfera, la topografía del terreno y un inventario de las fuentes de contaminación atmosférica.

La exactitud del modelo matemático es una función de las simplificaciones hechas en la formulación teórica, así como la exactitud de los datos que se utilizan en el modelo. Para que este sea una herramienta útil en la predicción de los niveles de contaminación ambiental, es preciso que su exactitud sea muy alta; ya que, decisiones costosas tales como instalación de equipos, dependerán en parte de las predicciones del modelo.

Una fuente de errores, muy importante para la exactitud del modelo, es la falta de datos micro-meteorológicos que describan la débil circulación atmosférica que ocurre durante las condiciones del viento en calma. En la ciudad de México durante un 60% del tiempo se tienen condiciones de viento en calma (vel. del viento menor a 1.5 m/seg y cambios continuos de dirección). Por este motivo se diseñó la red para operar principalmente durante éstas condiciones de viento sumamente débil contando por tal motivo, con instrumentos de una alta sensibilidad y un gran número de estaciones.

Estas características implican la conveniencia de tener una red densa de estaciones automáticas de muy bajo costo, concentrándose se la información obtenida de éstas, en un centro de procesamiento de datos.

Se ha trabajado en el diseño, construcción e instalación de la red durante 7 años, habiéndose entregado en 1985 a la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología para su uso cotidiano.

Como esta red es una parte fundamental del proyecto RAMSES (Red Automática Micrometeorológica y Sistemas de Eco-Sondeo) desarrollado en el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas (IIMAS) de la UNAM, este trabajo se enmarca dentro de la infraestructura creada por los investigadores avocados a diversas tareas tales como : diseño de sensores, grabación y recuperación de datos contenidos en cintas magnéticas cassette, solución de modelos matemáticos en computadoras de gran capacidad, adquisición y procesamiento de datos, etc.

## I. RED AUTOMATICA MICROMETEOROLOGICA

### I.1. Planteamiento y Solución del Problema

Se pretende la creación de un Banco de Datos Micrometeorológicos almacenados en cintas magnéticas cassette, presentando muy especial atención a las condiciones atmosféricas cuando la velocidad del viento sea menor de 1.5m/seg., y a las que se les denomina condiciones de viento en calma.

Dichos datos servirán, para llevar a cabo la solución numérica de modelos matemáticos de dispersión de contaminantes atmosféricos, permitiendo, además, realizar predicciones de las variables meteorológicas a corto y largo plazo, tanto en condiciones de calma como en condiciones de viento predominante para cualquier punto de la ciudad [7]:

Se investigará, además la débil circulación atmosférica que ocurre con tanta frecuencia, ya que la cuantificación de este fenómeno micrometeorológico se encuentra fuera del rango de sensibilidad de las estaciones meteorológicas estandar.

El potencial de mayor importancia de dichos modelos matemáticos es predecir los niveles de contaminación que se tendrían en el futuro en la ciudad de México si se crearan nuevas zonas urbanas e industriales, o si se implementaran estrategias de control

sobre las fuentes de contaminación atmosférica existentes.

Para suplir la deficiencia de datos es necesario desarrollar una red de estaciones micrometeorológicas que registren la temperatura, la velocidad y dirección del viento en diferentes puntos del área metropolitana, almacenándose dicha información en cintas magnéticas del tipo cassette.

Dicha red estará formada por veinte estaciones micrometeorológicas de alta sensibilidad distribuidas en los puntos que se muestran en la figura I.1.1.

La ubicación de cada una se realizó en base a la experiencia y resultados obtenidos de los estudios meteorológicos previos [3].

Las estaciones contarán con sensores meteorológicos diseñados, fabricados y calibrados en el Laboratorio RAMSES del IIMAS (Figura I.1.2.).

Una vez instaladas las estaciones que forman la red, y después de un cierto período de tiempo, se recolectarán los cassettes con la información de cada una de ellas, para ser analizada en un sistema de procesamiento de datos por computadora (Figura I.1.3.) y poder así obtener listados, gráficas y despliegado de datos en la pantalla de video para determinar el comportamiento de los elementos de las estaciones o como un análisis previo

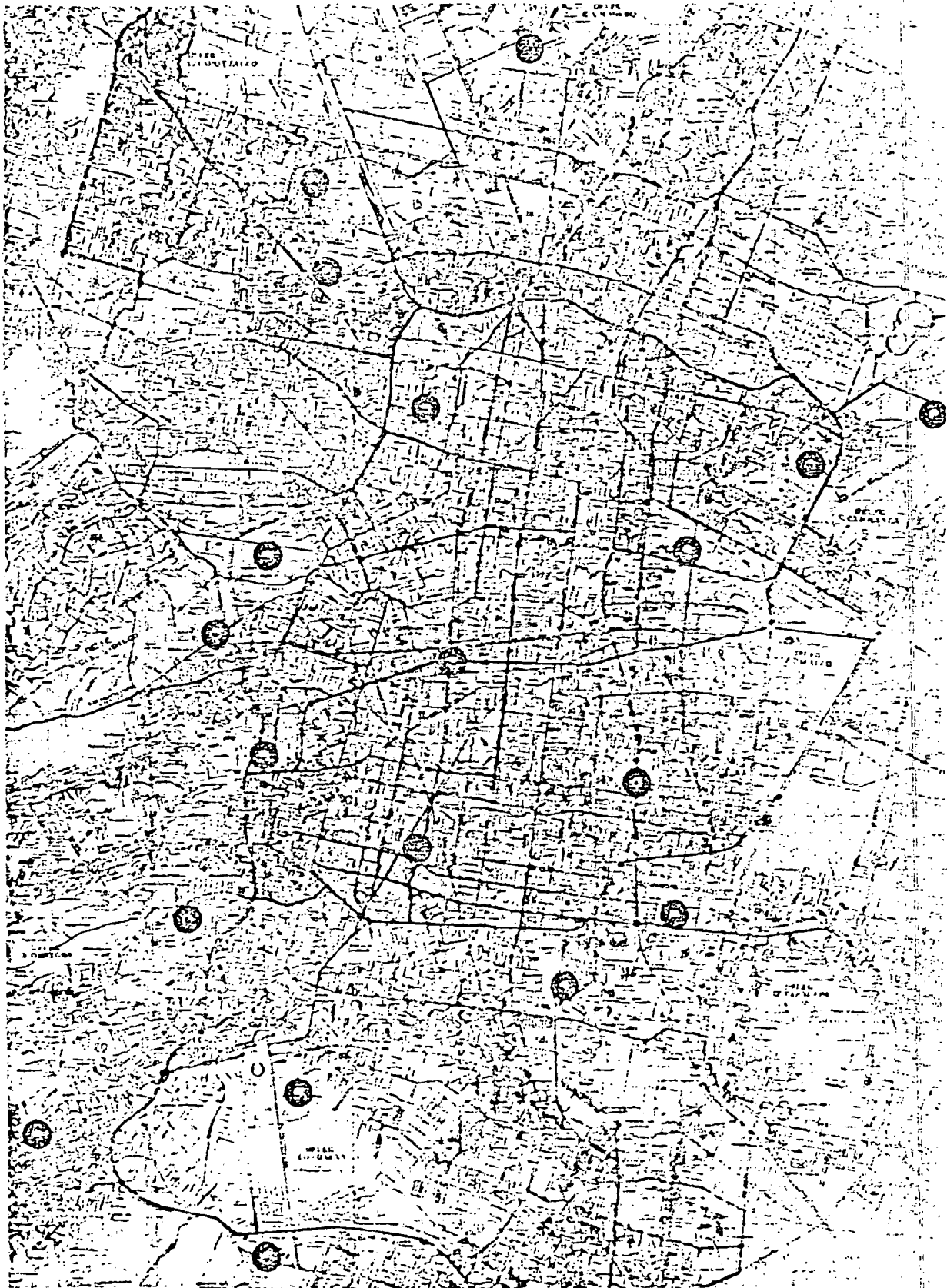


Figura I.1.1. Ubicación de las estaciones micrometeorológicas en el área metropolitana

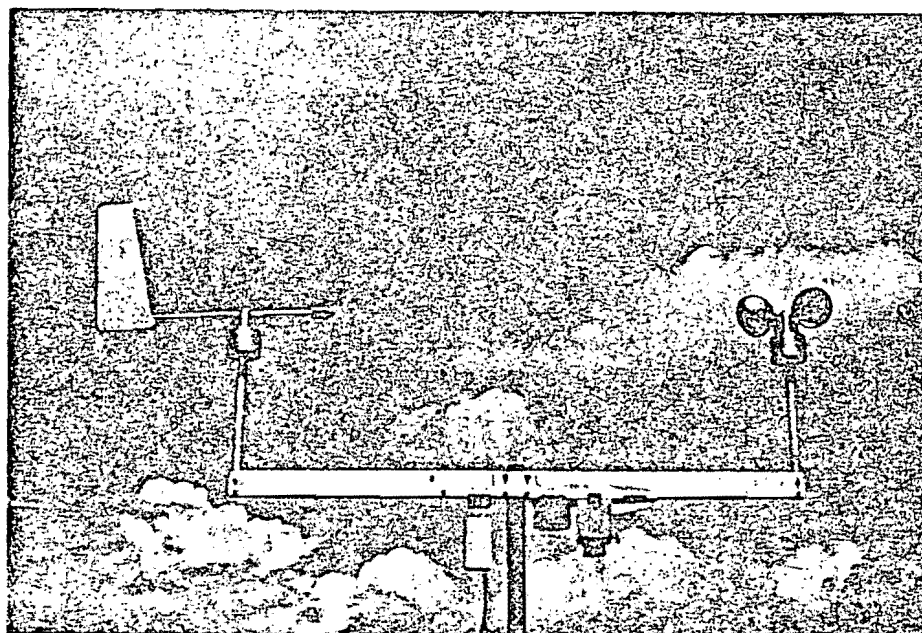


Figura I.1.2. Mástil micrometeorológico usado en la medición de la temperatura del aire, velocidad y dirección del viento.

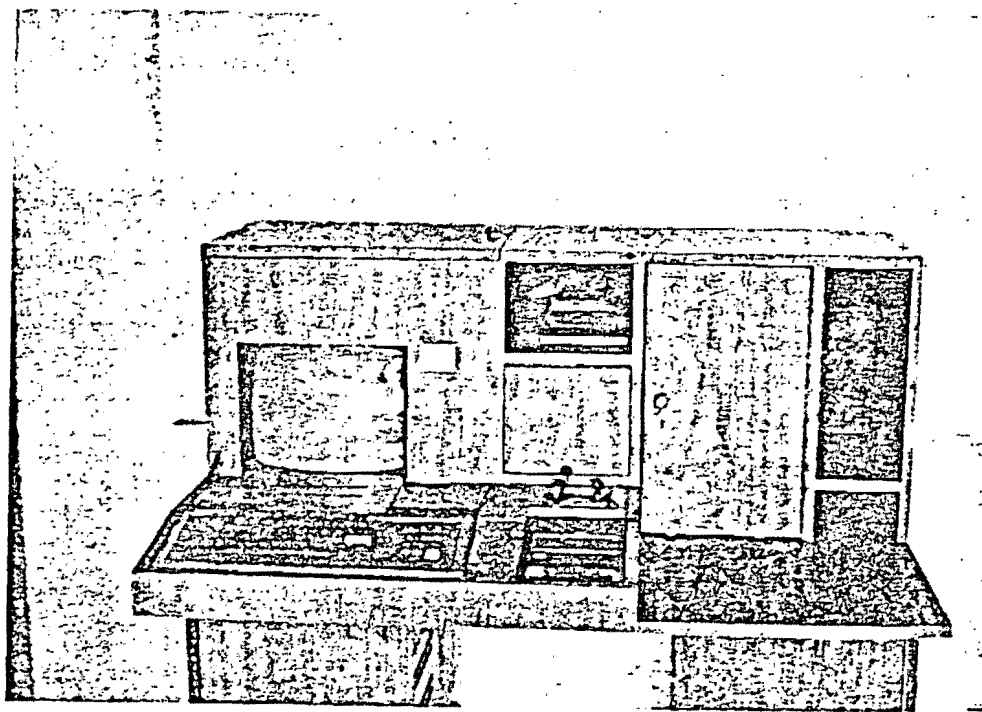


Figura I.1.3. Consola Central de Procedamiento de Datos

de los datos antes de ser trasladados a una computadora de gran capacidad, para la solución de los modelos matemáticos que determinan el comportamiento de los contaminantes en la atmósfera de la ciudad de México.

## II. DISEÑO DEL SISTEMA DIGITAL DE ADQUISICION DE DATOS

### II.1. Características Generales.

El sistema de adquisición de datos es una parte fundamental de la estación meteorológica y su diseño y funcionamiento dependerá de los sensores y elementos adicionales desarrollados con anterioridad.

En la figura II.1.1. se muestra la configuración de la estación meteorológica en donde se puede ver que el sistema de adquisición de datos debe ser capaz de aceptar dos canales digitales de 8 bits en paralelo y un canal digital en serie con niveles TTL y rango de frecuencia de 10 a 2550 HZ [7].

Para almacenar la información, los datos serán enviados a una grabadora usando un formato de comunicación asíncrona en serie (Figura II.1.2.) y modulados en FSK (frecuencia shift keying) con dos frecuencias, cuyos valores serán 3200Hz y 6400Hz, [6]. El formato de cinta usado, debido a que proporciona mayor confiabilidad y máxima capacidad en cinta magnética, es el mostrado en la figura II.1.3.

Desarrollados con anterioridad, también se encuentran el interruptor de voltaje para polarizar los circuitos de la grabadora y el control de velocidad para arrancar y frenar el motor de la



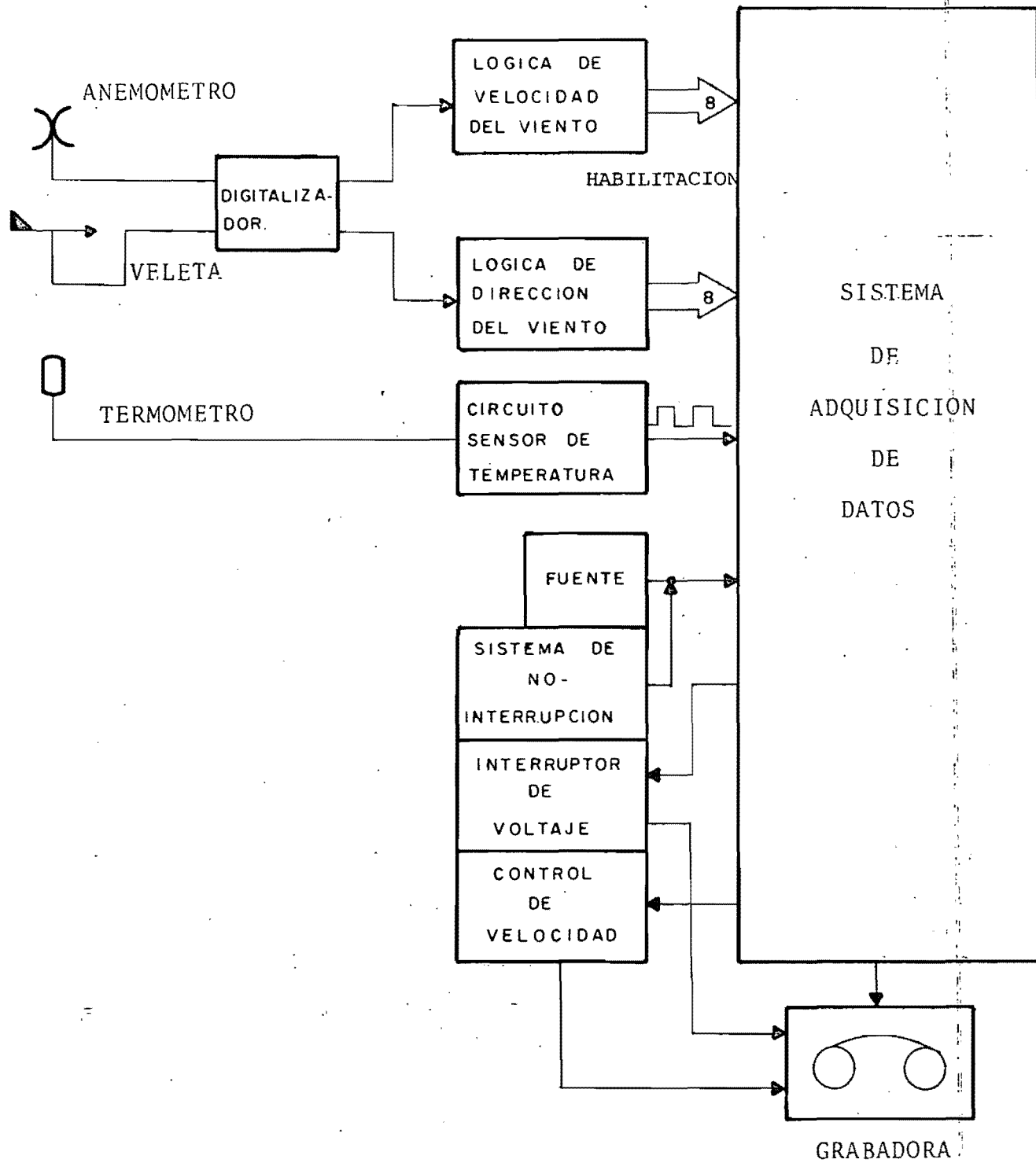


Figura II.1.1. Configuración de la Estación Meteorológica

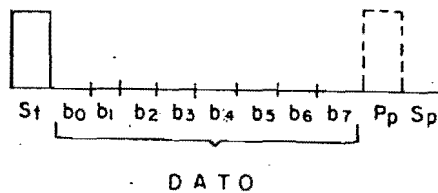
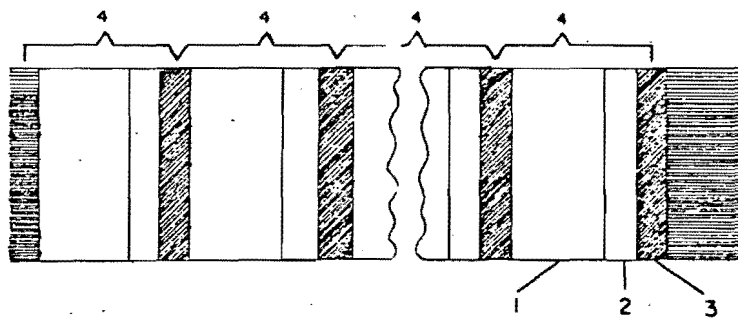


Figura II.1.2. Formato para Comunicación Asíncrona



1. Se denomina bloque de sincronía y proporciona las condiciones necesarias para una óptima recuperación de los datos.
2. Bloque de datos. Contiene el número de lectura, así como la información leída de los sensores.
3. Ruido. Es el ruido que se introduce en la cinta a causa de apagar y encender el transporte mecánico.
4. Unidad de cinta. Es la longitud de cinta utilizada en cada lectura.

Figura II.1.3. Formato de Cinta

grabadora. Estos dos elementos permiten accionar la grabadora sólo cuando se realiza el muestreo de los datos permaneciendo apagada el demás tiempo [6].

Restará diseñar para este sistema en especial la fuente de poder de +5 y otra de +15V para alimentar al sensor de temperatura, con su respectivo respaldo de baterías para el caso en que falte la energía eléctrica, permitiendo con esto una operación ininterrumpida evitando la pérdida de información.

Debido a los requerimientos mencionados el sistema será de 3 canales, ahora bien, diseñarlo para cubrir esta necesidad es limitarlo a una sola aplicación y en el caso de requerir mayor capacidad, se tendría que rediseñar el sistema acarreando pérdidas de tiempo y recursos al efectuar nuevas pruebas de operación. Por esta razón, es indispensable proporcionar facilidad de expansión, modularidad y bajo consumo de energía, para lo cual el sistema debe contar con :

- 1) 8 canales de 8 bits en paralelo
- 2) 8 canales digitales en serie
- 3) Contador de muestreos
- 4) Reloj para selección de tiempos de muestreo y encendido de la microcomputadora.
- 5) Líneas de E/S del módulo de la microcomputadora

En la figura II.1.4. se muestra un diagrama a bloques del sistema.

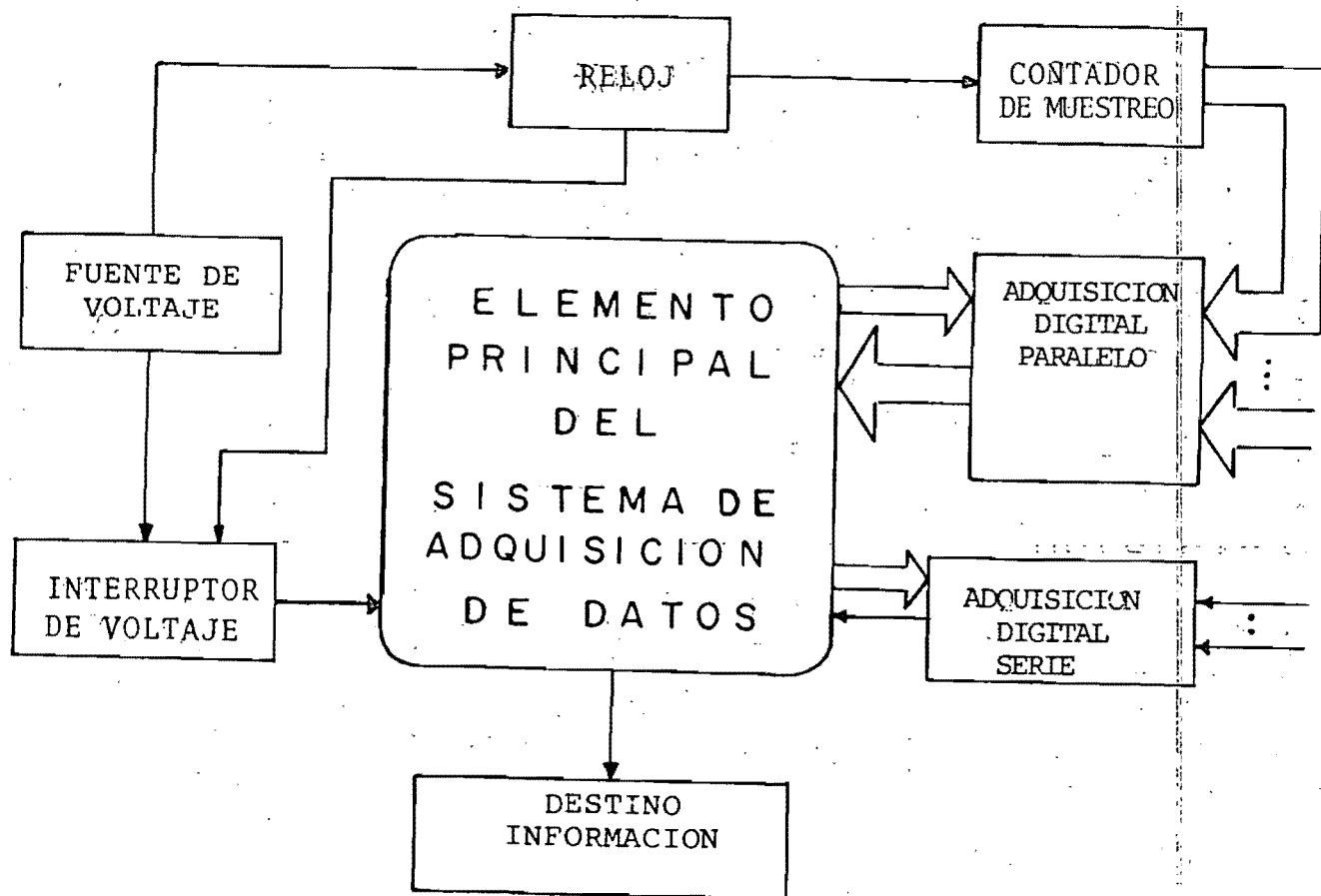


Figura II.1.4. Sistema digital de adquisición de datos.

La lectura de los canales puede ser en forma secuencial o aleatoria.

La fuente de voltaje debe proporcionar la energía a través de un interruptor de voltaje, que permita un estado de bajo consumo de potencia cuando no haya necesidad de hacer lectura de datos.

El reloj debe proporcionar todas aquellas señales, necesarias para dar los tiempos de muestreo y en general en la operación del sistema.

De acuerdo a las características y a los requerimientos mencionados y después de analizar varios dispositivos, se decidió usar como elemento central del sistema la microcomputadora 8748 INTEL.

## II.2 Circuitos Eléctricos del Sistema.

El diseño de los circuitos electrónicos se hará empleando elementos de la familia CMOS, esto es con el fin de minimizar el consumo de potencia y poder emplear sistemas de respaldo de energía eléctrica de baja capacidad, permitiendo además, aplicaciones en lugares donde no exista energía eléctrica o simplemente, aumentar la autonomía del sistema.

### ADQUISICION DE INFORMACION EN PARALELO

Como el manejo de esta información es en palabras de 8 bits, lo más apropiado es recibir los 8 canales por una sola trayectoria que sería el Bus de la microcomputadora e ir seleccionando el canal deseado por medio de líneas de salida de un decodificador que a su vez sea manejado por el puerto P1. En la figura II.2.1. se muestra un diagrama a bloques de esta sección:

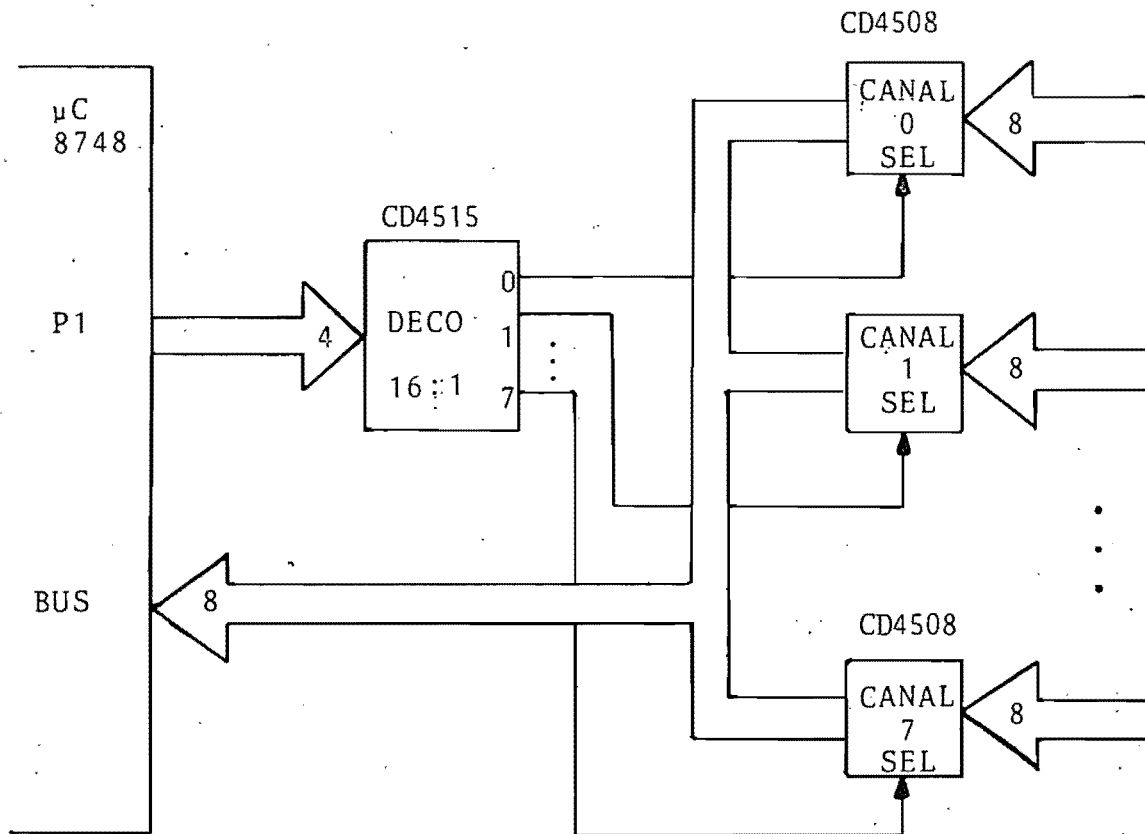


Figura II..2.1. Adquisición Digital de 8 Canales de 8 Bits en Paralelo.

## ADQUISICION DE INFORMACION EN SERIE

La línea T1 de la microcomputadora es apropiada para el conteo de eventos al aplicarle una señal digital en serie. Por lo tanto, para poder manejar 8 canales digitales en serie es indispensable intercalar un multiplexor para seleccionar un solo canal a la vez, el control de selección del multiplexor puede efectuarse a través del mismo puerto P1 usado en la adquisición digital en paralelo, y así poder optimizar el uso de las líneas de la microcomputadora, en la Figura II.2.2. se muestra la configuración de esta sección.

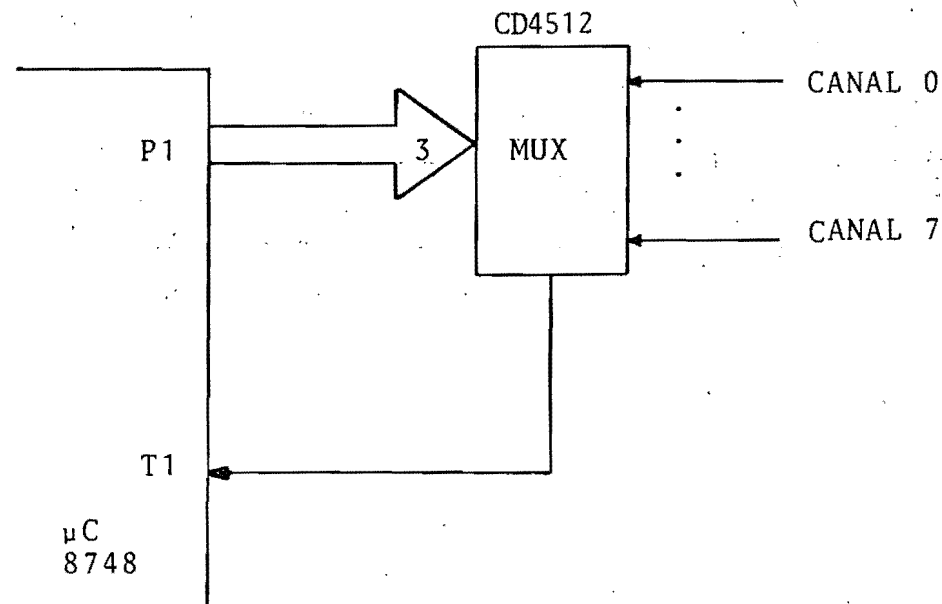


Figura II.2.2. Adquisición Digital de 8 Canales en Serie



## CONTADOR DE MUESTREOS

El sistema debe tener un generador de etiquetas para enumerar los muestreos efectuados, por lo que se le proveerá de un contador de 8 bits que pueda ser inicializado manualmente al empezar cada período de captación de datos, dicho dato será insertado empleando el bus de la microcomputadora como un canal digital en paralelo adicional y por lo tanto puede ser accesado por medio de una línea de control del decodificador de la adquisición digital en paralelo.

Es conveniente que este contador sea parte del módulo de la microcomputadora, puesto que es indispensable para determinar la hora en que se efectúa cada muestreo. En la Figura II.2.3. se muestra un diagrama a bloques de este contador.

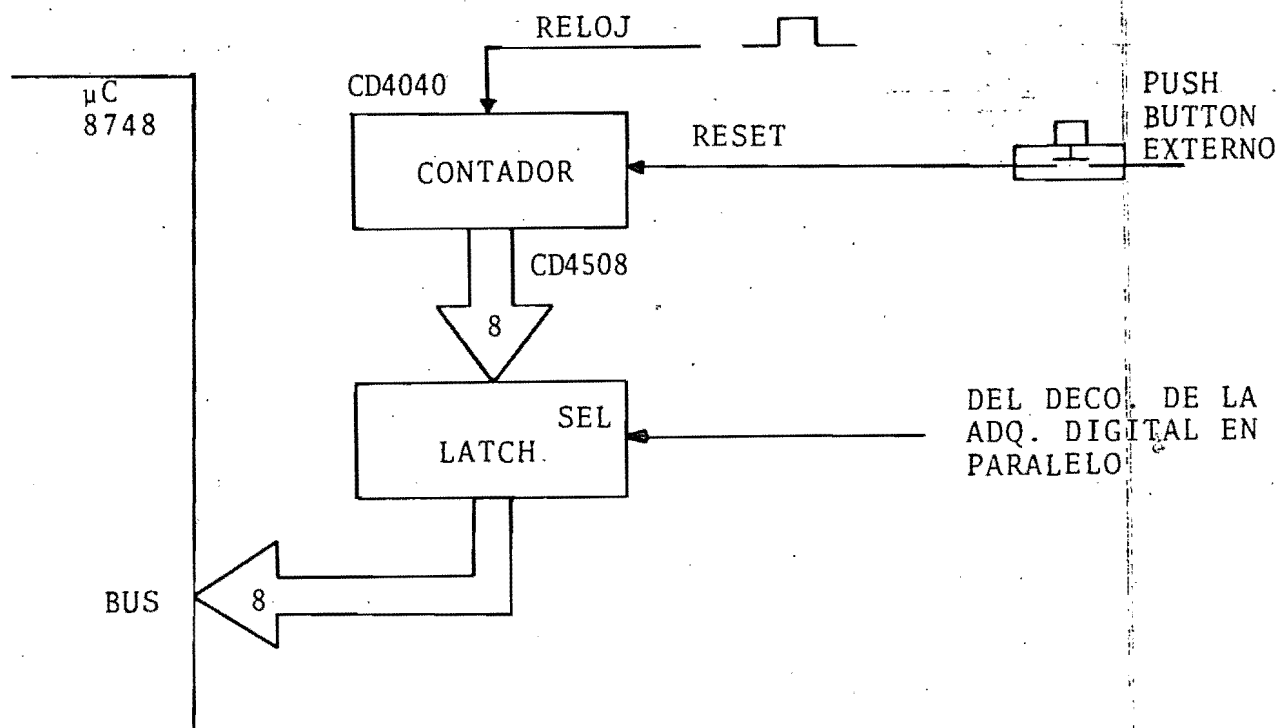


Figura II.2.3. Contador de Muestreos

## RELOJ

La finalidad de esta sección será la de proporcionar señales de pulsos para la operación del sistema, tales como : encendido de la microcomputadora para el muestreo de los datos, señal para incrementar el contador de muestreos y señales para la lógica del circuito de dirección del viento.

A continuación se enlistan las frecuencias de las señales requeridas :

12.8 KHz	Para el circuito de dirección del viento
25.6 KHz	
1.0 Hz	Unidad fundamental de tiempo
1/60 Hz	Para dar tiempos de muestreo de 1 minuto
1/600 Hz	Para dar tiempos de muestreo de 10 minutos
1/800 Hz	Para dar tiempos de muestreo de 30 minutos
1/3600 Hz	Para dar tiempos de muestreo de 60 minutos

Las señales de reloj deben ser bastante exactas para que no ocurran defasamientos en los tiempos de muestreo, por consiguiente, el circuito oscilador debe ser en base a un cristal de cuarzo, ahora bien, como la máxima frecuencia requerida es de 25.6 KHz, no se podría usar un cristal de cuarzo que oscilara a esta frecuencia puesto que sería de alto costo, gran tamaño y difícil de obtener en el mercado.

Un cristal más apropiado será aquel que oscile a una frecuencia mayor a 1 MHz y que proporcione las frecuencias indispensables por medio de divisiones sucesivas. Como se usa una frecuencia de 12.8 KHz y otra del doble, se empleará un contador de varias etapas divisoras entre dos, lo que finalmente conduce a usar un cristal de 1,638,400 Hz.

Usando este cristal y un divisor binario de 14 etapas, la mínima frecuencia que se puede obtener es de 100 Hz, para obtener a partir de esta señal otra con un valor de 1 Hz, se tendrá que dividir entre 100 por medio de divisores de décadas. En la Figura II.2.4. se muestra un diagrama a bloques del circuito divisor empleado.

Para la obtención de las señales de duración mayor a un segundo partiendo de la de 1 Hz se tendrían que efectuar las siguientes divisiones :

- Entre 6 y entre 10 para obtener 1/60 Hz.
- Después entre 10 para obtener 1/600 Hz.
- En seguida entre 3 para obtener 1/1800 Hz.
- Y por último entre 2 para lograr 1/3600 Hz.

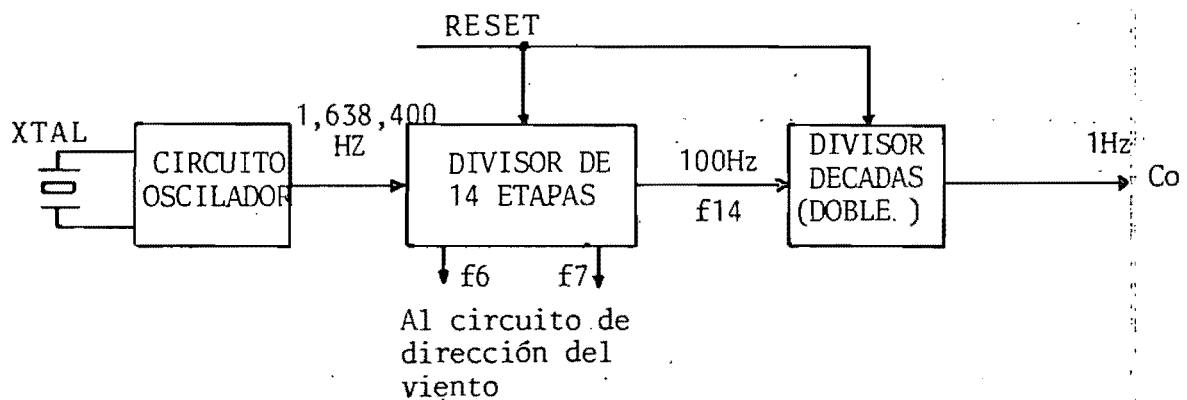


Figura II.2.4. Generador de Frecuencia Fundamental de Tiempo por Divisiones Sucesivas.

Como se puede notar en los puntos anteriores se tiene que hacer uso de divisores entre 2, 3, 6 y 10, lo que hace crecer el número de componentes a emplear.

Una solución para no usar tantos componentes es realizar divisiones binarias sucesivas de la señal de 1 Hz y combinar varias de

ellas por medio de compuertas AND para lograr pulsos o frentes de onda cada período de tiempo deseado. En la Figura II.2.5. se ilustra esta parte del circuito.

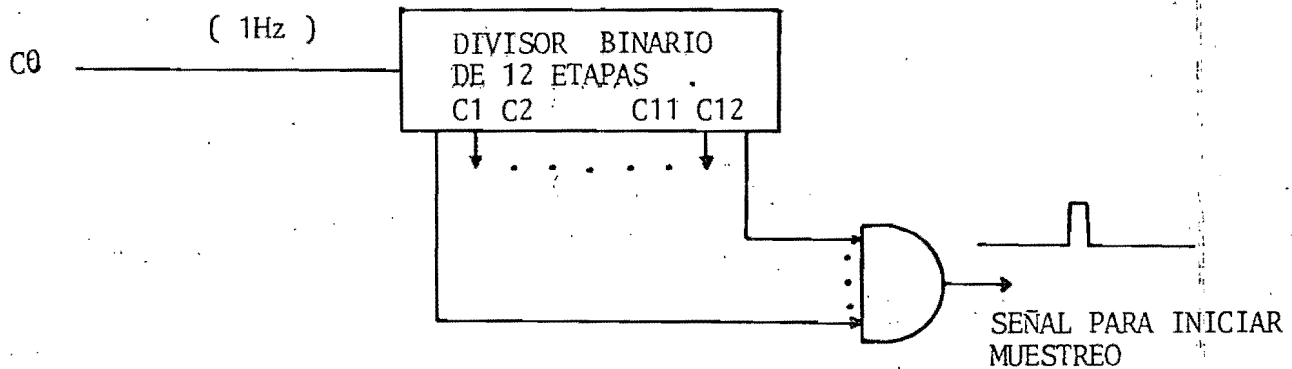


Figura II.2.5. Generación de Pulsos para Determinar Tiempos de Muestreo

Las señales generadas son  $C1$ ,  $C2$ ,  $C3$ ,  $C4$ , etc. con valores de frecuencia dados por la relación  $1/2^n$ , o sea :

$$C1 = 1/2^1 = 1/2 \text{ Hz}$$

$$C2 = 1/2^2 \text{ Hz} = 1/4 \text{ Hz}$$

$$C3 = 1/2^3 \text{ Hz} = 1/8 \text{ Hz}$$

$$C12 = 1/2^{12} \text{ Hz} = 1/4096 \text{ Hz}$$

Por lo tanto el período de cada una de las señales es :

$$TC1 = 2^1 = 2 \text{ seg.}$$

$$TC2 = 2^2 = 4 \text{ seg.}$$

$$TC3 = 2^3 = 8 \text{ seg.}$$

$$TC12 = 2^{12} = 4096 \text{ seg.}$$

En la Tabla II.2.1. se enlistan todas las señales de pulsos generadas en este circuito de reloj.

Suponiendo que se quisiera una señal de inicio de muestreo cada 15 segundos, se tiene que obtener un nivel alto al efectuar un AND lógico de las señales C4, C3, C2 y C1, como se muestra en la Figura II.2.6.

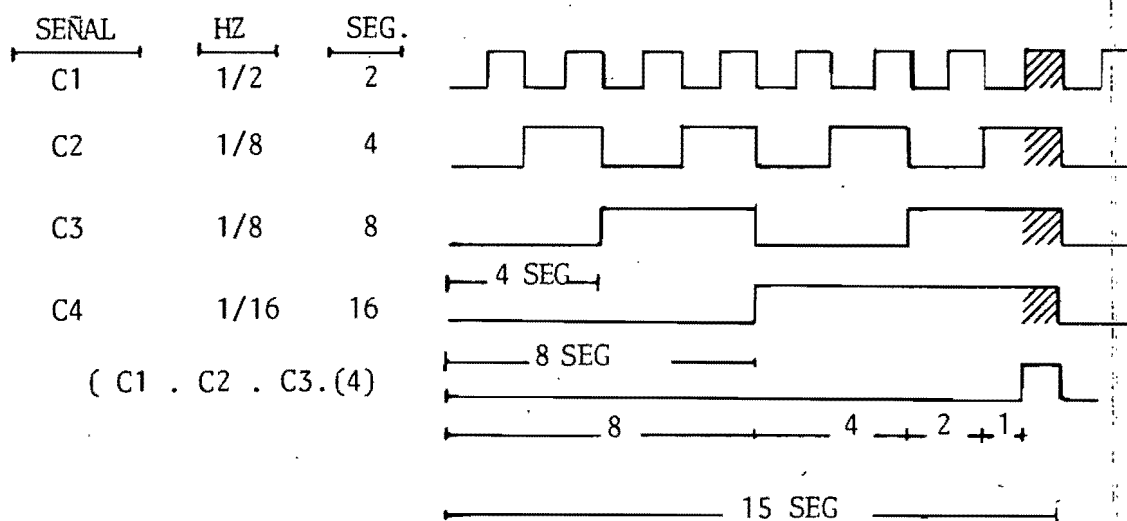


Figura II.2.6. Diagrama de Tiempos para obtener señal de inicio de Muestreo

TABLA II.2.1. CODIGO DE SEÑALES GENERADAS EN EL CIRCUITO DE RELOJ.

	FRECUENCIA ( HZ )		DENOMINACION
1	638	400	f0
	819	200	f1
	409	600	f2
	204	800	f3
	102	400	f4
	51	200	f5
	25	600	f6
	12	800	f7
	6	400	f8
	3	200	f9
	1	600	f10
		800	f11
		400	f12
		200	f13
		100	f14
	10		f15
	1		C0
	1/2		C1
	1/4		C2
	1/8		C3
	1/16		C4
	1/32		C5
	1/64		C6
	1/128		C7
	1/256		C8
	1/512		C9
	1/1024		C10
	1/2048		C11
	1/4096		C12

Una forma de saber que señales emplear para lograr los tiempos deseados es desarrollando la siguiente ecuación :

$$t_m = \frac{\Sigma TC}{2}$$

donde :

$t_m$  = Tiempo de Muestreo

$\Sigma TC$  = Sumatoria de los períodos de las señales empleadas

A continuación se obtienen las señales útiles para la generación de los tiempos de muestreo del sistema :

PARA  $t_m = 3600$  seg.

Las señales son : C12, C11, C10 y C5.

Comprobación :

$$\begin{aligned} t_m &= \frac{TC_{12} + TC_{11} + TC_{10} + TC_5}{2} = \frac{2^{12} + 2^{11} + 2^{10} + 2^5}{2} \\ &= \frac{4096 + 2048 + 1024 + 32}{2} = \frac{7200}{2} = 3600 \text{ seg.} \end{aligned}$$



PARA  $t_m = 1800$  seg.

Las señales son : C11, C10, C9 y C4

Comprobación :

$$t_m = \frac{TC_{11} + TC_{10} + TC_9 + TC_4}{2} = \frac{2^{11} + 2^{10} + 2^9 + 2^4}{2}$$

$$= \frac{2048 + 1024 + 512 + 16}{2} = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ seg}$$

PARA  $t_m = 600$  seg.

Las señales son : C10, C7, C5 y C4

Comprobación :

$$t_m = \frac{TC_{10} + TC_7 + TC_5 + TC_4}{2} = \frac{2^{10} + 2^7 + 2^5 + 2^4}{2}$$

$$= \frac{1024 + 128 + 32 + 16}{2} = \frac{1200}{2} = 600 \text{ seg}$$

PARA  $t_m = 60$  seg.

Las señales son C6, C5, C4 y C3

Comprobación :

$$t_m = \frac{TC6 + TC5 + TC4 + TC3}{2} = \frac{2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3}{2}$$

$$= \frac{64 + 32 + 16 + 8}{2} = \frac{120}{2} = 60 \text{ seg}$$

La combinación de estas señales genera un frente de onda positiva cuya función es :

- a) Incrementar el contador de muestreos
- b) Polarizar la microcomputadora
- c) Auto resetear el circuito de reloj

Otra opción de inicialización será en forma manual, accionando un push-button siempre que se desee dar principio a la operación del sistema. Finalmente, se muestra en la Figura II.2.7. el diagrama electrónico completo de este circuito de reloj.

La forma de seleccionar el tiempo de muestreo será a través de una perilla, por medio de la cual se efectuará la función AND de las señales apropiadas tal como se muestra en la Figura II.2.8.

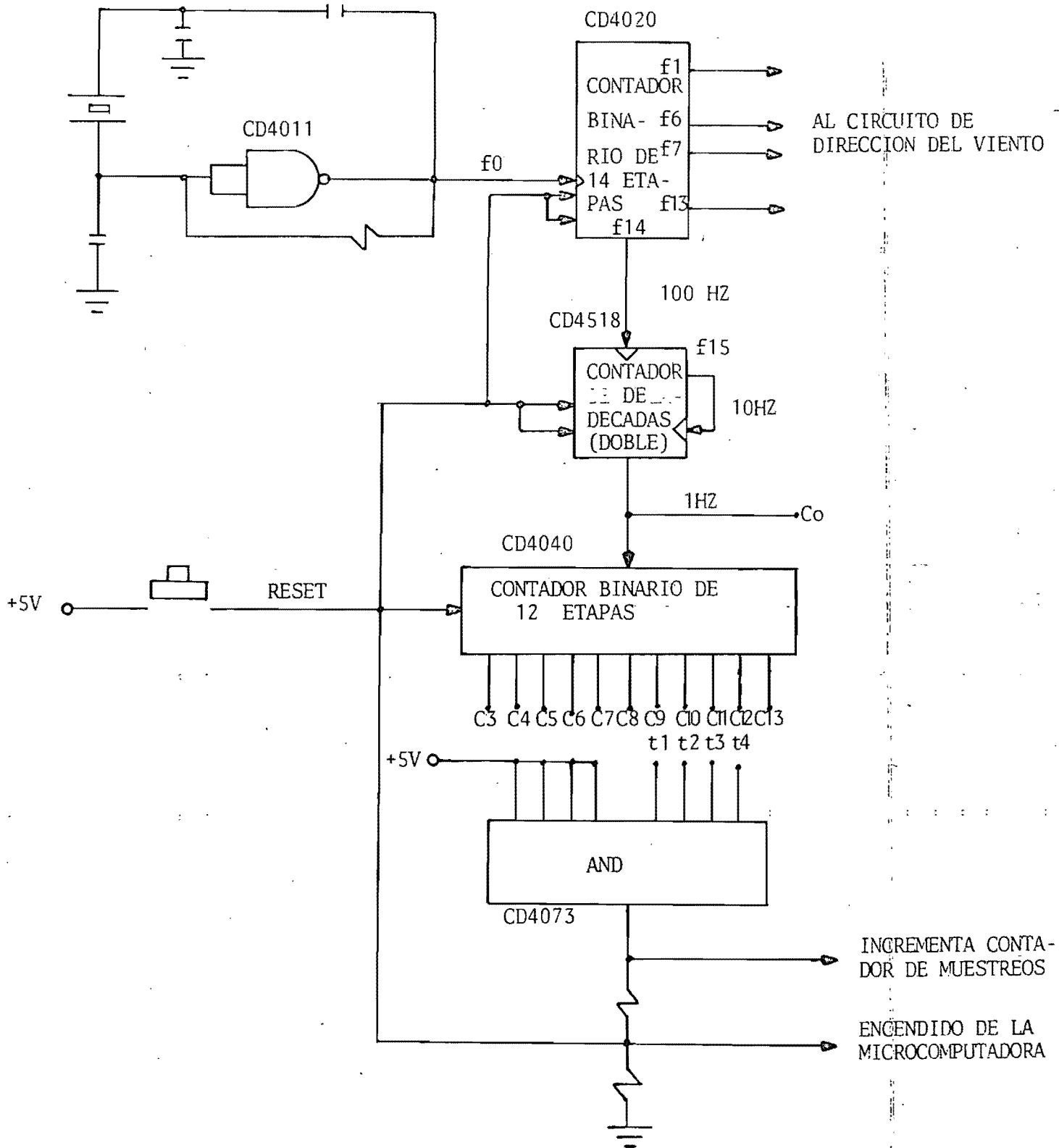
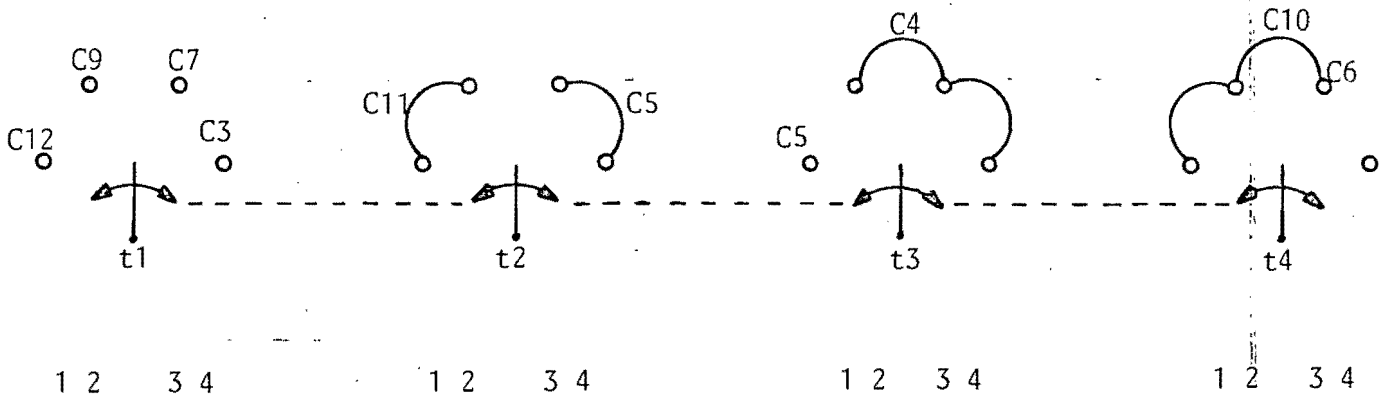


Figura II.2.7. Circuito electrónico de la Sección de Reloj



en la posición 1  $t_m = 60$  minutos  
 en la posición 2  $t_m = 30$  minutos  
 en la posición 3  $t_m = 10$  minutos  
 en la posición 4  $t_m = 1$  minuto

Figura II.2.8. Diagrama de Localización de las Señales en la Perilla para Selección de Tiempo de Muestreo.

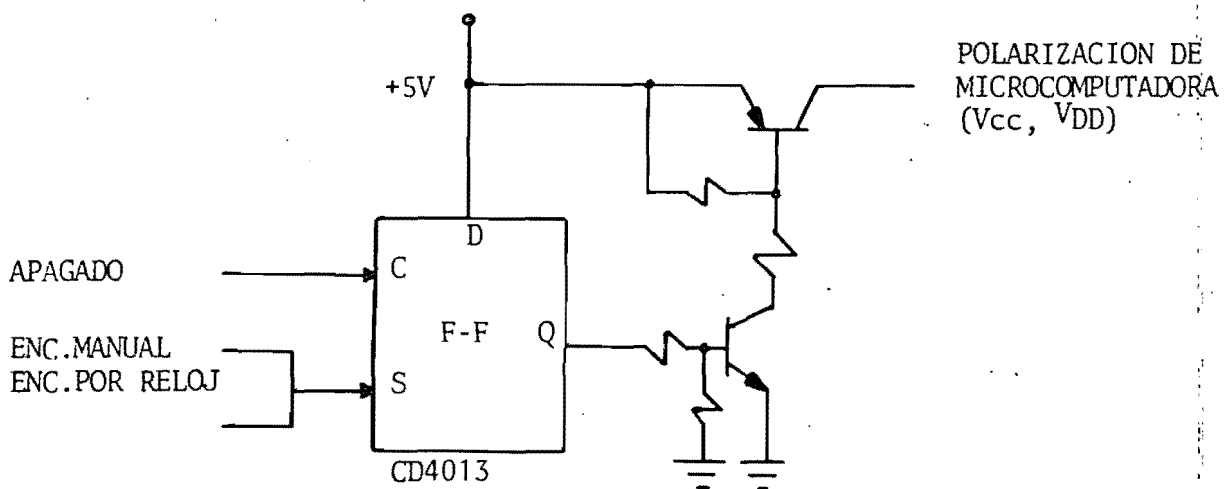


Figura II.2.9. Interruptor para Polarización de la Microcomputadora

## INTERRUPTOR DE VOLTAJE DE POLARIZACION

Este interruptor mantendrá a la microcomputadora apagada en tanto no se cumpla el tiempo de muestreo, esto es con la finalidad de reducir el consumo de energía de la microcomputadora, pues emplea 1 watt estando en operación.

Por tal motivo se hará uso de un flip-flop, controlado por la señal de encendido de la microcomputadora proveniente del circuito de reloj y por una señal externa que indicará cuando haya finalizado el proceso de adquisición y almacenamiento de los datos.

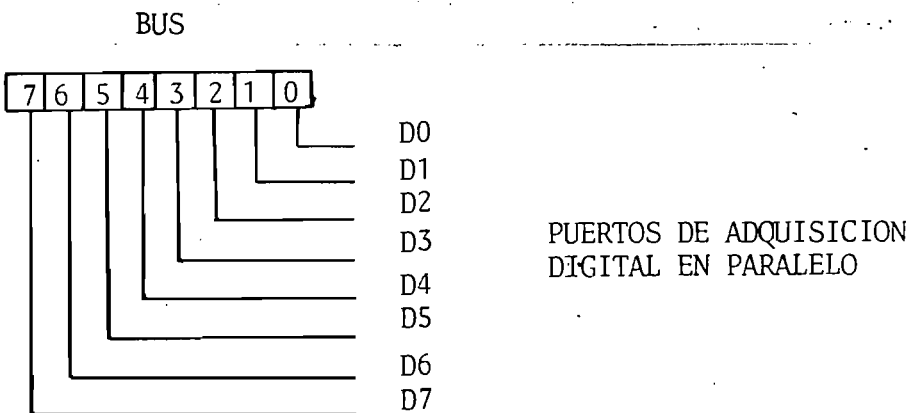
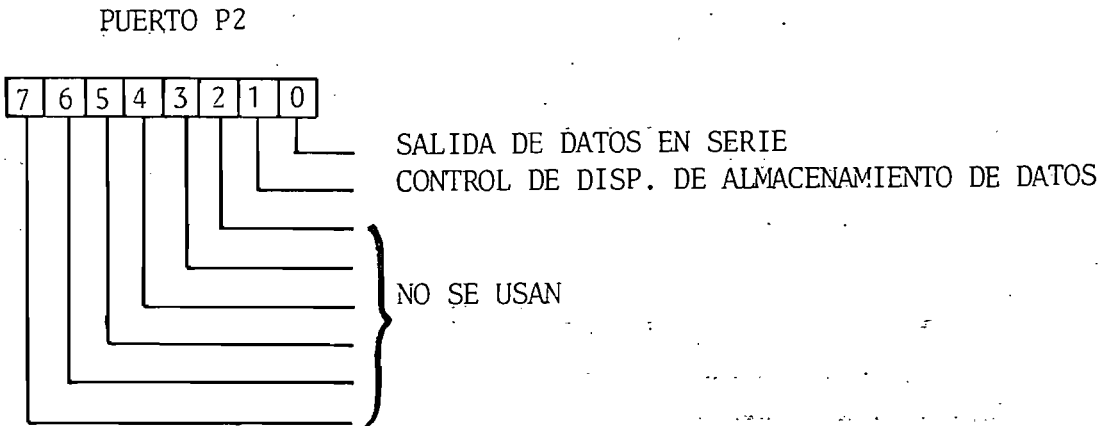
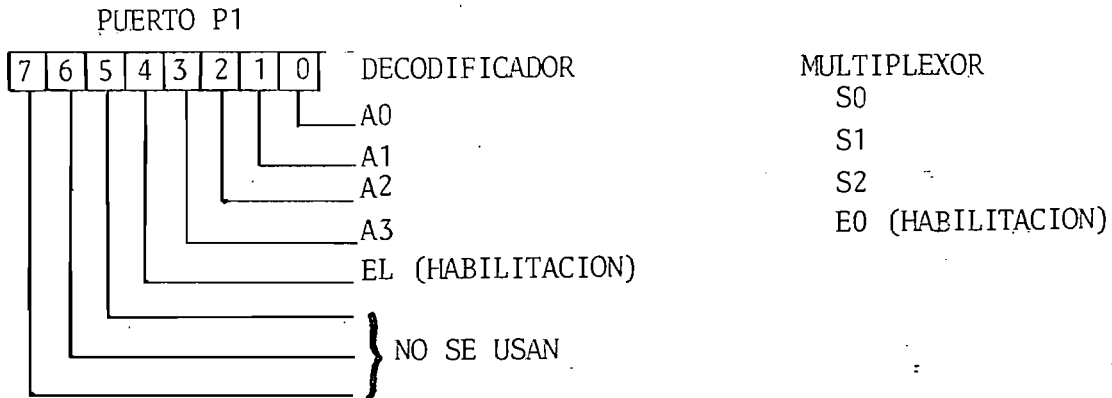
El circuito electrónico de este interruptor se muestra en la figura II.2.9.

## LINEAS DE E/S DE LA MICROCOMPUTADORA 8748

La asignación de otras líneas útiles para la operación del sistema es de acuerdo a lo siguiente :

- a) Para enviar los datos a una grabadora o algún otro dispositivo se usará la línea correspondiente al bit cero del puerto P2.
- b) Para controlar el dispositivo de almacenamiento de datos se usará la correspondiente al bit uno de P2.
- c) La línea de entrada T0 se usará para fines de prueba del sistema.
- d) Las líneas de entrada  $\overline{INT}$  y  $\overline{SS}$  no se usan, puesto que no se considera la posibilidad de manejar interrupciones externas ni operación en modo paso a paso.

A continuación se muestra la asignación funcional de cada una de las líneas de los puertos y bus de la microcomputadora.



## LINEAS DE CONTROL

T0 - Entrada condicional para prueba

T1 - Entrada de puertos de Adquisición Digital en Serie.

Existen otras líneas de entrada que se deben manejar de acuerdo a la función a realizar :

$V_{DD}$  - +5V En operación, se usa con + 25V para la programación

Vcc - +5V Entrada de polarización

Vss - GND Entrada de polarización

$\overline{INT}$  - +5V Con 0 volts se activa una interrupción

$\overline{RESET}$  - CAP. De  $1\mu F$ . [13].

$\overline{SS}$  - +5V Con 0 volts se activa modo paso a paso.

EA - 0V Con 5 volts lleva la memoria del programa a una memoria externa.

XTAL1 - Se conecta una terminal del cristal de cuarzo de 6 MHz y un capacitor de 22pF [13].

XTAL2 - Se conecta la otra terminal del cristal y otro capacitor de 22 pF

Finalmente, el diagrama completo del módulo de la microcomputadora se muestra en la Figura II.2.10



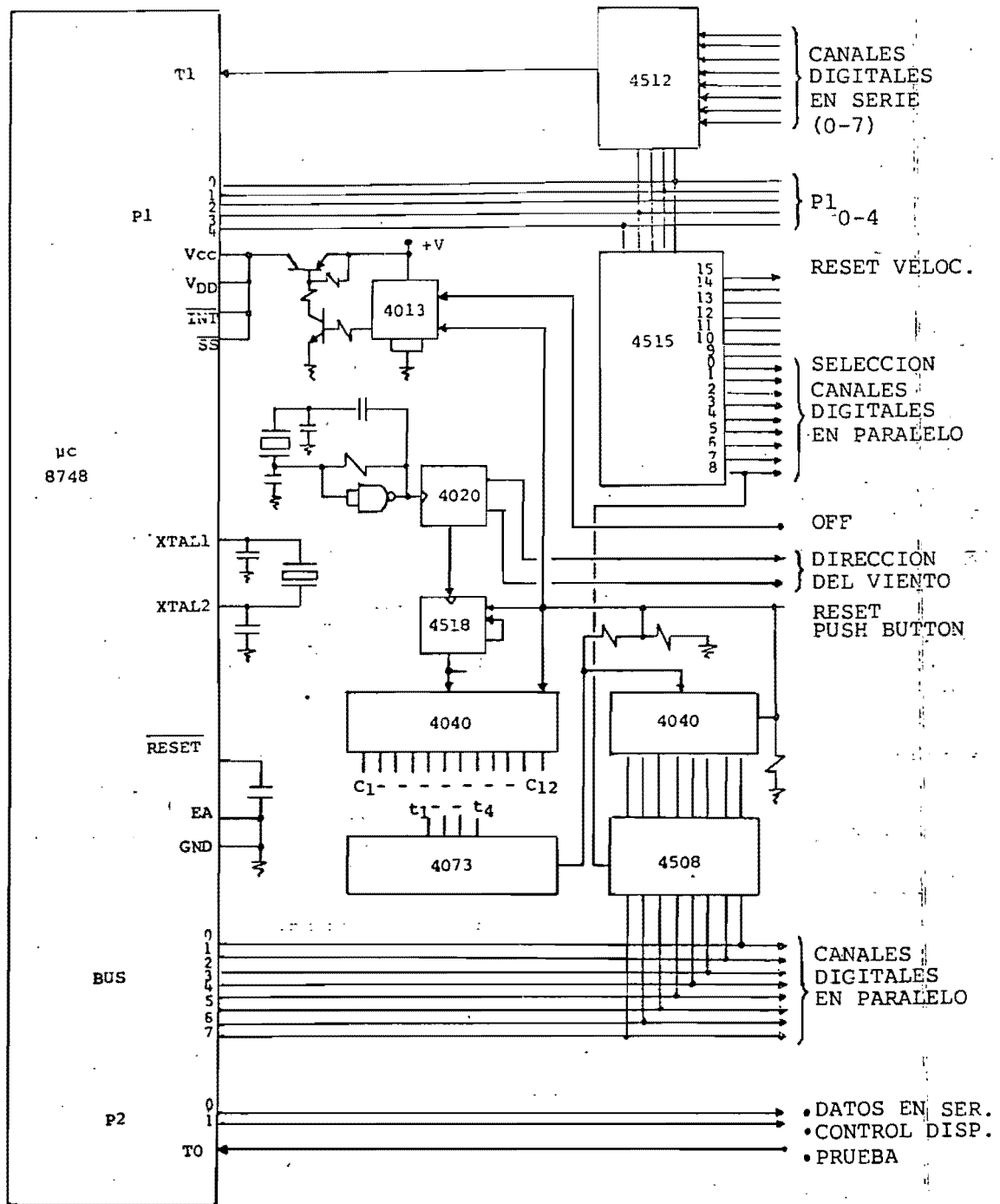


Figura II.2.10 Diagrama del Sistema Digital de Adquisición de Datos.

## CIRCUITO DE MANDO PARA ALMACENAR DATOS

Para almacenar los datos adquiridos por el sistema, se empleará un método desarrollado con anterioridad, el cual consiste en grabar los datos en una cinta magnética cassette de uso común [6] y [7] .

Los elementos de este sistema de grabación son los siguientes :

- a) Los datos deben estar modulados en FSK (Frequency Shift Keying) usando dos señales de pulsos, con valores de frecuencia comprendidos dentro de la gama de audio. Las frecuencias usadas son de 3200 Hz y 6400 Hz.
- b) Se cuenta con un interruptor de voltaje para activar la polarización de los circuitos de la grabadora sólo cuando se van a grabar los datos, o sea, al tiempo de muestreo. Este interruptor debe manejarse a través de 2 líneas IG e  $\overline{IG}$ , como se muestra en la Figura II.2.11. Si IG es "1" se activa la polarización y cuando IG es "0", se desactiva.
- c) Existe también un control de arranque y frenado del motor, el primero se usa para que avance la cinta sólo cuando se vayan a grabar los datos y el segundo para aumentar la capacidad de la cinta al reducir la inersia del motor al momen-

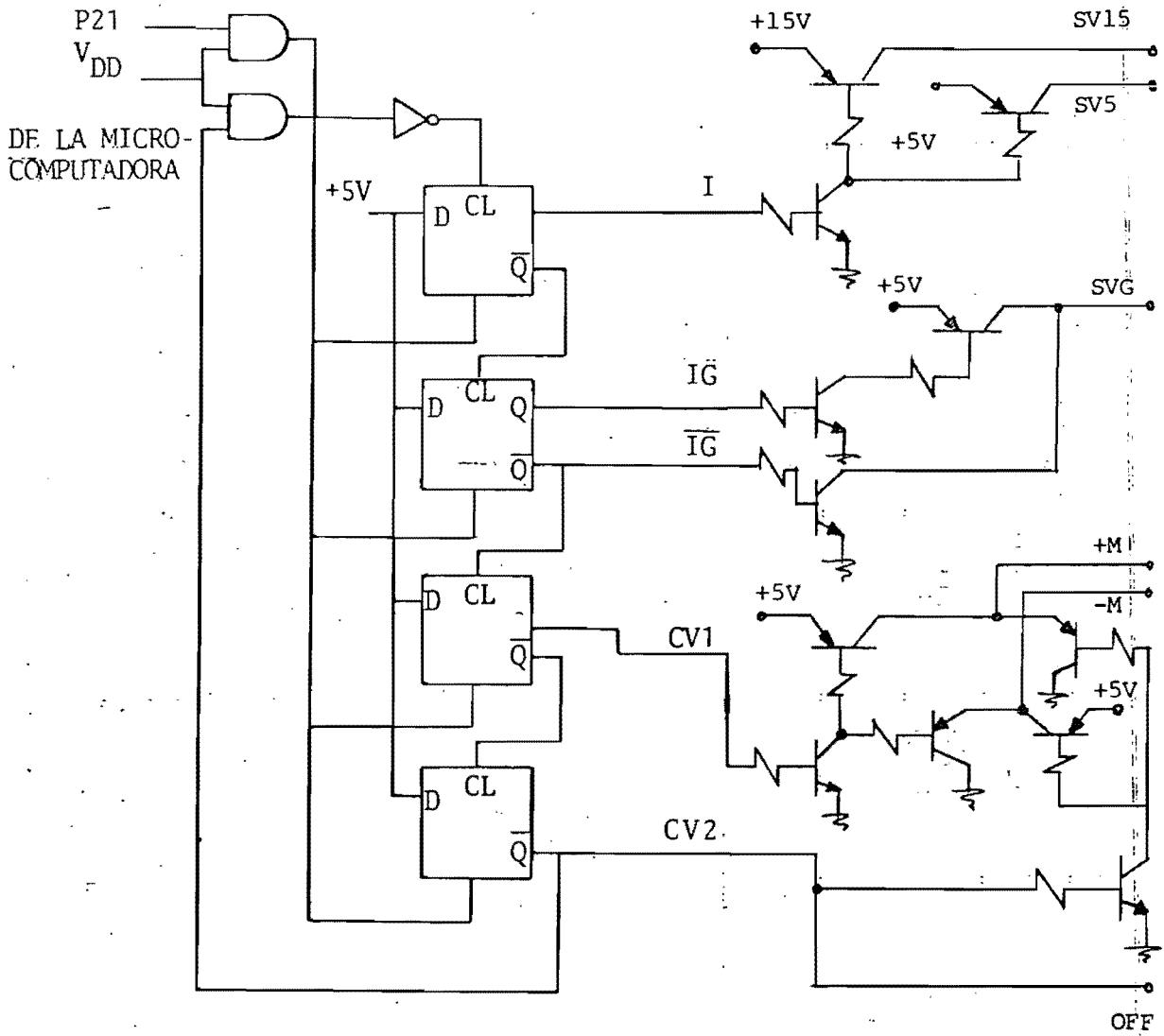


Figura II.2.11. Diagrama de Bloques del Circuito de Control para la Grabadora.

to del frenado, debido a un pequeño lapso de tiempo en el que se invierte la polaridad del motor.

El arranque del motor se hace cuando CV1 es "1", (Ver Figura II.2.11.), el frenado ocurre cuando en CV2 existe un frente de onda negativo. Existe otra señal de salida con que cuenta este circuito denominado OFF y sirve para indicar que los datos ya están grabados en el cassette y que el motor se ha detenido, desactivando además, la polarización de la microcomputadora.

Este circuito debe estar provisto de un interruptor de voltaje de +5 y +15 volts para polarizar el circuito de medición de temperatura (los otros sensores requieren polarización permanente), por tal motivo se empleará un circuito como el de la Figura II.2.12.

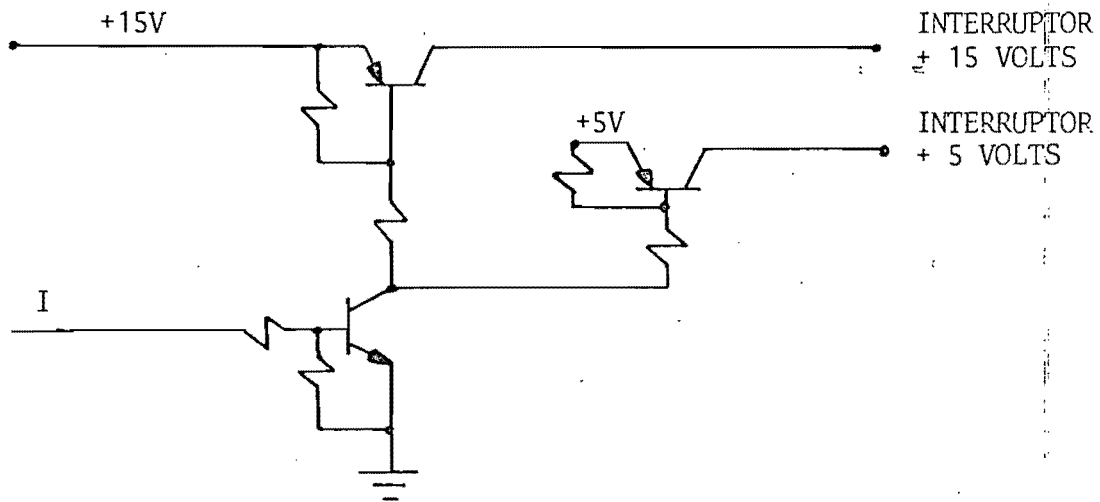


Figura II.2.12. Interruptor de voltaje de +15V y +5V para medición de la temperatura.

Por lo tanto, dado que se dispone de una sola línea de la microcomputadora para realizar el manejo de los circuitos antes descritos, se usará un arreglo en anillo usando flip-flops que vayan proporcionando secuencialmente las señales requeridas para controlar la polarización del circuito de medición de temperatura y la grabación de los datos, Figura II.2.11.

Además, para reducir el número de elementos de esta sección y aprovechar la capacidad de la microcomputadora, la modulación de los datos se realiza por programa.

Como las líneas de los puertos y del bus de la microcomputadora se ponen en tercer estado al encenderse ésta y se genera transitorios que pueden hacer perder la sincronía de las señales de mando de este circuito, se hace uso de la línea del Reset generada por la microcomputadora, con el fin de dar un retardo al habilitar este circuito, para que el estado de polarización sea completamente estable, Figura II.2.11.

## FUENTE DE PODER

El anemómetro y la veleta consumen 200 mA y el sistema de adquisición en operación de muestreo y grabación consume 70 mA, por tal motivo la fuente de poder debe ser capaz de proporcionar 270 mA, pero conciderando que se debe dar un margen de seguridad para la alimentación de energía, así como para poder usar otro tipo de sensores que requieran mayor corriente, se fija una corriente máxima de 500 mA para el diseño de la fuente de +5V.

La fuente de +15V alimenta exclusivamente al termómetro, el cual requiere 20 mA para operar, como en el caso anterior se debe dar un margen de operación y por tal motivo se fija la corriente de esta fuente a 250 mA.

En la tabla II.2.2 se resume el consumo de energía de los elementos de la estación .

TABLA II.2.2 Consumo de Energía de los Elementos de la Estación

<u>Elemento</u>	<u>I<sub>cc</sub>(mA)</u>	<u>V<sub>cc</sub>(V)</u>
Anemómetro	50	5
Veleta	150	5
Termómetro	20	15
Sist.de Adq.(pasivo)	22	5
Sist.de Adq.(activo)	70	5

## RESPALDO DE BATERIAS

Como se menciona en la sección II.1 esta fuente cuenta con un sistema de no-interrupción que se acciona en caso de faltar la energía eléctrica. Dicho sistema está formado por un banco de baterías que se recargan haciendo uso del voltaje de salida del puente rectificador ( $V_o$ ). La salida del banco de baterías es aplicado a la entrada del regulador, a través de un diodo que sirve como switch para conmutar el voltaje de entrada del regulador, figura II.2.13.

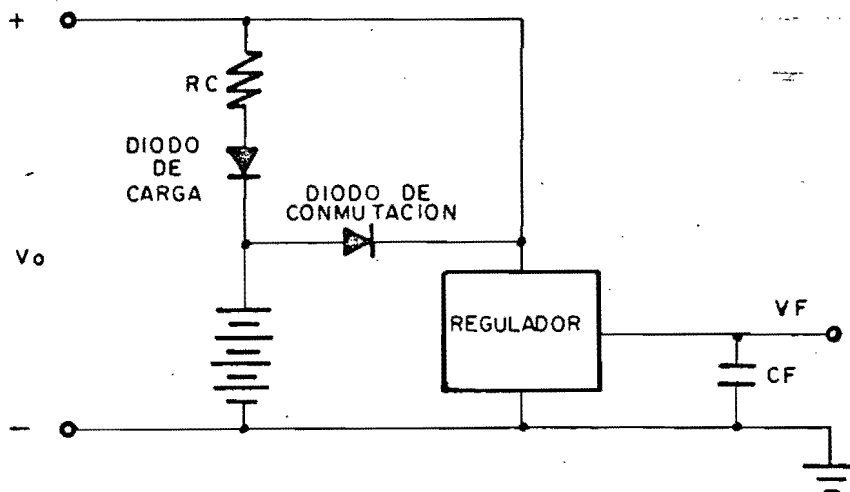


Figura II.2.13. Circuito de respaldo de energía eléctrica.



Para la fuente de +15V se usan dos baterías de 8.4V con una capacidad (C) de 90mAH. La corriente de carga no debe exceder la relación C/10 o sea que la batería se puede cargar con 9mA durante 14 horas [21].

Por lo tanto, se calcula el valor de Rc para la fuente de +15V, de acuerdo a la configuración mostrada en la figura II.2.13.

$$V_o = \sqrt{2}(18) = 25.46V$$

$$R_{C15} = \frac{V_o - V_d - V_{bat}}{I} = \frac{(25.46 - 0.7 - 16.8)V}{9mA} = 884.4 \Omega$$

$$P = 7.96V \times 9mA = 0.071w$$

$$R_{C15} = 1K \Omega ; 1/4W \text{ (valor comercial)}$$

Para la fuente de +5V se usan 8 baterías de 1.25V con una capacidad de 1AH, al igual que en el caso anterior la corriente de carga durante 14 horas no debe de exceder de C/10 o sea 100mA [21].

El valor de Rc para la fuente de +5V es :

$$R_{C5} = \frac{V_o - V_d - V_{bat}}{I} = \frac{(\sqrt{2}(8) - 0.7 - 10)V}{100 \text{ mA}}$$

$$R_{C5} = 6.13 \Omega ; P = 0.61V \times 100mA = 0.061W$$

$$R_{C5} = 6.2 \Omega ; 1/4W \text{ (valor comercial)}$$

El circuito de la fuente de poder para +5V y +15V es el mostrado en la figura II.2.14. (Especificaciones y valores en el anexo II).

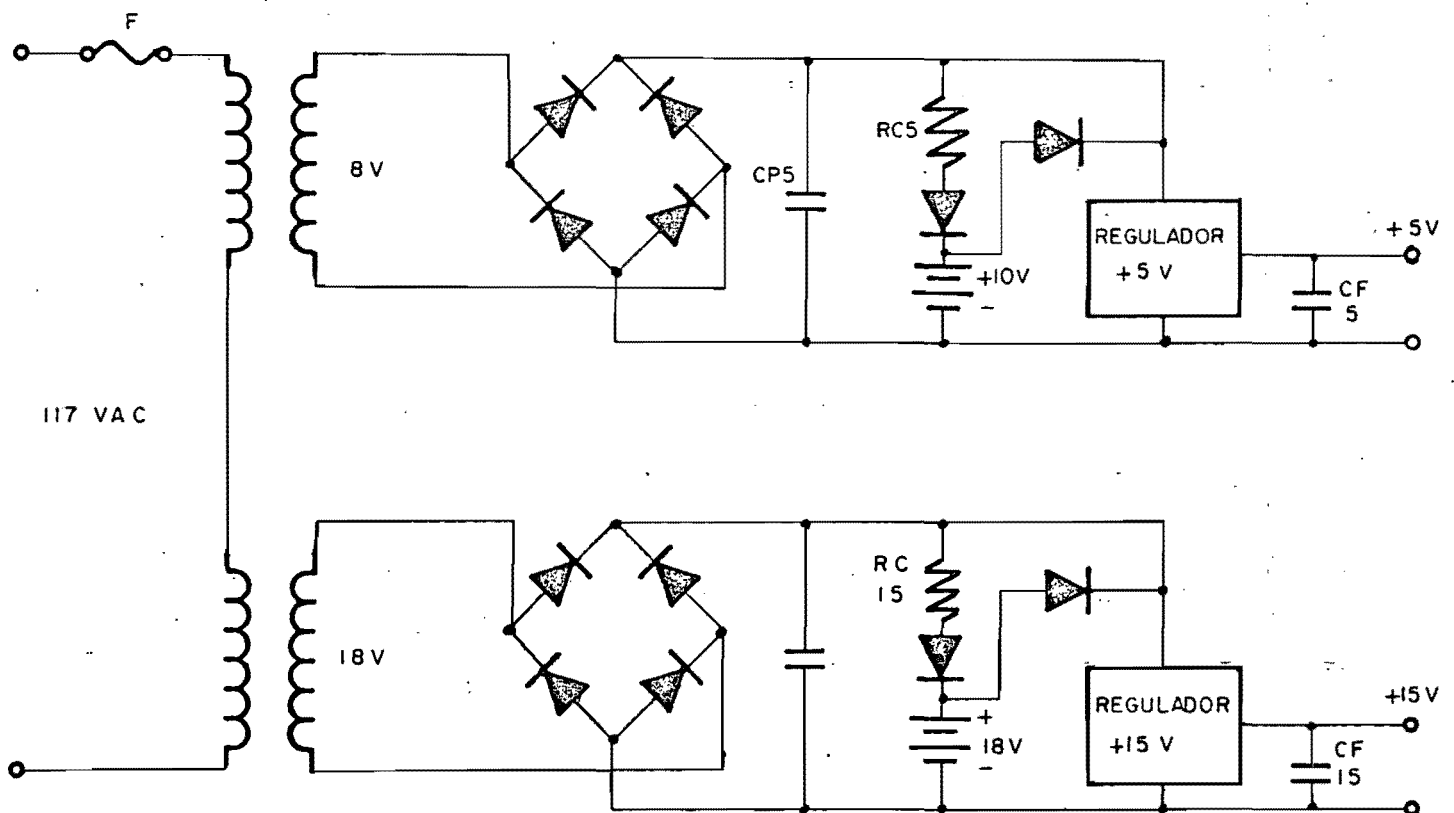


Figura II.2.14. Circuito de la fuente de poder

AUTONOMIA DE OPERACION CON RESPALDO DE BATERIAS.

Como en el nivel pasivo la fuente de +5V alimenta el anemómetro la veleta y al sistema de adquisición, el consumo de corriente es de :

$$I_p = I_A + I_V + I_{SAP} = (0.05 + 0.15 + 0.022) A = 0.222A$$

En el nivel activo solamente el sistema de adquisición incrementa su consumo de corriente de 0.022A a 0.070A, o sea, un incremento de 0.048A, pero esto ocurre durante 10 seg. cada vez que se realiza un muestreo, es decir, 1/360 del tiempo que opera en nivel pasivo.

Para el respaldo de baterías de la fuente de +5V se emplean baterías de 1AH de capacidad, con lo que se obtiene un tiempo de autonomía dado por la relación siguiente :

$$I_p t + I_A \left( \frac{1}{360} \right) t = C_b$$

Donde :

$I_p$  = Corriente en nivel pasivo

$I_A$  = Incremento de corriente en nivel activo

$C_b$  = Capacidad de las baterías de respaldo

$t$  = Tiempo de autonomía

Sustituyendo los valores de la tabla II.2.2. en la relación anterior, se obtiene :

$$0.222 \text{ A } t + \frac{0.048}{360} \text{ A } t = 1\text{AH}$$

Despejando :

$$t = \frac{1\text{AH}}{\left(0.222 + \frac{0.048}{360}\right)\text{A}} = 4.5\text{Hrs}$$

∴ El tiempo de operación con baterías de 1AH de capacidad es de 4.5 Hrs.

Como el termómetro permanece polarizado todo el tiempo, consumiendo 0.020A ( tabla II.2.2. ) y las baterías de respaldo para la fuente de +15V son de 90 MAH de capacidad, el tiempo de autonomía de operación es :

$$t = \frac{0.090\text{AH}}{0.020\text{A}} = 4.5\text{Hrs.}$$

Finalmente, todos los circuitos mencionados, junto con la grabadora y las baterías de respaldo son colocados en un chasis metálico y este a su vez, va contenido en un mueble de madera tal como se muestra en la figura II.2.15, se logra con esto tener un equipo apropiado para ser instalado dentro de casas-habitación en diferentes puntos de la ciudad.

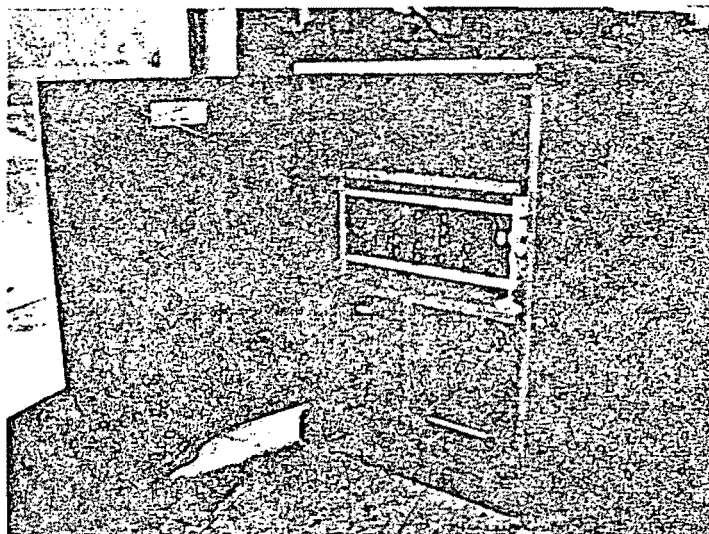


Figura II.2.15. Contenedor de los Circuitos de la Estación.

### II.3. Programa Monitor para Adquisición, Modulación y Grabación de Datos.

Cada vez que se cumple el tiempo de muestreo, el sistema debe tomar los datos y almacenarlos en una cinta magnética cassette, por medio de la ejecución de un programa monitor que efectúe la secuencia de operación siguiente :

- Inicializar las condiciones requeridas en la ejecución del programa monitor y posteriormente proporcionar un retardo de un segundo para evitar cualquier error ocasionado por los transitorios del encendido de la microcomputadora.
- Polarizar el circuito de medición de temperatura generando un retardo de 5 segundos en la ejecución del programa, para permitir que se establezcan su polarización y sus señales.
- Efectuar la adquisición de los datos de los canales digitales en paralelo. Se empieza con el canal interno usado para proporcionar la numeración de los muestreos (Localidad), evitándose el número cero en este dato, puesto que para fines de sincronía entre grupos y entre datos se usarán también ceros [6]. Posteriormente se toman los datos de velocidad y dirección del viento, controlándose la inicialización de la medición del primero a través de una línea del decodificador

inmediatamente después de haberse tomado el dato, para que el número de canales sea variable y de acceso secuencial o aleatorio se establecerá una tabla por medio de la cual se maneje la selección de dichos canales.

- Realizar la adquisición de los datos de los canales digitales en serie. En este caso se tiene un solo canal pero como en el caso anterior, se hará uso de una tabla para así poder tener un número de canales variable y de acceso secuencial o aleatorio. La determinación del dato de los canales se hará habilitando el contador interno de la microcomputadora durante un cierto lapso de tiempo, pudiendo variarse éste para manejar señales de diferentes frecuencias.
- Polarizar la grabadora dando un retardo de 5 segundos en la ejecución del programa permitiendo la estabilización de los circuitos para que la grabación sea confiable. Después de esto ya es posible arrancar el motor, para hacer avanzar la cinta y aplicar a la vez los datos en serie ya modulados [7]. Finalmente se apaga la grabadora y la microcomputadora.

El formato usado para que la recuperación de los datos grabados sea fácilmente recuperable, consiste en intercalar un cero de sincronía entre cada uno y aplicar un bloque de 10 ceros antes y después de cada grupo de datos del muestreo [6].

En general, se puede decir que la parte del programa monitor que se encarga de realizar la grabación de los datos, debe proporcionar a través de las líneas P20 y P21, correspondientes al puerto P2 de la microcomputadora, la secuencia mostrada en la figura II.3.1.

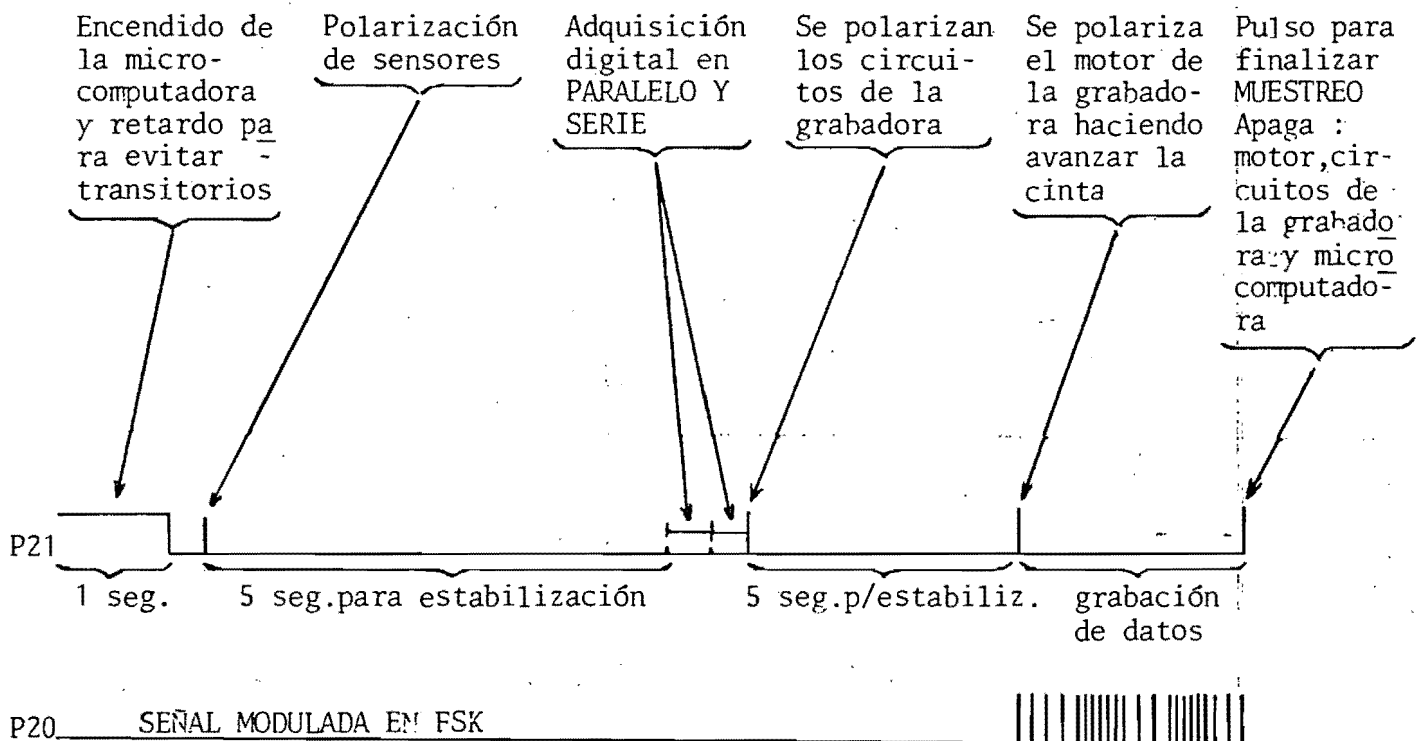


Figura II.3.1. Secuencia para Grabación de Datos Modulados



A continuación se presenta por medio de diagrama de flujo el programa principal para la operación del sistema.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA MONITOR

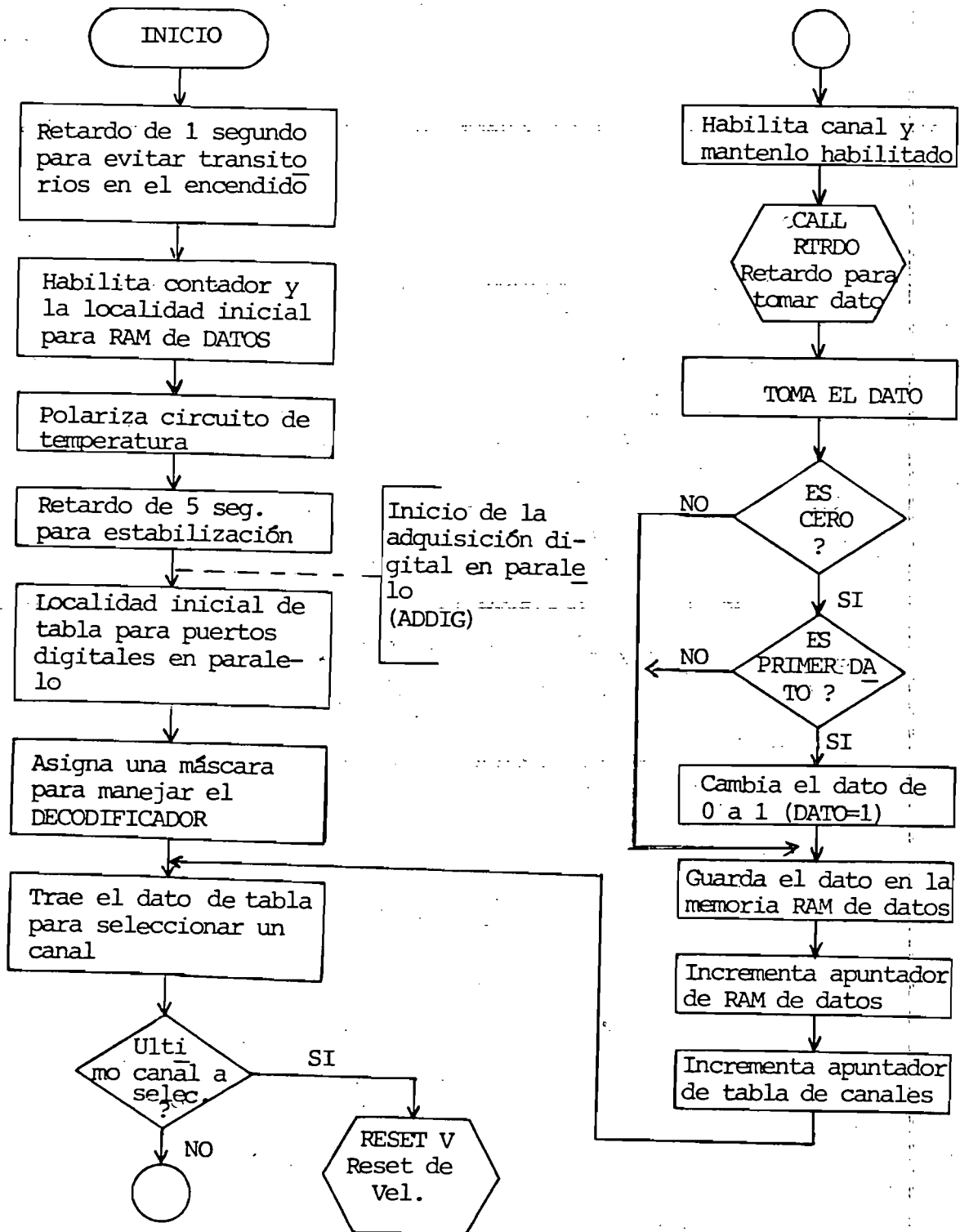
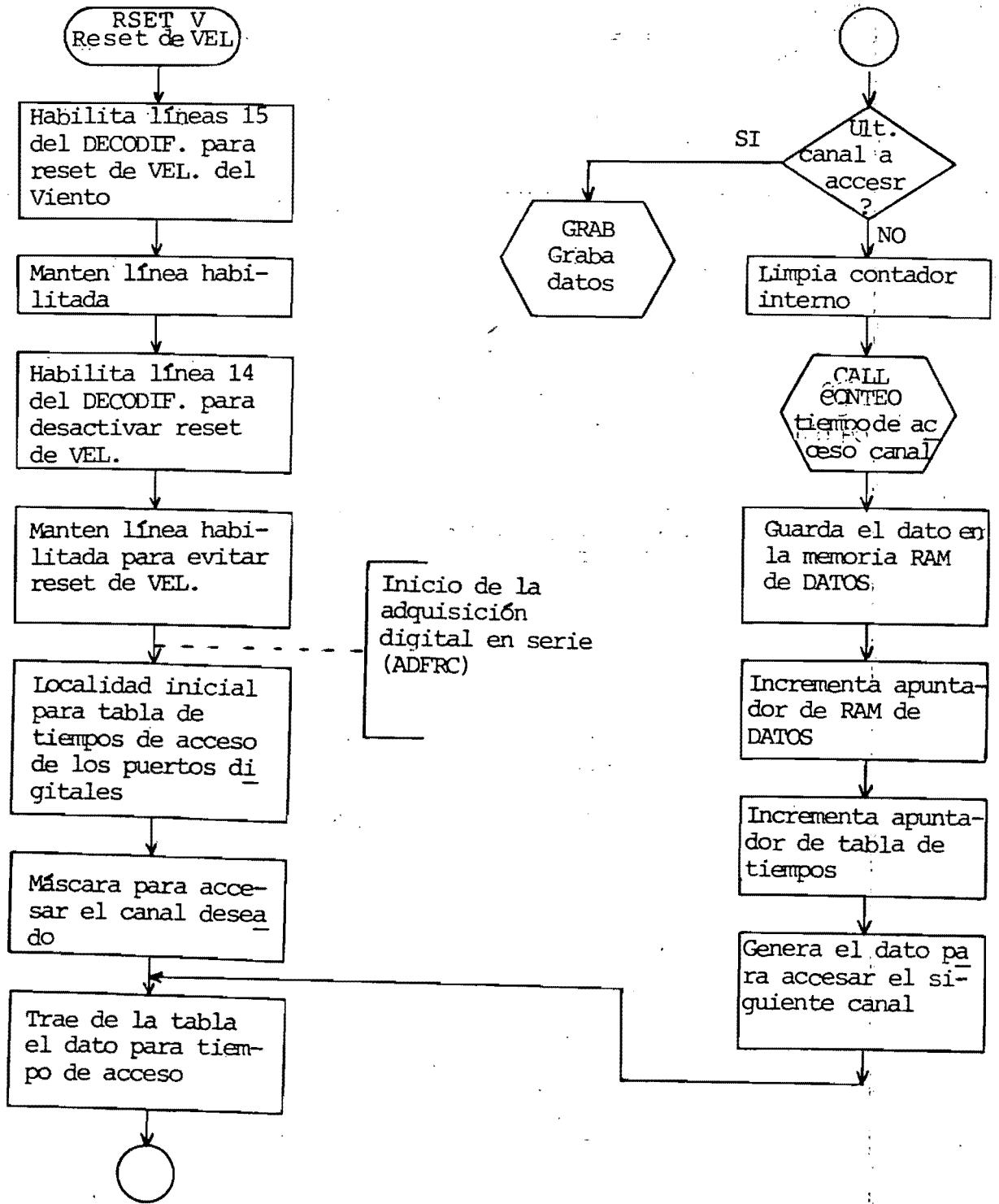
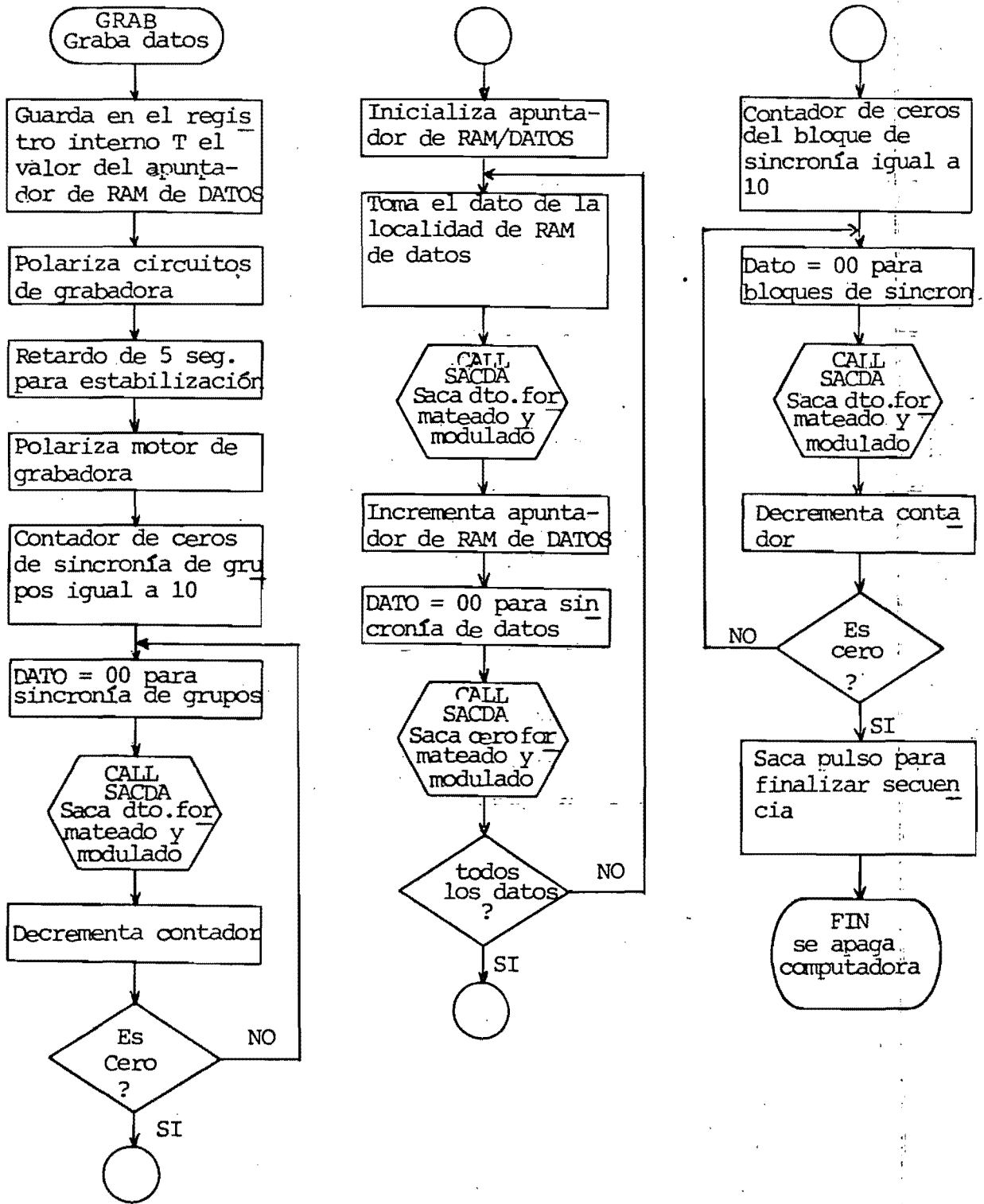


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA MONITOR (continuación)



## DIAGRAMA DEL FLUJO DEL PROGRAMA MONITOR (continuación)



## DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA PARA DETERMINAR LA PARIDAD DEL DATO

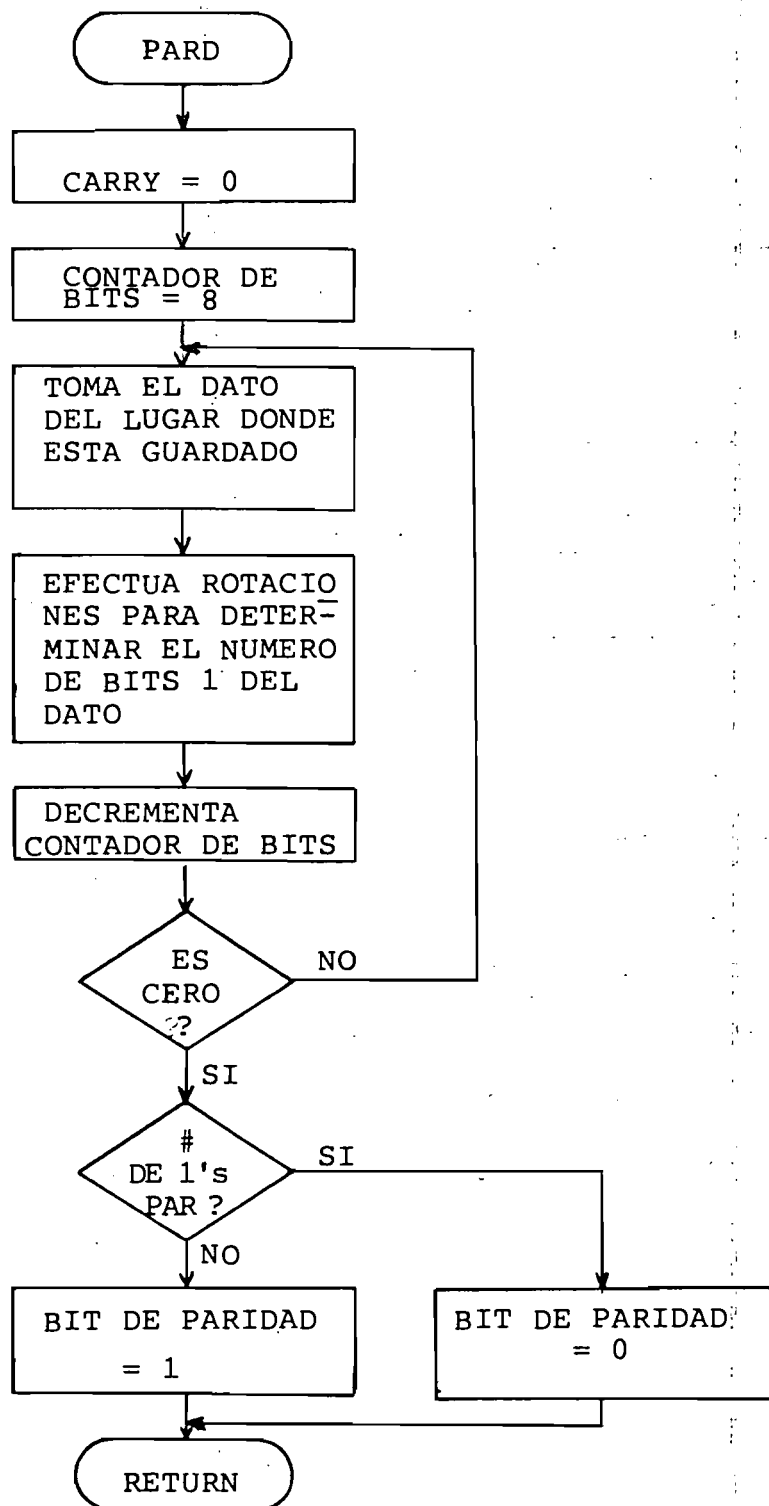
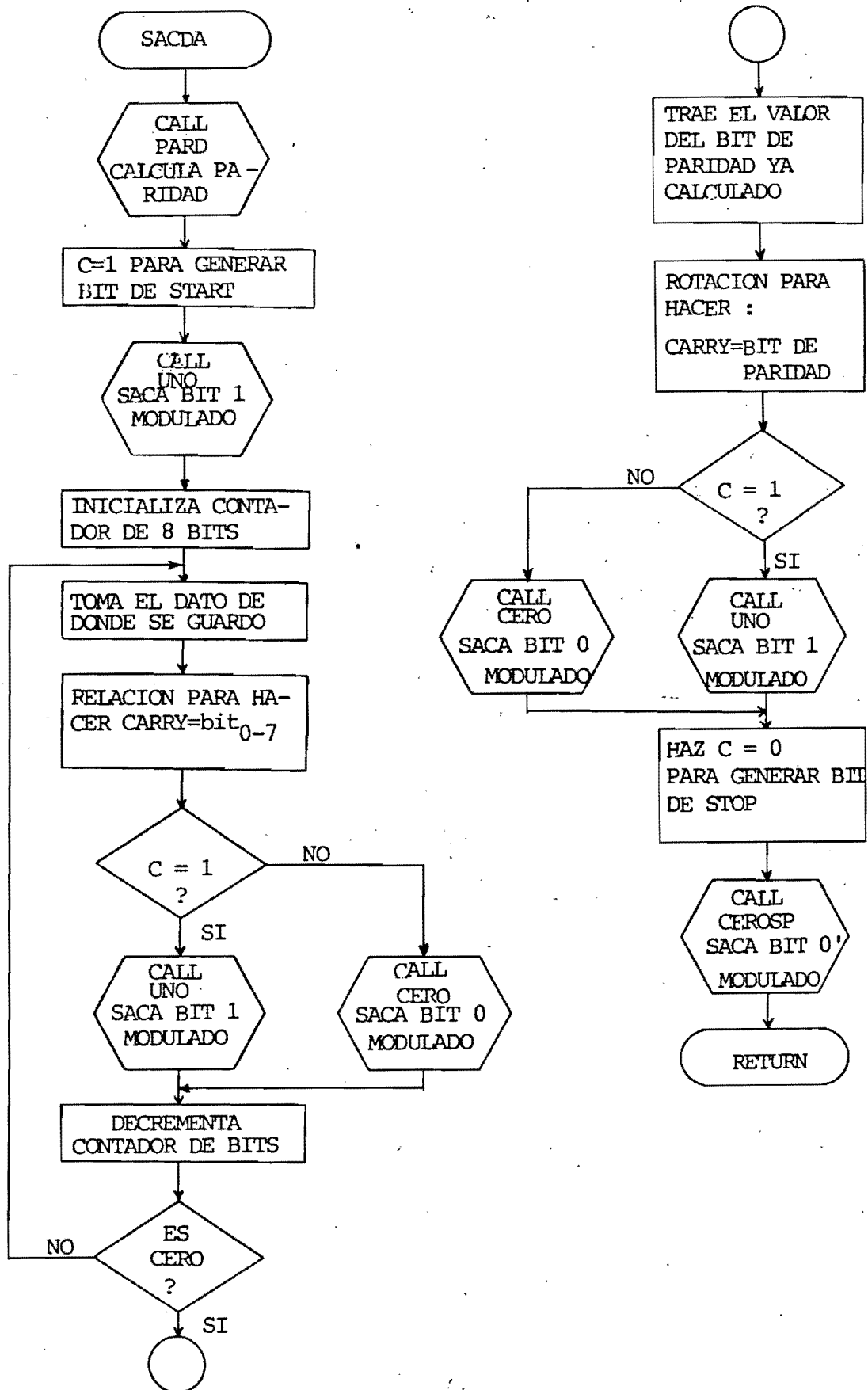
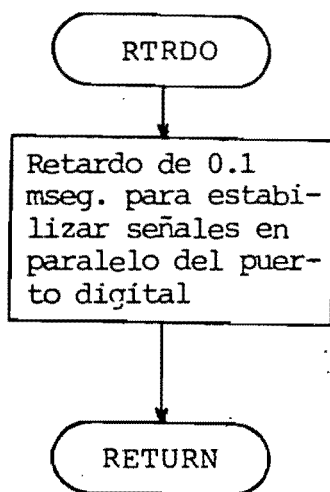


DIAGRAMA DE FLUJO DE LA SUBROUTINA PARA SACAR DATO MODULADO USANDO  
FORMATO PARA COMUNICACION ASINCRONA

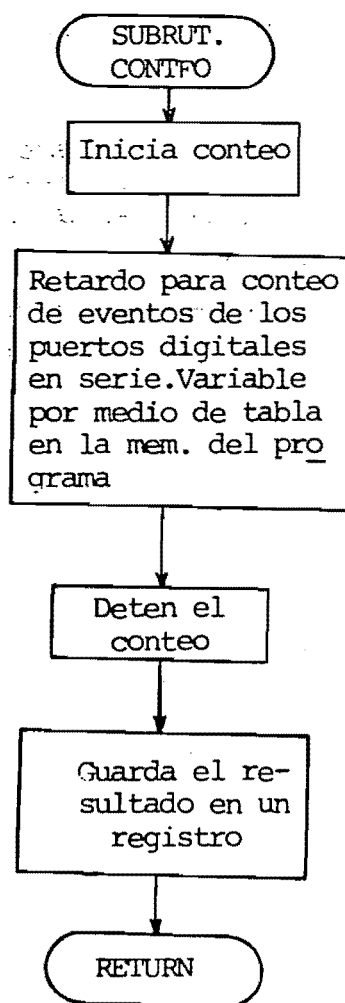


Las subrutinas requeridas para la ejecución del programa principal se presentan a continuación por medio de diagramas de flujo :

SUBROUTINA DE RETARDO  
DE 0.1 ms



SUBROUTINA PARA CONTEO  
DE EVENTOS



## GENERACION DE TIEMPOS DE RETARDO

Se procede ahora a calcular los tiempos dados en los diagramas de flujo, para lo cual, se debe tomar en cuenta que las instrucciones de la microcomputadora 8748 emplean 1 y 2 ciclos de máquina dependiendo de la operación efectuada y que cada ciclo tiene una duración de 2.5µseg.

La subrutina RTRDO es para generar un retardo de 0.1mseg. que permita la estabilización de las señales en paralelo de los puertos de adquisición digital y cuya duración se determina de acuerdo a lo siguiente :

SUBROUTINA RTRDO :

```

                                CALL (RTRDO)
RTRDO                          MOV A, OBH
                                DEC A
LOOP                            JNZ LOOP
                                NOP
                                RETR

```

El número de ciclos de la subrutina son :

$$\begin{aligned}
 C &= \text{CALL} + \text{MOV} + (\text{DEC} + \text{JNZ}) \cdot 11 + \text{NOP} + \text{RETR} \\
 &= 2 + 2(1 + 2) \cdot 11 + 1 + 2 = 7 + (3) \cdot 11 \\
 &= 7 + 33 = 40
 \end{aligned}$$

y la duración del retardo es ;

$$t \text{ (RTRDO)} = 40 \times 2.5 \mu\text{s} = 100 \mu\text{s} = 0.1 \text{ ms}$$

Para la habilitación de los puertos digitales en serie es necesario dar un tiempo de acceso cuya duración depende de la frecuencia de la señal a medir.

Para medir diferentes frecuencias se hará uso de una tabla ubicada en la página cero de la memoria del programa, donde se escribirá un dato para variar los retardos en la subrutina CONTEO.

Para el caso de la medición de temperatura la frecuencia máxima que entrega el circuito medidor es de 2560 Hz y como el conteo de los eventos se efectuará por medio del registro T de 8 bits, el número de lecturas que es posible tomar será de 256 y la duración del tiempo de acceso del canal está dada por la siguiente relación :

$$t \text{ (ACC)} = \frac{1}{2560\text{HZ}} \times 256 = 0.1 \text{ seg}$$

Para generar dicho tiempo de acceso y considerando que la duración del ciclo de máquina es de 2.5 $\mu$ s se requiere calcular el número de ciclos de la subrutina.



$$C = \frac{0,1 \text{ seg}}{2.5 \mu\text{s}} = 40,000 \text{ ciclos}$$

La subrutina de retardo será entonces :

```

CONTEO      STRT CNTI
LOOP1       MOVE R6, XXH
LOOP2       DJNZ R6, LOOP2
            DJNZ R7, LOOP1
            STOP CNTI
            MOV A, T
            MOV R7,A
            RETR

```

El número de ciclos está en función de R6 y R7 y se determina de acuerdo a lo siguiente :

$$\begin{aligned}
 C &= [ \text{MOV} + (\text{DJNZ}) \text{ R6} + \text{DJNZ} ] \text{ R7} \\
 &= (2 + 2 \times \text{R6} + 2) \text{ R7} \\
 &= (4 + 2 \times \text{R6}) \text{ R7}
 \end{aligned}$$

Por consiguiente, el valor de R6 debe ser 98 y el de R7 debe ser 200, siendo posible variar el tiempo de acceso del canal al modificar los valores de R6 y R7.

∴ R6 = 98 D = 62H      R7 = 200 D = C8H

Para generar los retardos de 1 y 5 segundos aproximadamente, se empleará la siguiente subrutina :

```

SUBROUTINA      5 SEG :
5 SEG            MOV R7, #XXH
5 SEG2           MOV R6, #FFH
RET2             MOV A, #FFH
RET1             DEC A
                  JNZ RET1
                  DJNZ R6, RET2
                  DJNZ R7, 5SEG2
RETR

```

El valor para R7 se calcula de acuerdo a lo siguiente :

Número de ciclos de la subrutina :

$$\begin{aligned}
 C &= \text{CALL} + \text{MOV} + \left[ \text{MOV} + (\text{MOV} + (\text{DEC} + \text{JNZ}) \text{FFH}) \text{FFH} \right] R7 \\
 &= 2 + 2 + \left[ 2 + (13 + (1 + 2) 256) 256 \right] R7 \\
 &= 4 + \left[ 2 + (2 + 768) 256 \right] R7 \\
 \therefore C &= 4 + (197, 122) R7
 \end{aligned}$$

En la tabla II.3.1, se presentan los casos para diferentes valores de R7 y el tiempo estimado para fines prácticos ( $t_n$ ) en donde no se requiera mucha precisión :

TABLA II.3.1.  
Valores de R7 para la Obtención de  
Diferentes Tiempos de Retardo

R7	CICLOS	t(seg)	$t_n$ (seg)
1	197,126	0.493	0.5
2	394,248	0.985	1
3	591,370	1.478	1.5
4	788,492	1.971	2
5	985,614	2.464	2.5
6	1'182,736	2.957	3
7	1'397,858	3.45	3.5
8	1'576,980	2.942	4
9	1'774,102	4.435	4.5
10	1'971,224	4.928	5

En caso de necesitar más precisión se tendría que incluir el uso de otro registro en la subrutina, en detrimento del número de registro disponibles. Por tal motivo, se concideran los tiempos aproximados para fines prácticos.

## ADQUISICION DIGITAL

El programa para la adquisición digital en paralelo, realiza los siguientes pasos :

- 1) Se lee el dato de LOCALIDAD (etiqueta para numerar muestreos) como si se tratara de un canal digital en paralelo externo al sistema.
- 2) Se empiezan a leer de la tabla de la memoria del programa los canales a seleccionar en el orden anotado (accesándolos a la vez) hasta reunir el total deseado.
- 3) Se da un reset a la lógica de medición de velocidad del viento para que inicie a cuantificarla de nuevo.

Para realizar esto se hace uso de una palabra de control aplicada por el puerto P1 de la microcomputadora al decodificador de habilitación de canales digitales en paralelo (figura II.2.1)

En la figura II.3.2. se muestra la distribución de señales correspondientes a esta palabra de control.

PALABRA DE CONTROL  
P1

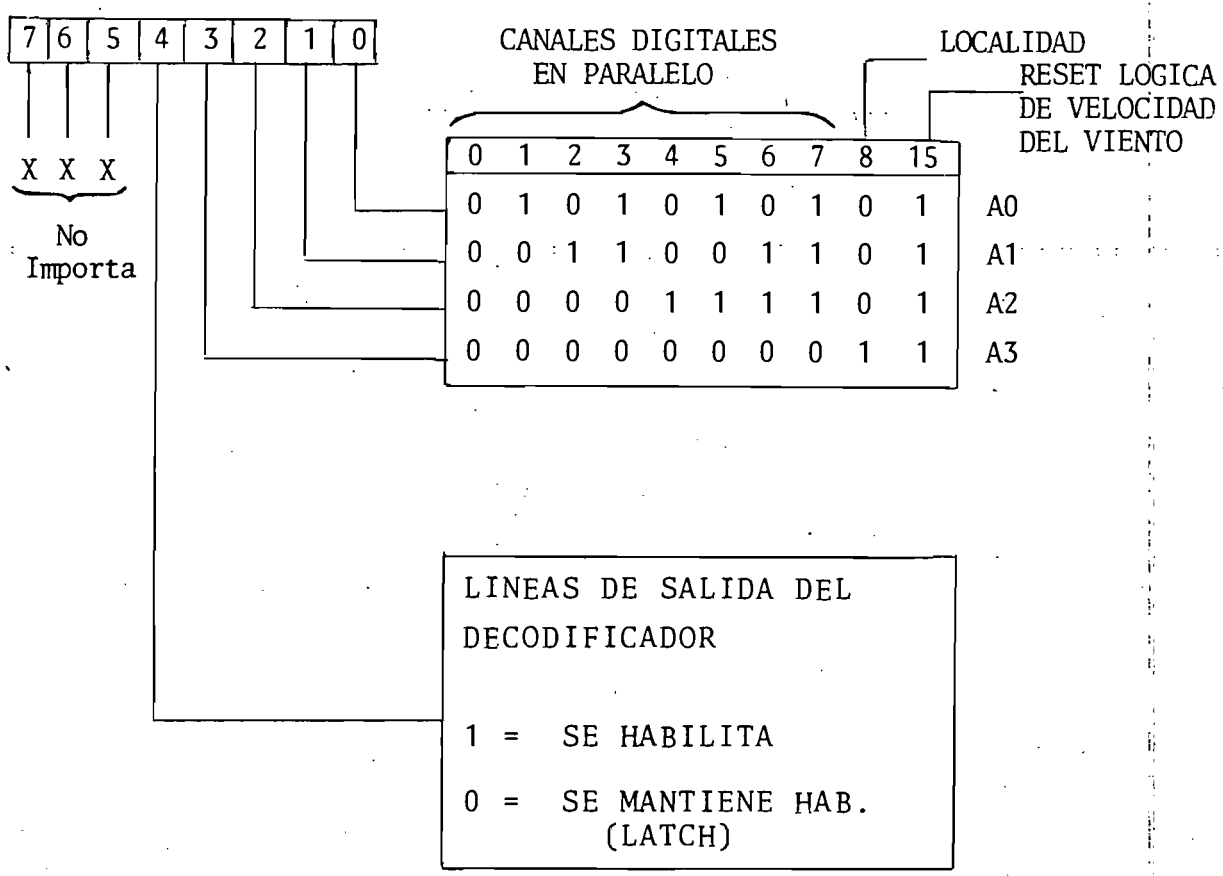


Figura II.3.2. Palabra de control para la Adquisición Digital en Paralelo.

Para la adquisición digital en serie se leen también de la tabla de la memoria del programa los canales a acceder en el orden anotado habilitándose a través del puerto P1 y un multiplexor (figura II.2.2.) haciendo uso de la palabra de control que se muestra en seguida :

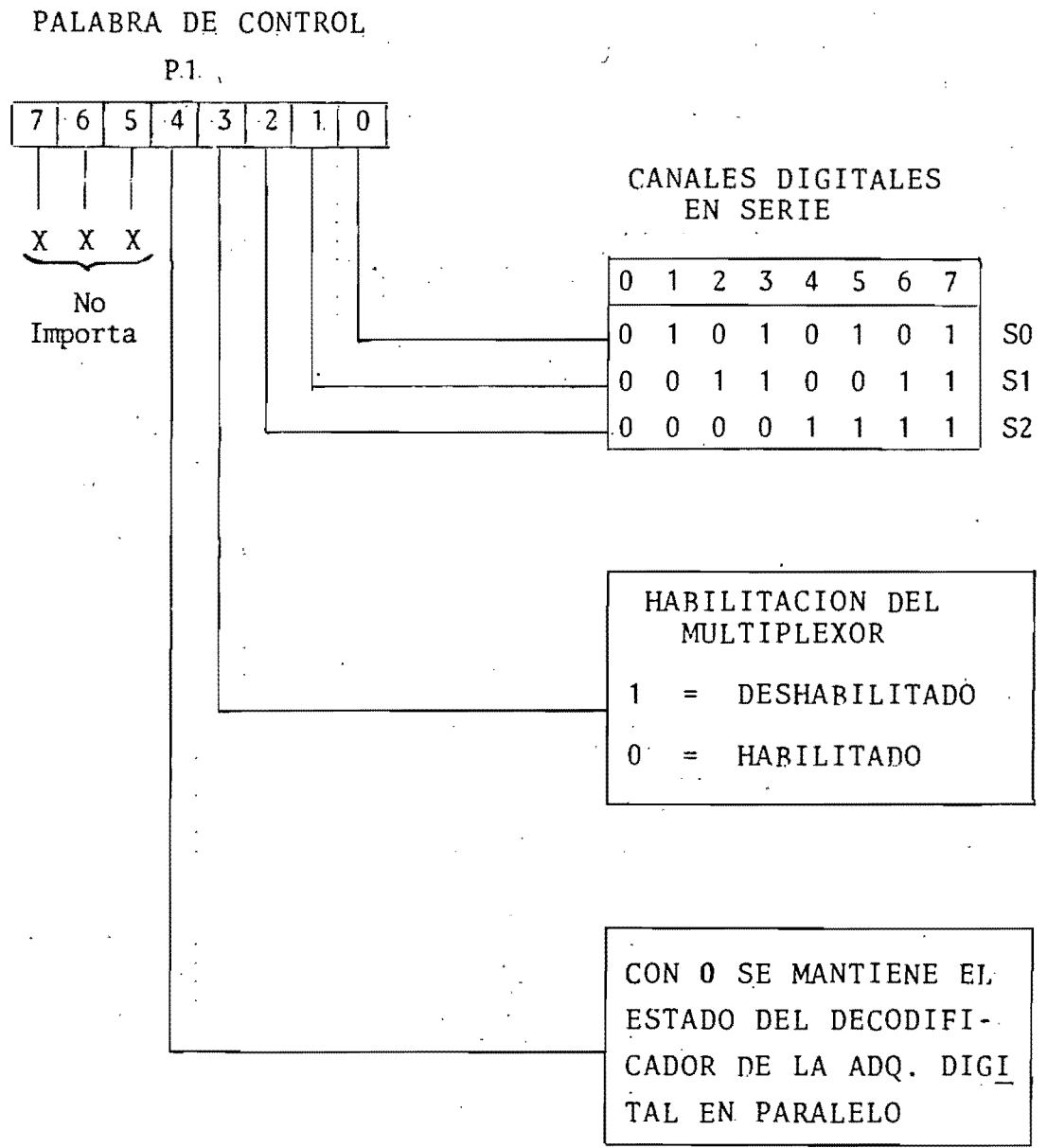


Figura II.3.3. Palabra de control para la Adquisición Digital en Serie.

La velocidad de grabación debe ser de 800 bits por segundo [7], por lo tanto, la duración de cada bit estará dada por la siguiente relación :

$$t_b = \frac{1}{800 \text{ bps}} = 1.25 \text{ mseg}$$

El período de la señal moduladora de 3200 Hz, para "0" es :

$$T_0 = \frac{1}{3200 \text{ Hz}} = 0.3125 \text{ mseg}$$

El período de la señal moduladora de 6400 Hz, para "1" es :

$$T_1 = \frac{1}{6400 \text{ Hz}} = 0.15625 \text{ mseg}$$

Se procede ahora a calcular el número de ciclos de las señales moduladoras que tienen que estar presentes por cada bit.

Para "0" :

$$C_0 = \frac{t_b}{T_0} = \frac{1.25}{0.3125} = 4 \text{ ciclos}$$

Para "1" :

$$C_1 = \frac{t_b}{T_1} = \frac{1.25}{0.15625} = 8 \text{ ciclos}$$

Por lo tanto, el programa deberá generar 4 ciclos para presentar un bit "0" y 8 ciclos para un bit "1". En la figura II.3.4. se muestra un diagrama de tiempos para la información modulada.

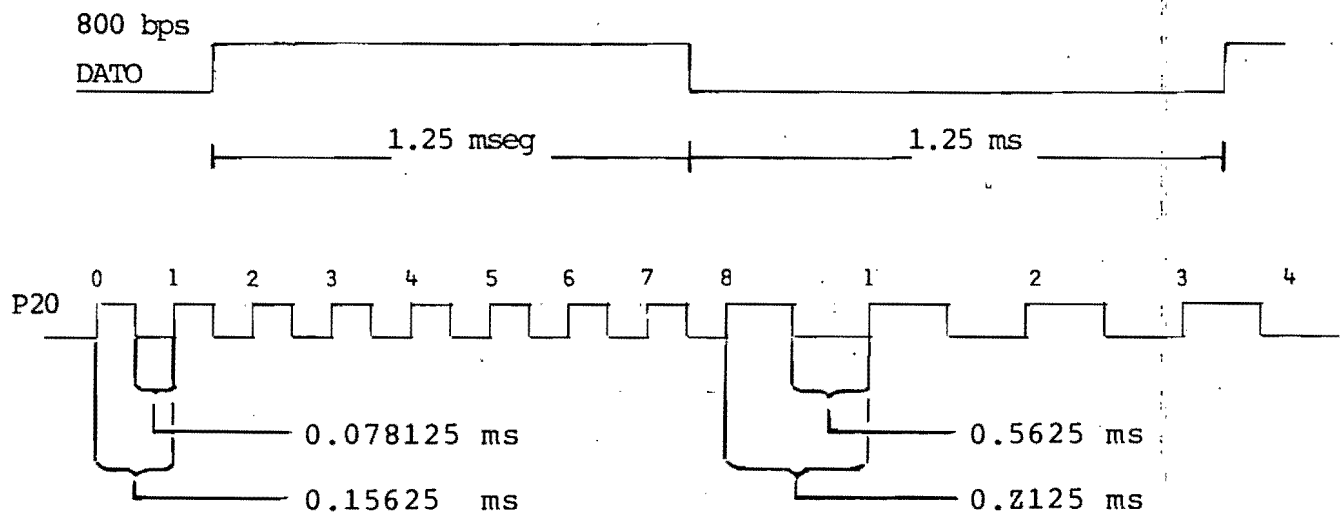
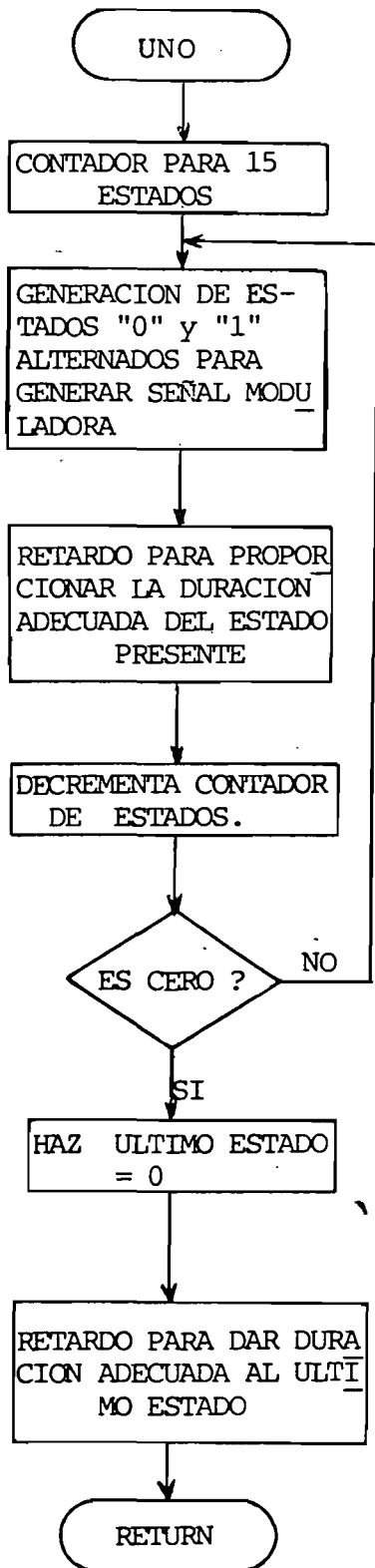


FIGURA II.3.4. Diagrama de tiempos para modulación FSK, con 3200 Hz y 6400 Hz.

A continuación se presentan los diagramas de flujo de las subrutinas para generar la señal modulada correspondiente a cada bit, ya sea "0" o "1".



SUBROUTINA PARA  
GENERAR BIT "1"  
MODULADO



SUBROUTINA PARA  
GENERAR BIT "0"  
MODULADO



SUBROUTINA PARA  
GENERAR BIT DE  
STOP MODULADO



## MODULACION Y GRABACION

Para la salida de los datos modulados se emplea la línea 0 del puerto P2 de la microcomputadora y por medio de la línea 1 se polarizan los circuitos de la grabadora, se arranca y frena al moter. Por lo tanto, esta línea provee de los pulsos necesarios para manejar el circuito de control de grabación (Figura II. 2.11).

Como se mencionó anteriormente, para efectuar la modulación de los datos binarios se requiere generar 8 ciclos de señal cuadrada de 6400Hz para el bit 1, y para el bit 0 se requieren 4 ciclos a 3200 Hz.

De la Figura II.3.4. se ve que la duración de cada uno de los 8 estados es de 78.125  $\mu$ seg. Cabe señalar que el último estado (el 8), no tiene esta misma duración puesto que esta ligado con las instrucciones de la subrutina principal para la determinación del valor del siguiente bit :

### SUBROUTINA PARA GENERAR BIT "1" MODULADO

La subrutina para la generación de un bit 1 modulado constará de 2 partes una para la duración de los 15 estados alternados iniciales y la otra para dar la duración del último estado.

SUBROUTINA UNO ;

UNO	MOV	R1, #OFH	}	DURACION DE LOS 15 ESTADOS INICIALES (78.125µseg)		
	MOV	A, #01H				
ESDO	ANL	A, R1				
	OUTL	P2, A				
	MOV	R6, XX				
LDUNI	DJNZ	R6, LPUNI				
	NOP					
	DJNZ	R1, ESDO				
	MOV	A, R1				
	OUTL	P2, A				
	MOV	R6, YY				
LPUNZ	DJNZ	R6, LPUNZ				
	RTRN					
					}	DURACION DEL ULTIMO ESTADO (35.625 µseg)

El número de ciclos de máquina requeridos para generar un retardo de 78.125 µseg. es :

$$C_1 = \frac{78.125 \mu s}{2.5 \mu s} = 31.25 \text{ ciclos}$$

Como el número de ciclos debe ser entero, entonces :

$$C_{1a} = 31 \text{ ciclos}$$

Se determina ahora el valor que debe tener R6 en la primera parte de la subrutina uno, para poder generar un retardo de 78.125 µseg.

$$\begin{aligned}
 31 &= \text{MOV} + \text{DJNZ (R6)} + \text{NOP} + \text{DJNZ} + \text{MOV} + \text{ANL} + \text{OUTL} \\
 &= 2 + 2 \text{ R6} + 1 + 2 + 2 + 1 + 1 \\
 &= 9 + 2 \text{ R6}
 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{R6} = \frac{31 - 9}{2} = 11\text{D} = \text{OBH}$$

Para la determinación de la duración del retardo en la segunda etapa de la subrutina UNO es necesario determinar el tiempo que toma ejecutar las instrucciones de la subrutina principal.

Se determina por lo tanto, el número de ciclos de éstas instrucciones :

$$\begin{aligned}
 C_{sp} &= \text{DJNZ} + \text{MOV} + \text{REC} + \text{MOV} + \text{JNC} + \text{CALL (1/0)} + \text{MOV} + \text{MOV} + \\
 &\quad \text{ANL} + \text{OUTL} \\
 &= 2 + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 \\
 \therefore C_{sp} &= 17 \text{ ciclos}
 \end{aligned}$$

El número de ciclos para la segunda etapa se determina de acuerdo a lo siguiente :

$$C_{1b} = C_{ia} - C_{sp} = 31 - 17 = 14 \text{ ciclos}$$

Se calcula el valor de R6 para la segunda parte de la subrutina :

$$C_{1b} = \text{MOV} + \text{DJNZ (R6)} + \text{RET}$$

$$14 = 2 + 2 R6 + 2$$

Despejando :

$$R6 = \frac{14 - 4}{2} = 5$$

$$\therefore R6 = 5D = 5H$$

### SUBROUTINA PARA GENERAR BIT CERO MODULADO

La subrutina para la generación de un bit cero modulado consta de las mismas instrucciones que la subrutina uno, pero con distintos valores de B6 para proporcionar los retardos adecuados. En este caso la duración de cada estado debe ser de 0.15625 mseg. (Figura II.3.4.), y el número de ciclos de máquina es :

$$C_0 = \frac{156.25 \mu s}{2.5 \mu s} = 62.5 \text{ ciclos}$$

Como el número de ciclos debe ser entero se considera que :

$$C_{0a} = 63 \text{ ciclos}$$

Se determina ahora el valor de R6 para la primera parte de la subrutina CERO, en la misma forma que se hizo para la subrutina UNO.

$$R6 = \frac{63 - 9}{2} = 27$$

$$\therefore R6 = 27D = 1BH$$

El número de ciclos de la subrutina principal considerados para esta subrutina es el mismo que para la subrutina UNO.

Por lo tanto :

$$Cob = Coa - Csp = 63 - 17 = 46 \text{ ciclos}$$

Y el valor de R6 para la segunda parte de la subrutina CERO es :

$$R6 = \frac{46 - 4}{2} = 21$$

$$\therefore R6 = 21D + 15H$$

### SUBROUTINA CEROSP

Las instrucciones de esta subrutina son las mismas de las subrutinas UNO y CERO, la diferencia es que está hecha para

generar el bit de STOP modulado, el cual tiene un último estado, (estado 4 en la figura II.3.4.), con una duración diferente al último estado de los bits generados por la subrutina CERO. La razón de la distinta duración es que este bit está ligado con el bit de START del siguiente dato (cero de sincronía) y las instrucciones de la subrutina principal son necesarias para determinar el dato a modular y el cálculo de su paridad, por tal motivo para determinar la duración de la segunda parte de la subrutina CEROSP se deberá calcular primero el número de ciclos de la subrutina PARD (calcula la paridad del dato).

SUBROUTINA PARD :

PARD	CLR	C
	MOV	R3,#08H
	MOV	R4,#00H
	MOV	A,R2
RROT	RRC	A
	JNC	NUMCR
	INC	R4 R
NUMCR	DJNZ	R3,RROT
	MOV	A,#01H
	ANL	A,R4
	JZ	PPAR
PIMPR	MOV	R4,#01H
	RETR	
PPAR	MOV	R4,400H
	RETR	

El número de ciclos empleados en esta subrutina es :

$$\begin{aligned}
C_p &= \text{CLR} + \text{MOV} + \text{MOV} + \text{MOV} + (\text{RRC} + \text{JNC} + \text{INC} + \text{DJNZ}) \cdot R3 + \\
&\quad \text{MOV} + \text{ANL} + \text{JZ} + \text{MOV RETR} \\
&= 1 + 2 + 2 + 2 + (1 + 2 + 1 + 2) \cdot 8 + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 \\
&= 16 + 6(8) = 64 \text{ ciclos}
\end{aligned}$$

Hay que considerar también las instrucciones de la subrutina principal involucradas en la determinación del siguiente dato.

Por lo tanto, los ciclos adicionales son :

$$\begin{aligned}
C_a &= \text{INC R0} + \text{MOV R2, \#00H} + \text{CALL SACDA} + \text{CALL PARD} + \text{MOV R1, \#01H} + \\
&\quad \text{MOV A, R1} + \text{RRC A} + \text{MOV R1, A} + \text{JNC ERR} + \text{CALL UNO} + \text{MOV R1,} \\
&\quad \text{\#0FH} + \text{MOV R1, \#01H} + \text{ANL A, R1} + \text{OUTL P2, A} \\
&= 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1
\end{aligned}$$

$$\therefore C_a = 24 \text{ ciclos}$$

El total de ciclos es :

$$C_{\text{stop}} = C_p + C_a = 64 + 24 = 88 \text{ ciclos}$$

Por lo tanto, este último estado tiene una duración mayor a cualquier otro, cosa que no perjudica la grabación de los datos modulados pero que si habría que considerar en el sistema de la demodulación para la recuperación de la información.



La subrutina CEROSP queda finalmente así :

SUBROUTINA CEROSP

```

CEROSP      MOV      R1,#07H'
VLES        MOV      A,#01H
            ANL      A,R1
            OUTL     P2,A
LPSPI       MOV      R6,#1B
            DJNZ     R6,LSPI
            DJNZ     R1,VLES
            MOV      A,R1
            OUTL     P2,A
            RETR

```

A continuación se resumen los valores de R6 para generar las duraciones apropiadas, de los estados en las subrutinas UNO, CERO y CEROSP.

Tabla II. 3.2.

Valores de R6 para la Generación de Tiempos de Retardo

SUBROUTINA UNO				SUBROUTINA CERO				SUBROUTINA CEROSP			
P A R T E				P A R T E				P A R T E			
1		2		1		2		1		2	
DEC	HEX	DEC	HEX	DEC	HEX	DEC	HEX	DEC	HEX	DEC	HEX
11	0B	5	5	27	18	21	15	27	18	-	-

R6

La programación de la UVEPROM de la microcomputadora 8748 se puede realizar por medio de un programador diseñado en el IIMAS de la UNAM, el cual emplea una Computadora Personal TRS-80 o bien se puede usar un sistema de desarrollo conocido como PROMT-48 de la compañía INTEL diseñado específicamente como sistema de desarrollo para la serie MC-48.

El listado del programa en lenguaje de máquina, diseñado para llevar a cabo la operación del sistema digital de adquisición de datos, se muestra en el anexo I.

### III . SISTEMA DE PROCESAMIENTO DE INFORMACION

#### III.1 DESCRIPCION GENERAL DEL SISTEMA CENTRAL DE PROCESAMIENTO DE DATOS.

La recuperación y análisis de la información contenida en las cintas magnéticas, se realiza por medio de un sistema central de procesamiento de datos formado por una computadora personal (TRS-80), un demodulador de FSK, una interfase de expansión de puertos y una impresora, como se muestra en la figura III.1.1. El demodulador ahí mostrado tiene como función recibir la información analógica que contiene la cinta, demodularla y entregarla a la computadora personal en forma digital en serie a través de la interfase de expansión, a la misma frecuencia a la que fue grabada.

La computadora personal (CP) se encarga de determinar el valor del dato que proviene del demodulador, verificar su paridad y detectar e indicar los errores en caso de haberlos, finalmente se almacenan los datos en la memoria para su posterior utilización.

El análisis preliminar a la obtención de la solución numérica de los modelos matemáticos consiste en la representación de gráficas y listados, ya sea en papel o en la pantalla de televisión.

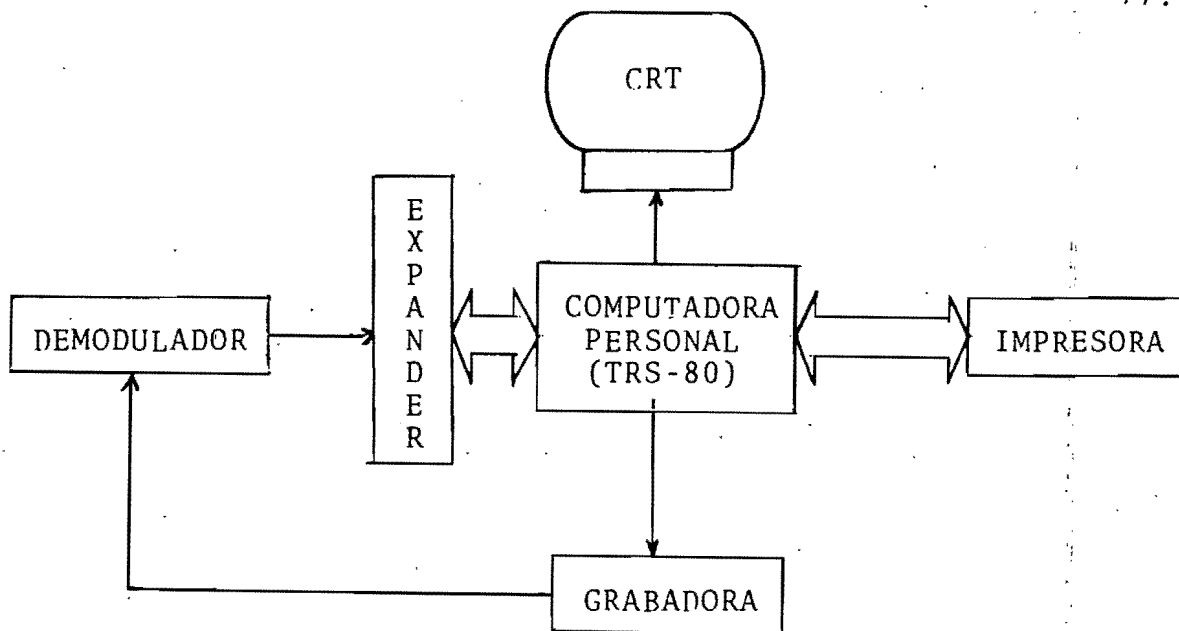


Figura ILL1.1. Configuración del Concentrador de Datos

Debido a que los modelos matemáticos se deben procesar en una computadora de gran capacidad, será necesario establecer un canal de comunicaciones entre esta y la CP.

Con los datos recibidos por la computadora es posible generar archivos conteniendo bancos de datos para la solución numérica de los modelos matemáticos, gráficas muy variadas dependiendo del tipo de estudio que se desee realizar, ilustrando desde parámetros de interés contra tiempo hasta gráficas que muestren la concentración de contaminantes en diferentes puntos del Valle de México.

## III.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LAS CINTAS MAGNETICAS

La información que recibe la computadora personal (CP) como ya se mencionó, es en forma de bits en serie, por tal motivo se tiene que determinar bit a bit cada uno de los valores correspondientes hasta lograr obtener el dato completo en 8 bits y así poder almacenarlo en la memoria para posteriormente transformarlo a unidades reales del parámetro en cuestión.

Como el lenguaje que emplea la CP es BASIC y la velocidad a la que se recibe la información es de 800 bits por segundo [6], no sería posible tener un programa en dicho lenguaje que fuera lo suficientemente rápido para efectuar la detección de cada uno de los bits en serie provenientes de las cintas de las estaciones. Por consiguiente, es indispensable realizar un programa que disponga de una parte en lenguaje BASIC, para proporcionar las instrucciones de operación del programa de procesamiento de información y otra parte en lenguaje de MAQUINA para la detección y recuperación de la información en serie.

A continuación se presenta una descripción de cada una de las partes de que consta el programa para procesamiento de la información.

### III.2.1. PROGRAMA EN LENGUAJE DE MAQUINA PARA LECTURA DE DATOS.

Para efectuar esta parte del programa es necesario conocer que tipo de microprocesador es el elemento central de la CP, así como la forma de emplear los modos de operación que permiten efectuar programas en editor/ensamblador.

El microprocesador contenido en la CP es el Z-80, diseñado por Zilog, Inc.

En general, todos los datos en la CP y muchos de los datos del Z-80 se manejan con 8 bits o segmentos de un byte [16].

Conociendo la arquitectura del microprocesador Z-80 de la CP y haciendo uso de su set de instrucciones y los modos de direccionamiento [16] y [17], es posible realizar el programa en lenguaje editor/ensamblador para la recuperación de la información de las cintas de las estaciones.

Hay básicamente dos formas de construir e implementar programas en lenguaje de máquina para la CP. La primera es codificando en lenguaje de máquina directamente, esto es, escribiendo el programa en papel y con métodos manuales, construyendo la propia secuencia de instrucciones para el Z-80. La segunda forma es codificando en lenguaje ensamblador, usando el pro



DEPFI

grama Editor/Assembler de la CP el cual traduce la forma simbólica de las instrucciones en lenguaje de máquina, cargándo en la CP por medio de la porción de la lectura del programa Editor/Assembler.

La programación en lenguaje de máquina es bastante tediosa, pero da mucha idea acerca de la forma en que el lenguaje ensamblador construye los programas, una vez conocido esto, es preferible realizar los programas en lenguaje editor/ensamblador.

Para poner un programa en el formato apropiado para el ensamblador es necesario usar una instrucción "ORG"(origin), la cual dice donde residirá el programa a ser ejecutado. Sin un ORG el ensamblador no puede conocer las direcciones usadas en algunas de las instrucciones.

Una buena área de RAM para que recidan los programas en lenguaje de máquina es cerca del final de 4K de RAM ( III.2.1.1.).

ADDRESS		
DECIMAL	HEXIDECIMAL	
0	0000	
		LEVEL II BASIC ROM
12288	3000	
		RESERVED
14302	37D	COMMUNICATION STATUS ADDRESS
14303	37DF	COMMUNICATION DATA ADDRESS
14304	37E0	INTERRUPT LATCH ADDRESS
14305	37E1	DISK DRIVE SELECT LATCH ADDRESS
14308	37E4	CASSETTE SELECT LATCH ADDRESS
14312	37E8	LINE PRINTER ADDRESS
14316	37EC	FLOPPY DISK CONTROLLER ADDRESS
14336	3800	
		TRS-80 KEYBOARD
		MEMORY
15360	3000	
		TRS-80 CRT
		VIDEO MEMORY
16383	3FFF	
16384	4000	
		LEVEL II BASIC FIXED RAM
		VECTORS (RST'S 1 THROUGH 7)
16402	4012	
16405	4015	
		KEYBOARD DEVICE CONTROL BLOCK
		DCB + 0 = DCB TYPE
		+ 1 = DRIVER ADDRESS
		+ 2 = DIRVER ADDRESS
		+ 3 = Ø
		+ 4 = Ø
		+ 5 = Ø
		+ 6 = 'K'
		+ 7 = 'I'
16413	401D	
		VIDEO DISPLAY CONTROL BLOCK
		DCB + 0 = DCB TYPE
		+ 1 = DRIVER ADDRESS (LSB)
		+ 2 = DRIVER ADDRESS (MSB)
		+ 3 = CURSOR POS N (LSB)
		+ 4 = CURSOR POS N (MSB)
		+ 5 = CURSOR CHARACTER
		+ 6 = 'D'
		+ 7 = 'O'

Figura III.2.1.1. Mapa de la Memoria de la TRS-80



16421	4025	LINE PRINTER CONTROL BLOCK
		DCB + 0 = DCB TYPE
		+ 1 = DRIVER ADDRESS (LSB)
		+ 2 = DRIVER ADDRESS (MSB)
		+ 3 = LINES/PAGE
		+ 4 = LINE COUNTER
		+ 5 = Ø
		+ 6 = 'P'
		+ 7 = 'R'
16429	40D	RESERVED
16463	404F	FDC INTERRUPT VECTOR
16464	4050	COMMUNICATIONS INTERRUPT VECTOR
16468	4054	RESERVED
16476	405C	RESERVED
16478	405E	25 MSEC HEARTBEAT INTERRUPT
16512	4080	RESERVED
		LEVEL II BASIC FREE RAM
		[ RESERVED
16870	41E6	I/O BUFFER
17127	42E7	ALWAYS ZERO
17128	42E8	[ + PROGRAM TEXT
17129	42E9	[ + SIMPLE VARIABLES
		[ + ARRAYS
		[ + STRING VARIABLE NAMES AND OVERHEAD
		[ FREE MEMORY
		[ + STACK
		[ + STRING SPACE
		[ SPACE RESERVED FOR MACHINE LANGUAGE ROUTINES MIXED WITH BASIC - IF MEMORY SIZE SET
20479 (4K)	4FFF (4K)	
32767 (16K)	7FFF (16K)	END OF ACTUAL MEMORY

(continuación figura III.2.1.1.)

**SECUENCIA DE OPERACION DEL PROGRAMA**

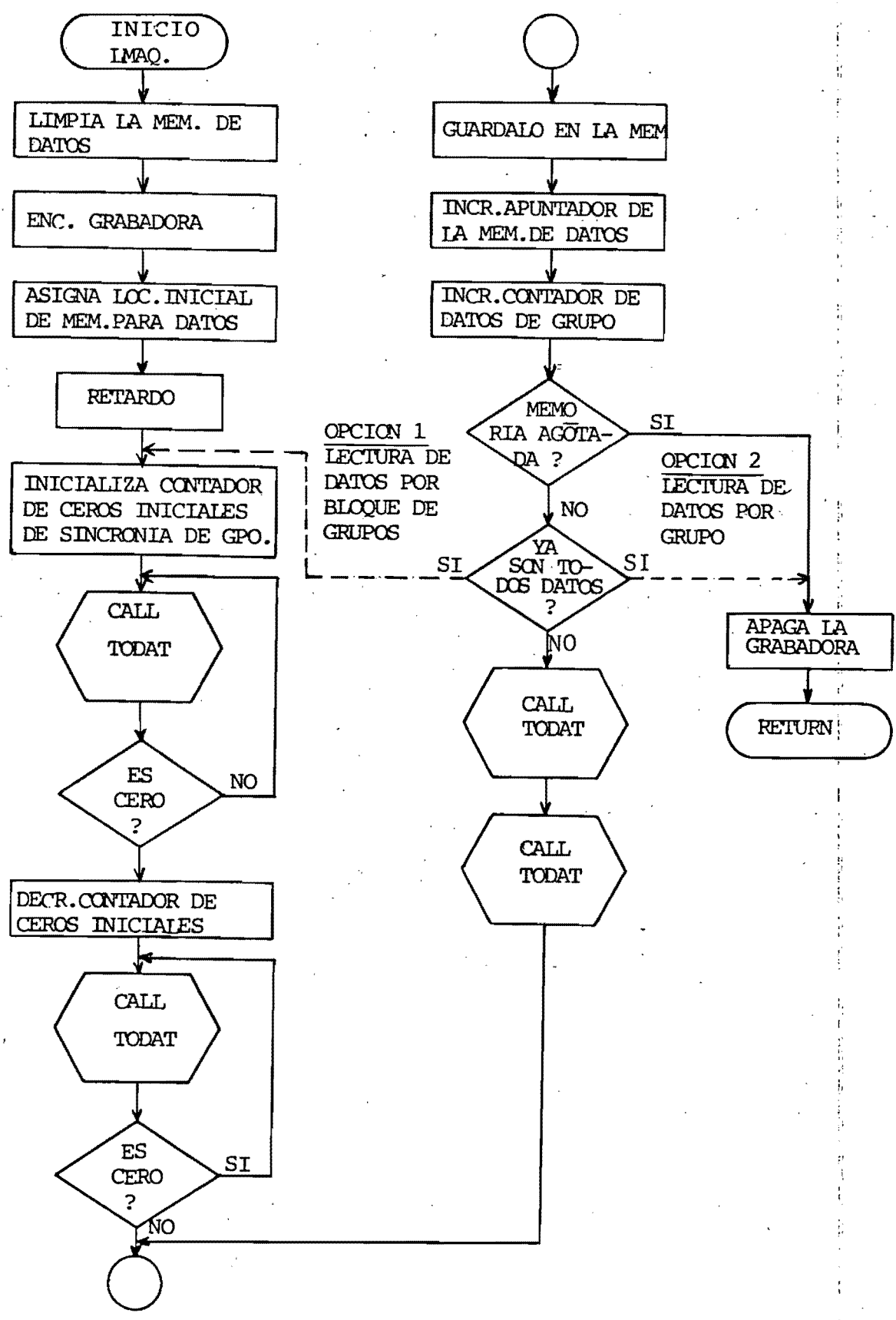
- Se limpia el bloque de memoria donde se van a guardar los datos.
- Se enciende la grabadora para enviar los datos de la cinta a la CP, pasando por el demodulador.
- Se empiezan a tomar los datos, checando que existan, en caso contrario se termina la ejecución del programa.
- Detectar que existan los ceros de sincronía que van al principio de cada grupo de datos.
- Esperar el primer dato distinto de cero, o sea, el dato de localidad determinando los subsecuentes y guardándolos en la memoria de la CP.

Después de que se ha tomado todo el grupo de datos existen dos opciones :

- Una es dar por terminado este programa, quedando los datos en una memoria auxiliar, imprimiendo o graficando en unidades reales.

- La otra es seguir tomando los grupos de datos, hasta llenar la memoria disponible de la CP o hasta detectar la ausencia de datos en la cinta, finalmente se da por terminada la ejecución del programa y se procede a transmitir el bloque de datos a una unidad de disco de la computadora de gran capacidad.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA PRINCIPAL PARA LA RECUPERACION DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LAS CINTAS MAGNETICAS



Existen ciertas características propias de la CP que hay que tener en cuenta para la realización del programa mencionado. Por tal motivo, cabe señalar que para encender la grabadora se tiene que hacer uso de una rutina interna de la CP denominada DEFINE DRIVE :

```
DEFINE DRIVE          LD A, 0 ; BOARD CASSETTE  
                      CALL 0212H; DEFINE DRIVE
```

Para determinar la duración de los retardos hay que tomar en cuenta que cada una de las operaciones básicas (ciclos M) puede tomar de 3 a 6 periodos de reloj (ciclos T) y que las instrucciones son meramente una serie de ciclos T y M. En la figura III.2.1.2. se muestra una instrucción que conciste de 3 ciclos de máquina (M1, M2 y M3). El primer ciclo de máquina de cualquier instrucción es de 4, 5 ó 6 ciclos T. El ciclo M1 se usa para tomar el código de operación de la siguiente instrucción a ejecutar. Los subsecuentes ciclos de máquina mueven los datos entre el CPU y la memoria o los elementos de E/S. M2 y M3 pueden tener de 3 a 5 ciclos T.

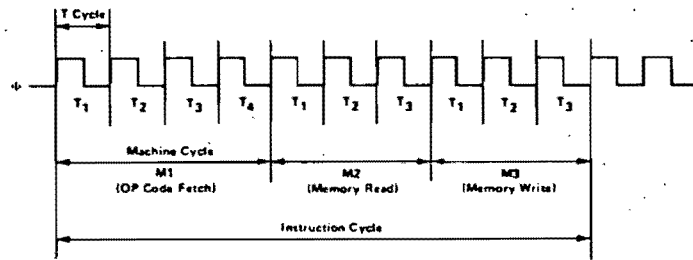


Figura III.2.1.2. Tiempos básicos del CPU

Debido a que la frecuencia de reloj para el Z-80 en cuestión es de 2MHZ, la duración de cada ciclo T es :

$$T = \frac{1}{f\phi} = \frac{1}{2\text{MHZ}} = 0.5 \text{ useg}$$

Después de encender la grabadora y antes de empezar a leer los datos, es indispensable insertar un retardo para evitar efectos nocivos a la recuperación de información causados por transitorios [6].

Dicho retardo es :

```
RTRDO      LD    A,255D
ADC I      DEC  A
           JP   NZ, ADC I
```

Cada una de las instrucciones emplea un cierto número de ciclos bien definido de acuerdo a la arquitectura del Z-80, [17]. Por consiguiente se determina el número de ciclos T del retardo de acuerdo a lo siguiente :

$$\begin{aligned} C &= LD + (DEC+JPNZ) \cdot 255 \\ &= 7 + (4 + 10) \cdot 255 \\ C &= 3577 \end{aligned}$$

Y la duración del retardo es :

$$\begin{aligned} D &= CT = 3577 \times 0.5 \mu s \\ D &= 1.79 \text{ mseg} \end{aligned}$$

#### **SUBROUTINA PARA TOMAR DATOS EN SERIE (TODAT)**

La subrutina modular para la recuperación de la información se denomina TODAT y ejecuta la secuencia siguiente :

Genera una rutina de detección de ausencia de datos, es decir, checa una determinada longitud de la cinta, si existen datos continúa la ejecución de la subrutina, si no los hay da por finalizada la subrutina llevando una señal al programa principal, indicándole que no existen datos para que de por terminada la recuperación de información.

Si estuvieron los datos presentes se espera la aparición del bit de START del dato (formato de comunicación asíncrona en Secc. II.1 ), apareciendo este bit se da un retardo de 0.625 mseg. equivalente a la mitad del tiempo que tarda en estar presente cada bit, (figura II.3.4.). A partir de este momento se darán retardos de 1.25 mseg. para detectar los subsecuentes bits del dato y en seguida el bit de PARIDAD y el bit de STOP a la vez que se checa el valor de este último bit y se compara la paridad calculada del dato con el valor del bit correspondiente para detectar si existe algún error.

La figura III.2.1.3. es una representación gráfica de este procedimiento de detección de bits.



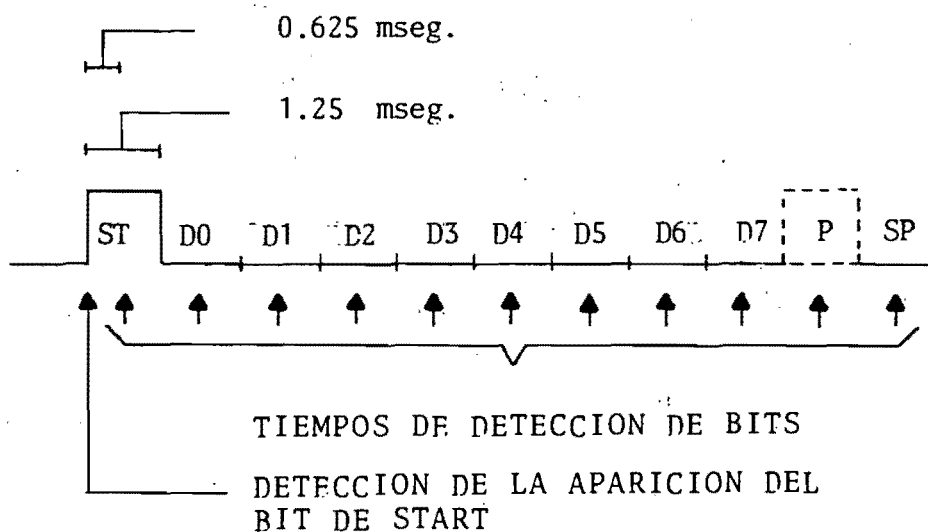
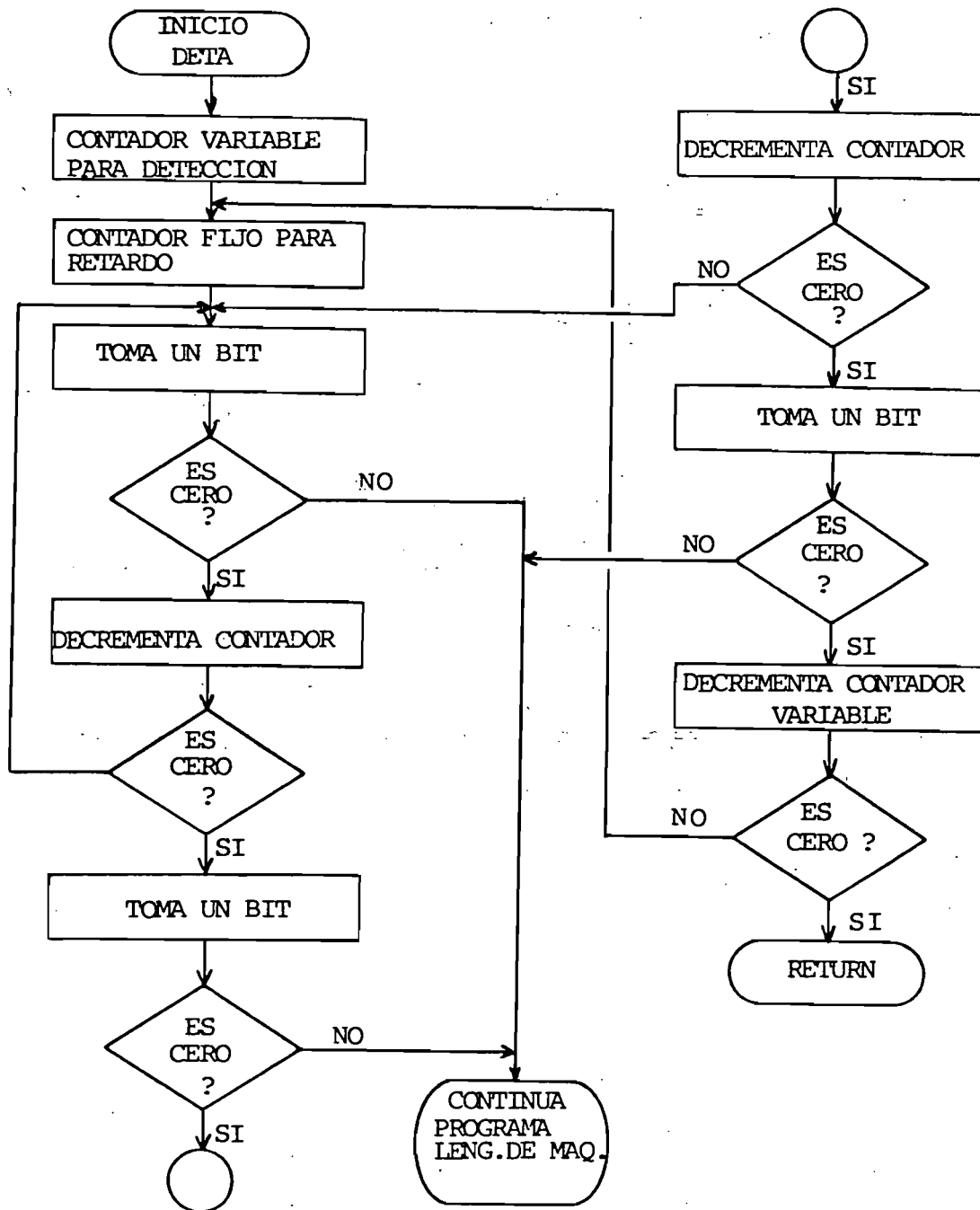


Figura IIL2.1.3. Detección de bits para comunicación asíncrona a 800 bits por segundo.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de la subrutina para tomar los datos (TODAT).



La rutina de detección de ausencia de datos, sirve para detener la grabadora en caso de que no haya datos grabados en la cinta magnética. El diagrama de flujo de esta parte del programa se presenta a continuación :



El cálculo de la longitud de cinta en blanco permisible se determina de acuerdo al número de ciclos empleados en la ejecución de la rutina DETA. A continuación se dan las instrucciones para esta rutina :

DETA	LD	B, HD
RET1	LD	C, YD
RET2	LD	D, ZD
TOM	IN	A, (05H)
	AND	80H
	XOR	00H
	JP	NZ, LPSI
	DEC	D
	JP	NZ, TOM
	IN	A, (05H)
	AND	80H
	XOR	00H
	JP	NZ, LPSI
	DEC	C
	JP	NZ, RET2
	IN	A, (05H)
	AND	80H
	XOR	00H
	JP	NZ, LPSI
	DEC	B
	JP	NZ, RET1
	LD	B, 55H
	RET	
LPSI	CONTINUA	SUBROUTINA TODAT

Para lograr tiempos de 1 segundo se necesita ejecutar el número de ciclos siguientes :

$$CI = \frac{t}{T} = \frac{1 \text{ seg}}{0.5 \mu\text{seg}} = 2,000,000 \text{ ciclos}$$

Donde :

t = tiempo de retardo

T = período básico para una frecuencia de reloj de 2MHZ

El número de ciclos de la rutina DETA se determina de acuerdo a lo siguiente :

$$CI = LD B + \left\{ LD C + \left[ LD D + (IN+AND+XOR+JP+DEC D + JP) D + \right. \right. \\ \left. \left. + IN + AND + XOR + JP + DEC D + JP \right] C + IN + AND + XOR + \right. \\ \left. + JP + DEC B + JP \right\} B$$

$$CI = 7 + \left\{ 7 + \left[ 7 + (11 + 7 + 7 + 10 + 4 + 10) D + 11 + 7 + \right. \right. \\ \left. \left. + 7 + 10 + 4 + 10 \right] C + 11 + 7 + 7 + 10 + 4 + 10 \right\} B \\ = 7 + \left\{ \left[ 49D + 56 \right] C + 56 \right\} B$$

Haciendo D = 158 y C = 255

$$CI = 7 + (1,988,490) B$$

Como no se requiere mucha precisión se puede considerar que  $CI = 2,000,000$  para estos valores de C y D. Por lo tanto para  $B = 1$ ,  $C = 255$  y  $D = 158$  el retardo generado por la rutina DETA es de un segundo (nominal), pudiéndose lograr tiempos de retardo diferentes al variar el valor de B, modificando con esto la longitud de cinta que puede carecer de datos.

En la Tabla III.2.1.1. se muestran los tiempos para distintos valores de B.

TABLA III.2.1.1. Duración de la detección de ausencia de datos.

<u>B</u>	<u>treal(seg)</u>	<u>tnom(seg)</u>
1	0.99	1
2	1.99	2
3	2.98	3
4	3.97	4
8	7.95	8
10	9.94	10
15	14.91	15
20	19.88	20
32	31.81	32

## TIEMPOS DE RETARDO PARA LA DETECCION DE BITS EN SERIE

Finalmente resta por calcular el número de ciclos para generar los tiempos de retardo necesarios para la detección de la información bit a bit.

Para generar los retardos 1b y 1/2b de 1.25 mseg. y 0.625 mseg. respectivamente se calcula el número de ciclos requeridos para tal efecto :

$$C = \frac{t}{T}$$

$$C(1b) = \frac{1.25 \text{ ms}}{0.5 \text{ } \mu\text{s}} = 2500 \text{ ciclos}$$

$$C(1/2b) = \frac{0.62 \text{ ms}}{0.5 \text{ } \mu\text{s}} = 1250 \text{ ciclos}$$

Donde :

t = tiempo de retardo (1b ó 1/2 b)

T = período básico para una frecuencia de reloj de 2MHZ

La rutina de retardo, incluyendo las instrucciones del programa en ejecución, es el siguiente :

DATI	IN	A, (05H)
	AND	80H
	OR	D
	LD	D,A
	DEC	B
	JP	Z,CHPI
	SRL	D
RTRDO	LD	C,X
DCZ	DEC	C
	JP	NZ,DCZ
	JP	DATI
CHPI	CONTINUA	PROGRAMA

Para determinar el valor de C y así generar los retardos adecuados, se encuentra primero el número de ciclos :

$$\begin{aligned}
 CI &= IN + AND + OR + LD + DEC B + JP + SRL + LD + \\
 &+ (DEC C + JP) C + JP \\
 &= 11 + 7 + 7 + 7 + 4 + 10 + 8 + 7 + (4+10) X + 10 \\
 &= 71 + (14)X
 \end{aligned}$$

Para C(1b) = 2500 ciclos

$$X(1b) = \frac{2500 - 71}{14} = 173.5$$



Para  $C(1/2b) = 1250$  ciclos

$$X(1/2b) = \frac{1250 - 71}{14} = 84.2$$

Por consiguiente los valores de C para los retardos 1b y 1/2b son :

<u>RETARDO</u>	<u>C(DEC)</u>	<u>C(HEX)</u>
1b	173	AD
1/2b	84	54

De acuerdo a la disponibilidad de memoria de la CP el origen del programa (ORG) se fija en la localidad 5F00H y la localidad inicial de memoria para guardar los datos en la 6060H. Dado que la última localidad disponible de memoria para esta CP es de 7FFF, se dispone de un bloque de memoria de 8,095 localidades (8K) para guardar datos.

En el anexo E se presenta el programa en lenguaje editor para la recuperación de la información, dicho programa queda guardado en la memoria de la CP ejecutándose en lenguaje de máquina y ligado con otro programa en lenguaje BASIC que proporciona las instrucciones necesarias para su operación encargándose, además, del procesamiento para la obtención de valores reales de los parametros medidos.

### III.2.2. PROGRAMA PARA IMPRESION Y DESPLIEGUE DE DATOS

Este programa se desarrolla en el lenguaje BASIC, operativo de la computadora personal (CP), con la finalidad de proporcionar las instrucciones para la recuperación de la información, para posteriormente desplegar o imprimir listados y gráficas en las unidades reales de velocidad del viento, dirección del viento y temperatura del aire.

La secuencia de operación es la siguiente :

- Se pide el número de la estación cuya información se va a procesar, su localización, el período durante el cual se llevó a cabo la adquisición de datos, constantes del polinomio representativo del comportamiento del sensor de velocidad del viento, la hora de inicio y terminación de la adquisición de datos y las constantes de la ecuación de la recta que representa al sensor de temperatura.

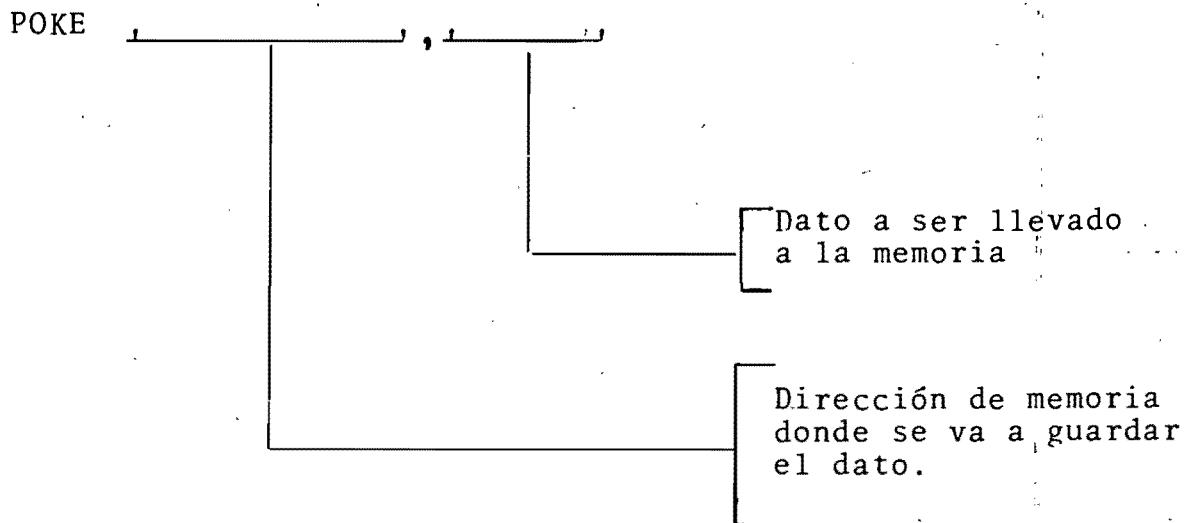
- Se ejecuta el programa en lenguaje de máquina, para ir leyendo cada grupo de datos de la cinta magnética llevándolos a su vez, a la memoria de la CP.

Una vez que los datos están en la memoria se procede a mostrarlos ya sea en la pantalla (CRT) o en papel.

Los puntos más importantes para la ejecución de este programa se presentan en detalle a continuación [18] .

### POKE

La CP cuenta con una instrucción POKE para llevar datos a la memoria desde un programa en BASIC.

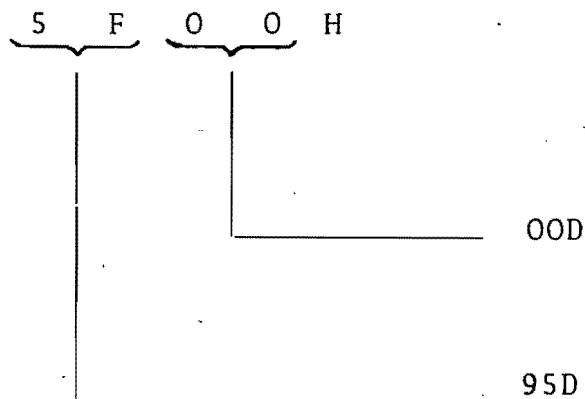


### BASIC-LENGUAJE DE MAQUINA (X = USR (N))

Para ejecutar un programa en BASIC que cuenta con una parte en lenguaje de máquina se requiere guardar en la localidad 408EH

(16,526D) de la memoria de la CP, el valor decimal de los dos dígitos menos significativos de la localidad donde se inicia el programa en lenguaje de máquina y en la localidad 408FH (16,527D) el valor decimal de los dos dígitos más significativos.

La localidad de inicio del programa en lenguaje de máquina (ORIGEN) es la 5F00H y los valores decimales requeridos son :



Por consiguiente las instrucciones para realizar el programa en lenguaje de máquina, cuando se ejecuta el programa en BASIC son :

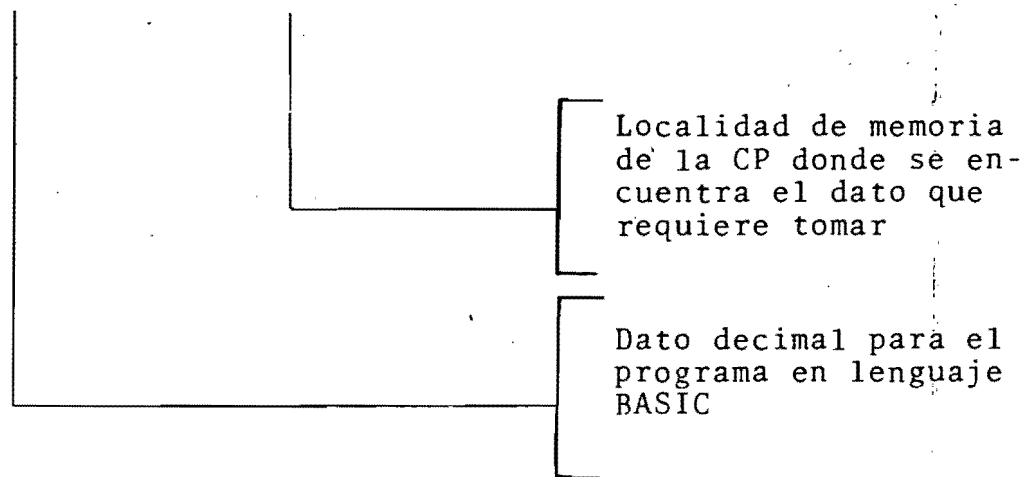
```
POKE 16526,0
POKE 16527,95
X = USR(N)
```

Al ejecutar estas instrucciones se toma al programa en lenguaje de máquina como una subrutina del programa principal en BASIC, por lo que al igual que cualquier subrutina, la última instrucción debe ser un RETURN.

### PEEK

Para que sea posible leer los datos contenidos en la memoria de la CP, cuando se ejecuta un programa en lenguaje se requiere efectuar la instrucción PEEK indicándole la localidad (en decimal) de donde se va a tomar el dato.

D = PEEK (     .     )



Finalmente en la Figura III.2.1. se presenta el mapa de la memoria con las localidades mencionadas.



### III.2.2.1. Conversión de Unidades

Para convertir los datos tomados de la memoria de la CP a unidades reales, es necesario hacer ciertas consideraciones y determinar las ecuaciones que definen el comportamiento de cada uno de los sensores utilizados en la medición de los parámetros en cuestión.

#### **ANEMOMETRO**

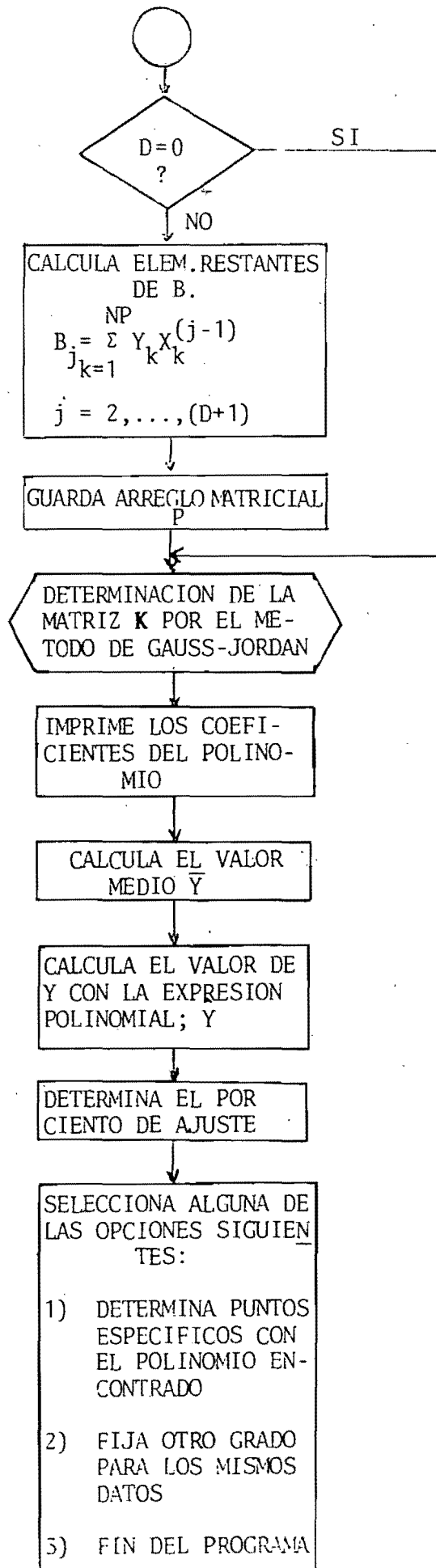
Para el anemómetro se debe tomar en cuenta que su respuesta no es lineal en la región de velocidades bajas, región que es muy importante para el análisis de la atmósfera de la ciudad de México, por tal motivo, se debe determinar un polinomio que represente el comportamiento del sensor.

La determinación de la ecuación que describa el comportamiento no lineal del anemómetro se hace a través de un análisis numérico, para lo cual se escogen funciones coordenadas que sean convenientes para propósitos de cálculo [19]. Las  $n + 1$  funciones  $1, x, x^2, \dots, x^n$  que generan los polinomios algebraicos de grado  $n$  son particularmente apropiados ya que son evaluados rápidamente y sus integrales, derivadas y productos son también polinomios.

En el anexo III se describe la determinación de los coeficientes del polinomio por el método de mínimos cuadrados y a continuación se presenta una descripción en diagramas de flujo de este programa.







A continuación se presentan los resultados obtenidos con el programa mencionado, cuyo listado se muestra en el anexo I.

NUMERO DE ESTACION ..... 3  
 CODIGO DEL ANEMOMETRO ..... 8312.1.30

POTENCIA DE X	COEFICIENTE
0	.157308
1	.0775831
2	-8.75682E-04
3	1.24933E-05
4	-5.84139E-08

% DE APROXIMACION= 99.9693

SE DETERMINARON LOS SIGUIENTES PUNTOS  
 CON FINES DE COMPROBACION

HERTZ	METROS/SEGUNDO	
X= 6	Y= .593905	YE= .6
X= 12	Y= .982584	YE= 1
X= 20	Y= 1.4493	YE= 1.4
X= 27	Y= 1.82854	YE= 1.8
X= 38	Y= 2.40471	YE= 2.5
X= 51	Y= 3.09847	YE= 3.1
X= 63	Y= 3.77319	YE= 3.7
X= 77	Y= 4.58948	YE= 4.6
X= 89	Y= 5.26833	YE= 5.3
X= 105	Y= 6.01148	YE= 6

## VELETA

La obtención del valor real de dirección del viento es casi directo. Dado que la codificación se hace en palabras de 8 bits, el número máximo de direcciones que es posible determinar es de  $2^8$ , o sea 256, lo que da una precisión de  $1,40625^\circ$  por unidad.

$$P = \frac{360^\circ}{256} = 1.40625^\circ$$

Por consiguiente, el dato real se obtiene multiplicando el dato codificado por  $1.40625^\circ$

Dirección  
del Viento = Dato x P

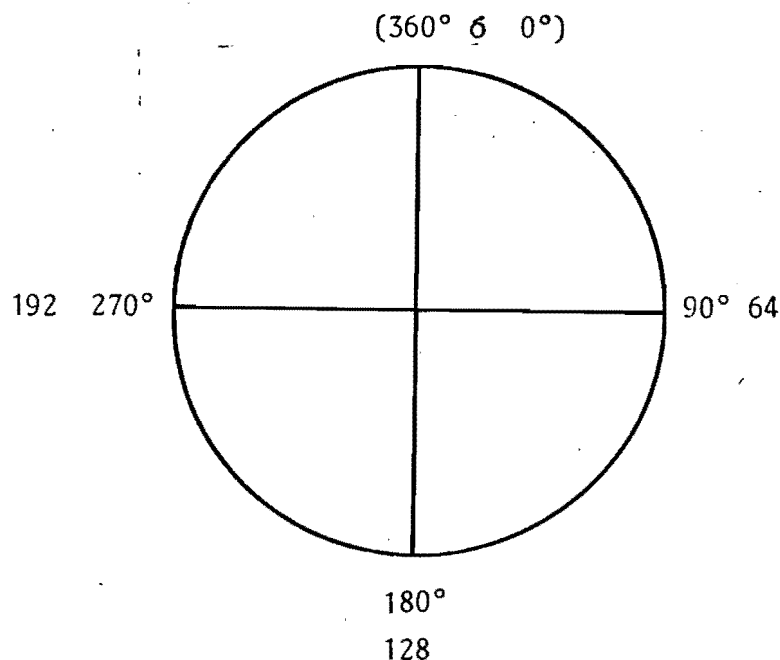


Figura III.2.2.1.1. Valores Reales y Valores Codificados de Velocidad del Viento

## TERMOMETRO

La respuesta de los sensores de temperatura es bastante lineal, por tal motivo, para determinar el valor real de temperatura del aire es indispensable encontrar la ecuación de la recta que caracteriza a cada sensor.

La recta puede considerarse como un polinomio de primer grado y la obtención de dicha ecuación se reduce a determinar los coeficientes correspondientes, aplicando el mismo procedimiento usado en el caso del anemómetro.

$$T = K_0 + D (K_1)$$

donde :

- T = temperatura del aire
- ( $K_0$  y  $K_1$ ) = coeficientes del polinomio
- D = dato codificado

Una vez que se tienen los datos en unidades reales se procede a listarlos anotándose la hora y fecha en que se realizó cada muestreo.

A continuación se presenta un ejemplo de la obtención de los coeficientes del polinomio correspondiente, usando el mismo programa que con anterioridad se mencionó en el caso del anemómetro.

NUMERO DE ESTACION ..... 3  
 CODIGO DEL TERMOMETRO .....8312.T.13

POTENCIA DE X	COEFICIENTE
0	56.4485
1	-.263919

% DE APROXIMACION= 95.2262

SE DETERMINARON LOS SIGUIENTES PUNTOS  
 CON FINES DE COMPROBACION

HERTZ/10	'C	
.....	.....	
X= 182	Y= 8.41527	YE= 6
.....	.....	
X= 184	Y= 7.88743	YE= 9.2
.....	.....	
X= 172	Y= 11.0545	YE= 12
.....	.....	
X= 164	Y= 13.1658	YE= 13.8
.....	.....	
X= 151	Y= 16.5968	YE= 16.7
.....	.....	
X= 145	Y= 18.1803	YE= 17.6

Finalmente, el programa en lenguaje BASIC para desplegar, listar y graficar los datos meteorológicos, se muestra en el anexo I.

#### IV. RESULTADOS PRELIMINARES DE LA RED

Finalmente, se presentan a continuación ejemplos de listados y gráficas obtenidos con los datos de varias de las estaciones meteorológicas.

ESTACION NUMERO  
 LOCALIZACION  
 PERIODO DE LA ATO.  
 NUMERO DE CANALES  
 HORA FINAL  
 FECHA FINAL

3  
 AVENUE/84-227FEB/84  
 12 : 22  
 22 - 2 - 84

DIAS= 4      MES= 1      ANIO= 84

LOC	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:M)
1	1.11	45.59	12.25	19:54
2	0.95	284.06	12.25	20:16
3	0.99	327.44	11.46	21:16
4	1.07	289.49	11.46	22:16
5	0.84	244.78	10.68	23:16

DIAS= 5      MES= 1      ANIO= 84

LOC	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:M)
6	1.24	274.22	10.48	04:30
7	0.84	253.15	45.40	14:31
8	0.74	33.75	8.15	24:31
9	0.81	74.53	7.34	3:31
10	1.05	19.49	4.17	4:31
11	0.81	87.19	5.38	5:31
12	0.99	33.75	5.78	6:31
13	0.91	8.44	6.17	7:31
14	0.69	320.05	6.70	8:31
15	5.05	59.06	13.23	0:31
16	0.91	206.72	16.04	10:31
17	0.91	154.49	18.53	11:31
18	1.19	320.06	19.51	12:31
19	1.28	316.41	21.66	13:31
20	1.11	216.56	21.08	14:31
21	1.19	75.94	21.27	15:31
22	1.07	6.02	20.88	16:31
23	1.07	50.65	19.11	17:31
24	1.28	712.19	16.56	18:31
25	0.99	308.14	15.19	19:31
26	0.84	50.65	14.41	20:31
27	0.99	262.97	13.43	21:31
28	0.95	288.47	12.44	22:31
29	0.81	77.34	11.27	23:31

DIAS= 6      MES= 1      ANIO= 84

LOC	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:M)
30	0.71	338.91	9.89	04:31
31	0.63	95.43	9.31	14:31
32	0.71	0.02	7.93	24:31
33	0.71	241.89	4.03	3:31
34	0.61	293.91	4.36	4:31
35	0.63	352.78	5.78	5:31
36	0.69	135.00	5.78	6:31
37	0.77	340.31	4.17	7:31
38	0.91	74.53	0.52	8:31
39	0.99	50.65	13.02	09:31
40	1.15	47.50	18.72	10:31
41	0.99	14.06	21.08	11:31
42	1.19	46.41	21.08	12:31
43	1.33	302.34	21.47	13:31
44	1.37	28.13	21.66	14:31
45	1.49	40.78	22.06	15:31
46	1.42	35.78	20.89	16:31



ESTACION NUMERO  
 LOCALIZACION  
 PERIODO DE LA ADA  
 NUMERO DE CANALES  
 HORA FINAL  
 FECHA FINAL

NARVARTE  
 2-12-83  
 14-12-83  
 114

DIA= 2 MES= 12 ANO= 83  
 LOC. VEL. (M/S) DIR. (GRDOS.) TEMP. (°C) HORA(H:M)  
 1 1.29 241.88 SW 17.92 19:38  
 2 0.89 109.49 SE 17.02 20:38  
 3 0.94 80.16 NE 16.53 21:38  
 4 0.89 84.38 NE 15.42 22:38  
 5 0.84 194.04 SW 15.62 23:38

DIA= 3 MES= 12 ANO= 83  
 LOC. VEL. (M/S) DIR. (GRDOS.) TEMP. (°C) HORA(H:M)  
 6 0.74 147.66 SE 15.37 0:38  
 7 0.64 54.84 NE 14.21 1:38  
 8 0.52 157.32 SE 14.67 2:38  
 9 0.64 329.04 NW 13.28 3:38  
 10 0.55 42.78 NE 13.51 4:38  
 11 0.64 317.81 NW 13.05 5:38  
 12 0.69 222.78 SW 11.88 6:38  
 13 0.79 11.25 NE 13.28 7:38  
 14 0.44 233.44 SW 14.67 8:38  
 15 0.62 5.63 NE 16.53 9:38  
 16 0.69 334.38 NW 17.44 10:38  
 17 0.74 53.44 NE 19.35 11:38  
 18 1.14 43.59 NE 23.32 12:38  
 19 0.84 158.91 SE 23.32 13:38  
 20 0.64 181.41 SW 21.41 14:38  
 21 0.69 11.25 NE 24.22 15:38  
 22 1.41 44.69 NE 21.18 16:38  
 23 1.69 78.75 NE 19.69 17:38  
 24 0.89 133.59 SE 18.62 18:38  
 25 0.89 142.63 SE 17.44 19:38  
 26 0.79 66.09 NE 17.23 20:38  
 27 0.69 278.44 NW 16.27 21:38  
 28 0.55 22.52 NE 16.27 22:38  
 29 0.55 334.38 NW 16.27 23:38

DIA= 4 MES= 12 ANO= 83  
 LOC. VEL. (M/S) DIR. (GRDOS.) TEMP. (°C) HORA(H:M)  
 30 0.55 182.22 SE 15.14 0:38  
 31 0.46 127.97 SE 14.21 1:38  
 32 0.69 225.91 SW 13.05 2:38  
 33 0.79 191.25 SW 13.28 3:38  
 34 0.74 146.25 SE 11.88 4:38  
 35 0.79 246.09 SW 12.72 5:38  
 36 0.89 196.88 SW 11.19 6:38  
 37 0.62 66.09 NE 12.81 7:38  
 38 0.62 42.78 NE 17.23 8:38  
 39 0.64 135.22 SE 19.73 9:38  
 40 0.84 331.59 NW 21.07 10:38  
 41 1.04 83.78 NE 24.22 11:38  
 42 1.33 54.25 NE 24.66 12:38  
 43 1.19 187.03 SW 24.43 13:38  
 44 1.54 24.73 NE 27.22 14:38  
 45 1.34 303.31 SW 25.13 15:38  
 46 1.43 122.49 SE 25.39 16:38  
 47 1.42 137.81 SE 22.22 17:38  
 48 1.14 139.22 SE 18.38 18:38

ESTACION NUMERO

11

115

LOCALIZACION

TIALCOLIBIA

PERIODO DE LA ADA

21-3-84 26-3-84

NUMERO DE CANALES

5

HORA FINAL 19 : 18

FECHA FINAL 26 - 3 - 84

DIA= 31 MES= 3 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. ( °C)	HORA(H:M)
1	2.33	225 89	20.73	19:43
2	1.92	208 20	20.88	20:43
3	1.05	335 78	18.98	21:43
4	2.92	22 50	17.81	22:43
5	0.82	329 86	16.87	23:43

DIA= 1 MES= 4 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. ( °C)	HORA(H:M)
6	0.87	70 75	15.84	0:43
7	0.82	245 91	15.84	1:43
8	1.16	227 59	14.03	2:43
9	0.86	320 91	12.51	3:43
10	0.86	27 85	11.76	4:43
11	0.77	321 80	11.82	5:43
12	0.72	323 14	10.03	6:43
13	0.86	8 10	10.04	7:43
14	0.86	207 14	9.04	8:43
15	1.16	232 85	8.79	9:43
16	1.16	321 80	8.13	10:43
17	1.49	110 14	8.17	11:43
18	1.08	102 10	8.04	12:43
19	1.16	232 14	8.13	13:43
20	1.46	100 0	8.00	14:43
21	1.46	324 14	8.00	15:43
22	1.08	320 14	8.00	16:43
23	1.07	200 14	8.03	17:43
24	1.44	100 0	8.00	18:43
25	1.82	200 14	8.08	19:43
26	1.05	225 85	8.89	20:43
27	1.21	100 0	8.04	21:43
28	0.92	32 85	8.85	22:43

DIA= 2 MES= 4 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. ( °C)	HORA(H:M)
29	0.87	100 0	8.00	0:43
30	0.97	320 14	8.00	1:43
31	0.83	100 0	8.00	2:43
32	1.16	100 0	8.00	3:43
33	0.83	100 0	8.00	4:43
34	0.97	320 14	8.00	5:43
35	0.83	100 0	8.00	6:43
36	0.83	100 0	8.00	7:43
37	1.16	100 0	8.00	8:43
38	1.16	100 0	8.00	9:43
39	1.16	100 0	8.00	10:43
40	1.16	100 0	8.00	11:43
41	1.16	100 0	8.00	12:43
42	1.16	100 0	8.00	13:43
43	1.16	100 0	8.00	14:43
44	1.16	100 0	8.00	15:43
45	1.16	100 0	8.00	16:43
46	1.16	100 0	8.00	17:43
47	1.16	100 0	8.00	18:43
48	1.16	100 0	8.00	19:43
49	1.16	100 0	8.00	20:43
50	1.16	100 0	8.00	21:43
51	1.16	100 0	8.00	22:43
52	1.16	100 0	8.00	23:43

ESTACION NUMERO  
LOCALIZACION  
PERIODO DE LA ADA  
NUMERO DE CANALES

12  
TIMAS-UNAM  
9-3-84 22-3-84  
3

HORA FINAL 13 4 40  
FECHA FINAL 22 - 3 - 84

DIA= 9 MES= 3 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRDOS.)	TEMP. (°C)	HORA(H:MM)
1	0.72	330.47	25.42	12:39
2	0.74	264.53	27.19	13:39
3	0.77	293.91	26.60	14:39
4	1.28	215.16	23.44	15:39
5	1.49	233.44	23.84	16:39
6	1.14	157.50	23.25	17:39
7	1.38	167.34	19.70	18:39
8	1.03	120.94	18.32	19:39
9	0.74	53.44	17.53	20:39
10	0.75	42.19	16.54	21:39
11	0.84	118.13	14.77	22:39
12	0.67	90.00	13.98	23:39

DIA= 10 MES= 3 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRDOS.)	TEMP. (°C)	HORA(H:MM)
13	0.44	170.16	13.19	0:39
14	0.59	113.31	12.21	1:39
15	0.61	199.69	11.42	2:39
16	0.59	135.00	10.63	3:39
17	0.59	137.81	10.04	4:39
18	0.55	181.41	9.45	5:39
19	0.41	126.54	8.44	6:39
20	0.63	194.06	12.01	7:39
21	0.63	192.66	17.33	8:39
22	0.64	205.31	19.70	9:39
23	0.75	213.75	20.88	10:39
24	0.77	196.88	23.25	11:39
25	0.89	226.41	25.22	12:39
26	1.00	227.81	26.60	13:39
27	1.00	126.56	26.01	14:39
28	1.28	239.06	25.22	15:39
29	1.23	302.34	24.04	16:39
30	1.49	153.28	24.04	17:39
31	0.91	241.88	21.28	18:39
32	0.91	188.44	19.30	19:39
33	0.72	146.25	18.12	20:39
34	1.28	112.50	17.73	21:39
35	2.29	73.94	16.35	22:39
36	1.00	73.13	16.15	23:39

DIA= 11 MES= 3 AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRDOS.)	TEMP. (°C)	HORA(H:MM)
37	0.39	87.19	14.38	0:39
38	0.39	93.81	13.39	1:39
39	0.37	177.19	12.60	2:39
40	0.66	92.81	12.01	3:39
41	0.63	268.59	11.42	4:39
42	0.35	104.06	9.64	5:39
43	0.33	52.03	9.84	6:39
44	0.30	109.69	13.39	7:39
45	0.31	167.34	16.94	8:39
46	0.64	226.41	18.91	9:39
47	0.68	282.66	21.47	10:39
48	0.67	288.28	25.02	11:39

ESTACION NUMERO ..... 14  
 LOCALIZACION ..... BALBUENA  
 PERIODO DE LA ADA ..... 5/FEB/84-7/FEB/84  
 NUMERO DE CANALES ..... 3  
 HORA FINAL ..... 19:00  
 FECHA FINAL ..... 7 - 2 - 84

DIA= 5                    MES= 1                    AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:MM)
1	1.45	327.50	15.95	17:00
2	2.02	313.59	15.95	18:00
3	1.77	327.66	15.95	19:00
4	1.31	328.72	14.54	20:00
5	1.58	303.75	13.93	21:00
6	1.17	324.84	12.93	22:00
7	0.47	30.58	11.52	23:00

DIA= 6                    MES= 1                    AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:MM)
8	0.55	158.47	10.51	0:00
9	1.02	241.72	9.51	1:00
10	0.47	84.58	8.91	2:00
11	0.55	290.13	8.58	3:00
12	0.87	217.97	7.98	4:00
13	0.65	242.58	7.58	5:00
14	0.58	87.19	7.58	6:00
15	1.02	81.26	8.58	7:00
16	1.51	87.19	11.52	8:00
17	0.95	98.88	10.52	9:00
18	1.02	73.75	10.52	10:00
19	1.18	248.89	10.52	11:00
20	1.51	245.13	10.52	12:00
21	2.21	217.81	10.92	13:00
22	2.02	30.13	12.10	14:00
23	1.04	328.47	21.58	15:00
24	2.08	181.23	21.58	16:00
25	2.45	126.72	18.16	17:00
26	2.21	49.22	17.55	18:00
27	1.04	298.13	16.55	19:00
28	1.04	358.16	15.54	20:00
29	1.24	298.51	14.94	21:00
30	1.17	292.58	13.93	22:00
31	1.45	305.16	12.93	23:00

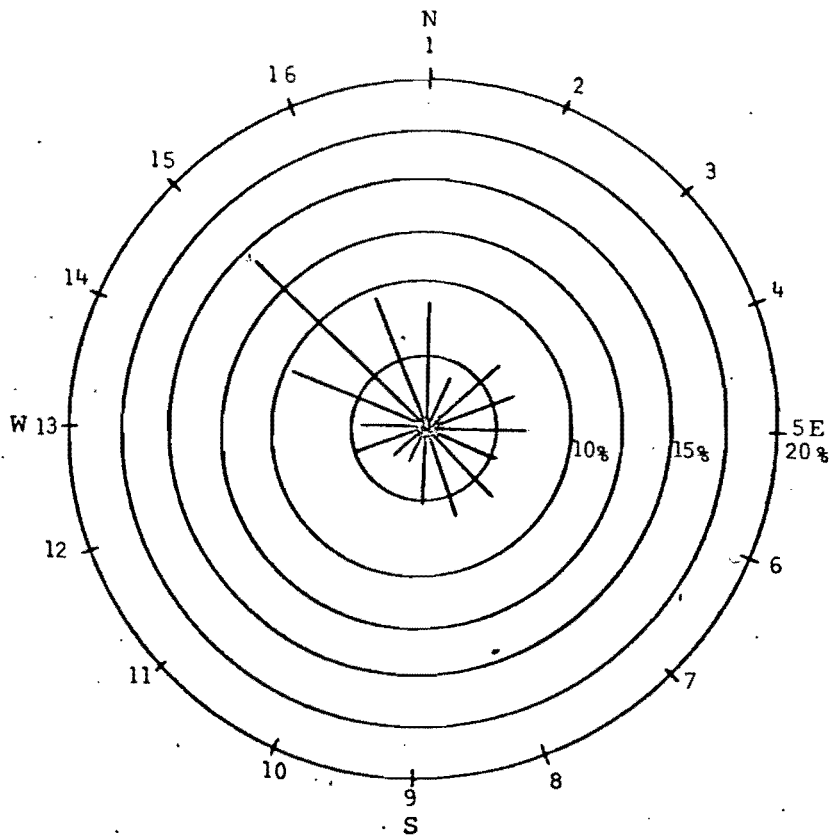
DIA= 7                    MES= 1                    AÑO= 84

LOC.	VEL. (M/S)	DIR. (GRADOS)	TEMP. (°C)	HORA (H:MM)
32	1.98	292.58	12.52	0:00
33	1.18	310.78	11.52	1:00
34	0.95	358.16	10.72	2:00
35	0.79	106.88	9.51	3:00
36	0.47	107.58	8.71	4:00
37	0.71	108.84	8.71	5:00
38	0.95	58.51	7.58	6:00
39	1.02	52.44	9.51	7:00
40	1.17	82.97	12.12	8:00
41	0.71	104.89	10.75	9:00
42	0.71	512.50	21.10	10:00
43	1.17	110.13	21.58	11:00
44	1.05	50.80	21.90	12:00
45	1.01	517.25	22.58	13:00
46	1.45	511.74	22.74	14:00
47	1.01	173.21	19.83	15:00

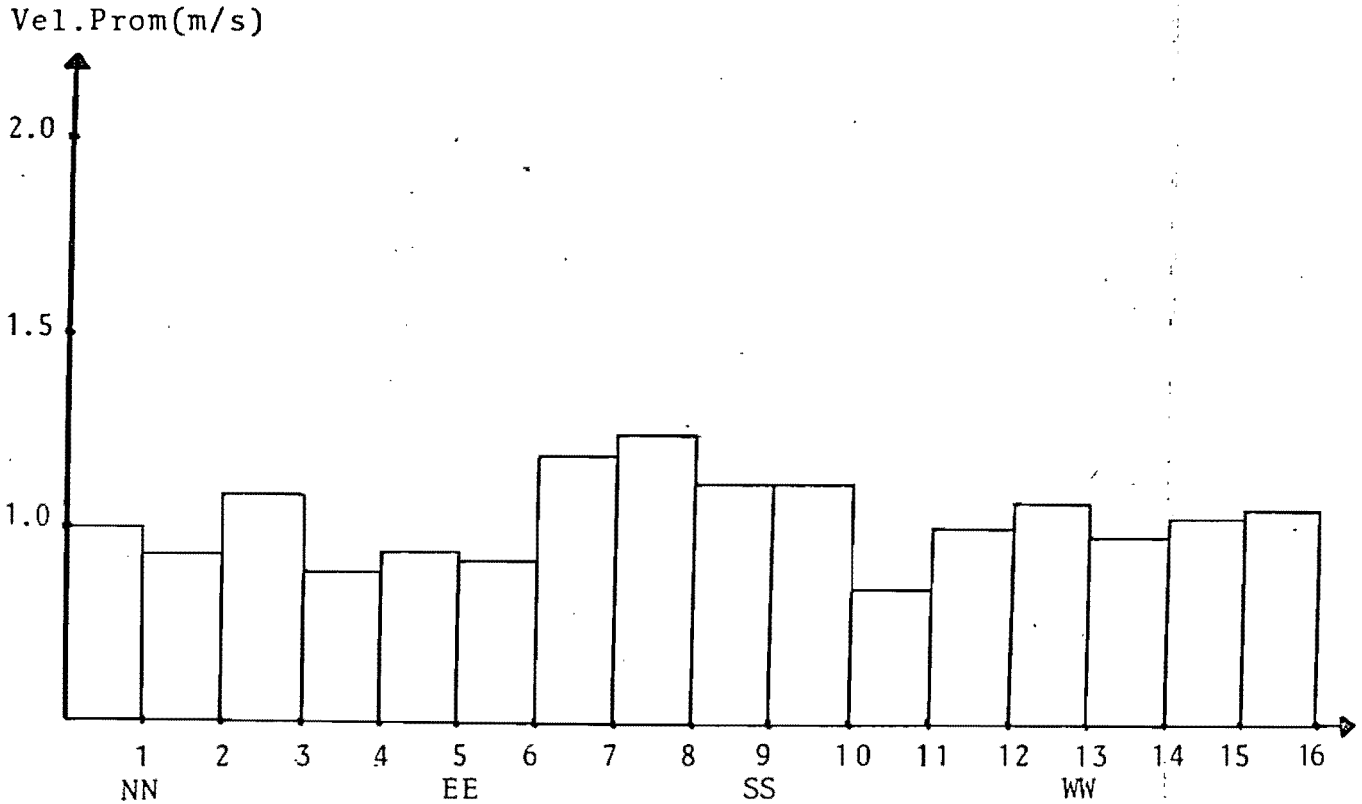


ESTACION NUMERO ..... 15  
 LOCALIZACION ..... STA. MA. LA RIVERA  
 PERIODO DE LA ADQ. ... DEL 8/12/84 AL 13/12/84  
 NUMERO DE CANALES ... 3

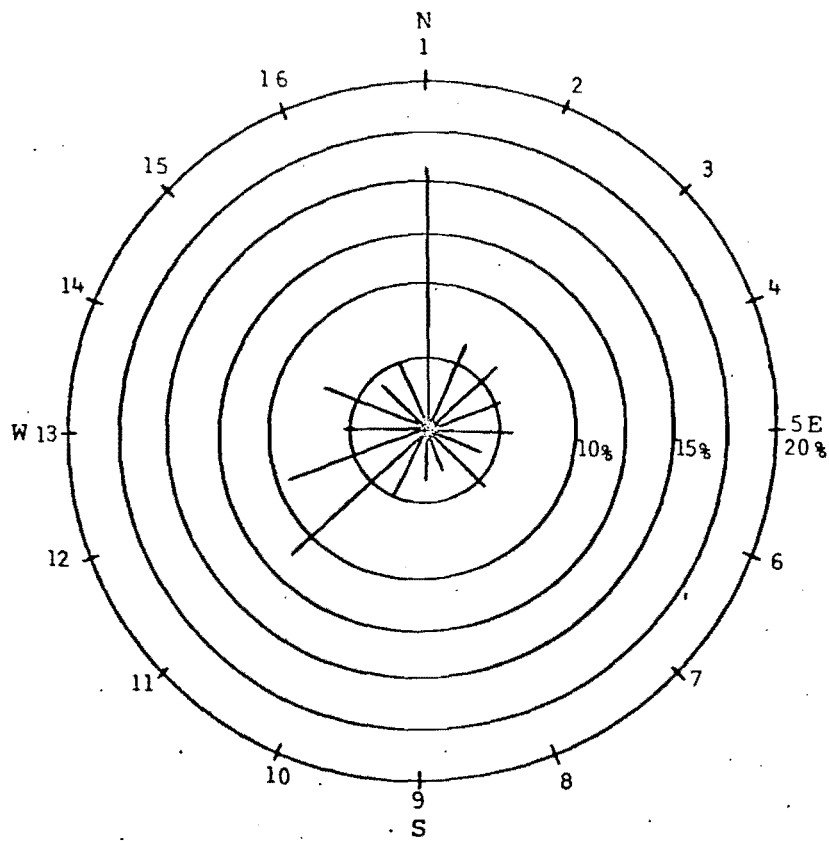
FECHA	HORA	LOC	VEL. (M/S)			DIR. (GRADOS)			TEMP. (°C)												
			2	4	6	8	10	12	14	90	180	270	360	0	5	10	15	20	25	30	35
8/12/84	12:30	1	*																		
	13:30	2	*																		
	14:30	3	*																		
	15:30	4	*																		
	16:30	5	*																		
	17:30	6	*																		
	18:30	7	*																		
	19:30	8	*																		
	20:30	9	*																		
	21:30	10	*																		
	22:30	11	*																		
	23:30	12	*																		
9/12/84	0:30	13	*																		
	1:30	14	*																		
	2:30	15	*																		
	3:30	16	*																		
	4:30	17	*																		
	5:30	18	*																		
	6:30	19	*																		
	7:30	20	*																		
	8:30	21	*																		
	9:30	22	*																		
	10:30	23	*																		
	11:30	24	*																		
	12:30	25	*																		
	13:30	26	*																		
	14:30	27	*																		
	15:30	28	*																		
	16:30	29	*																		
	17:30	30	*																		
	18:30	31	*																		
	19:30	32	*																		
	20:30	33	*																		
	21:30	34	*																		
	22:30	35	*																		
	23:30	36	*																		
10/12/84	0:30	37	*																		
	1:30	38	*																		
	2:30	39	*																		
	3:30	40	*																		
	4:30	41	*																		
	5:30	42	*																		
	6:30	43	*																		
	7:30	44	*																		
	8:30	45	*																		
	9:30	46	*																		
	10:30	47	*																		
	11:30	48	*																		
	12:30	49	*																		



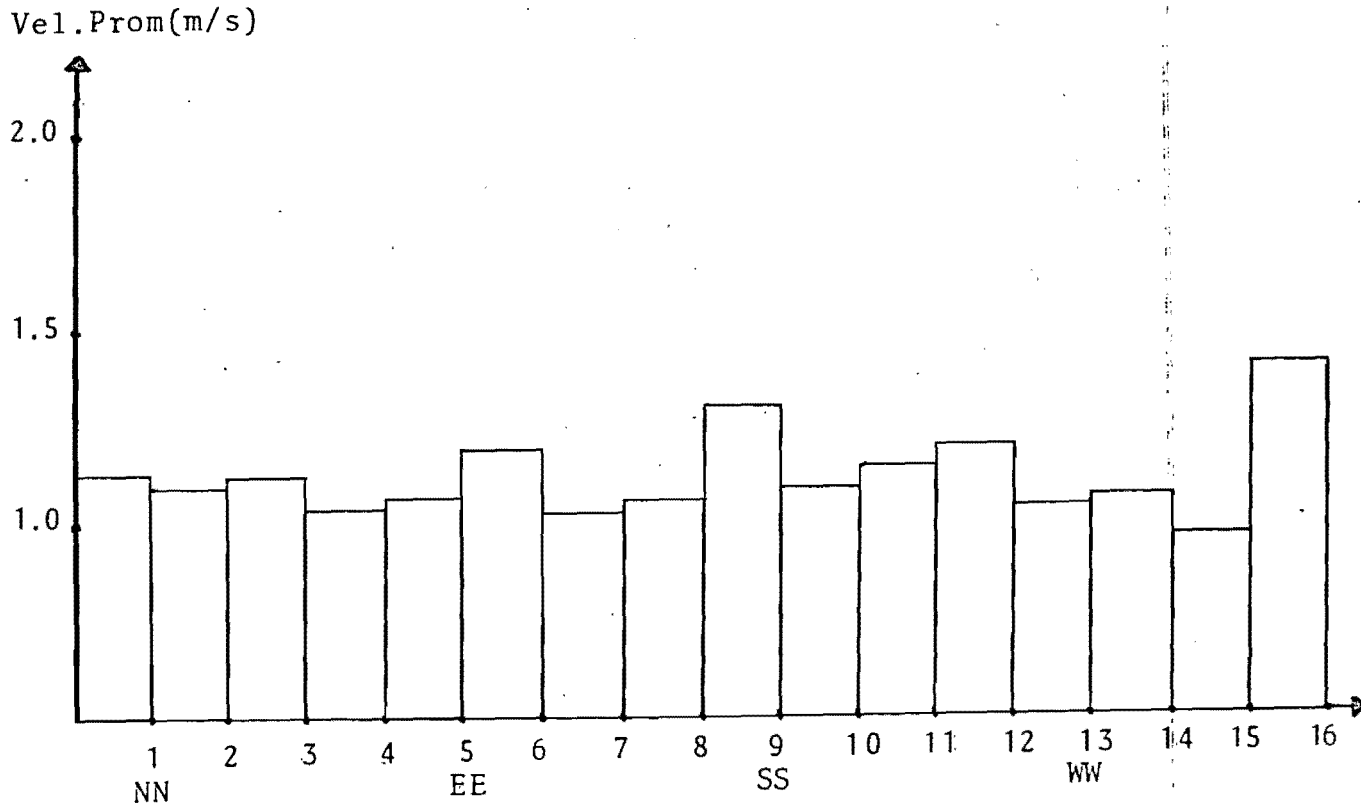
Frecuencia de direcciones del viento, promedio mensual en enero de 1984.



Dirección del viento vs Velocidad del viento promedio  
 enero de 1984  
 ESTACION METEOROLOGICA STA. MA. LA RIVERA



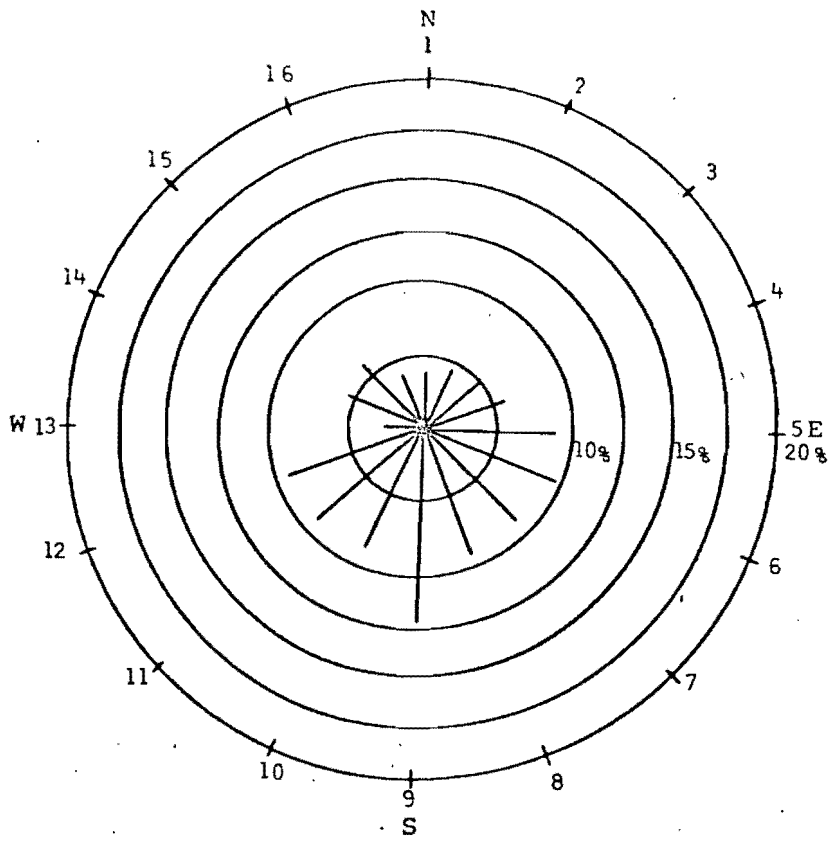
Frecuencia de direcciones del viento, promedio mensual en enero de 1984.



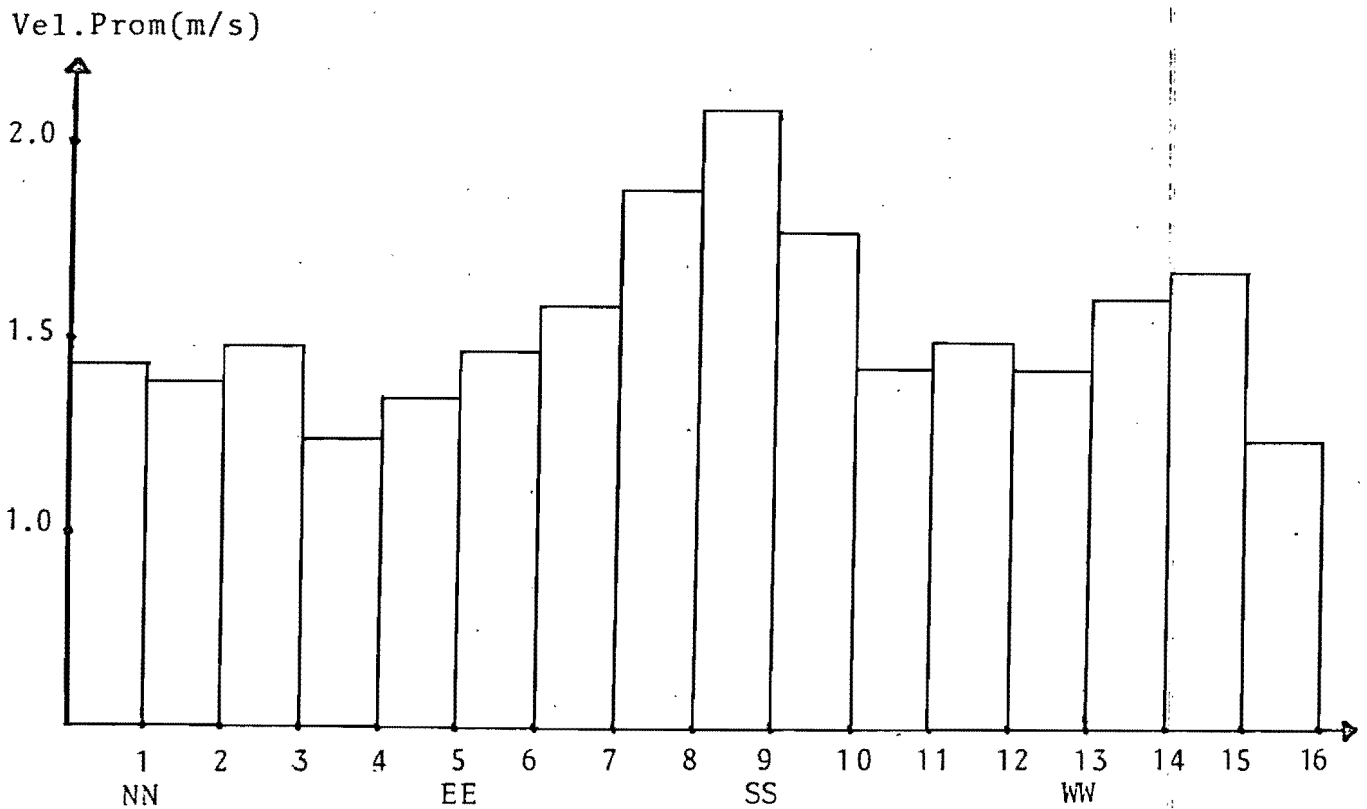
Dirección del viento vs Velocidad del viento promedio enero de 1984

ESTACION METEOROLOGICA SAN JERONIMO



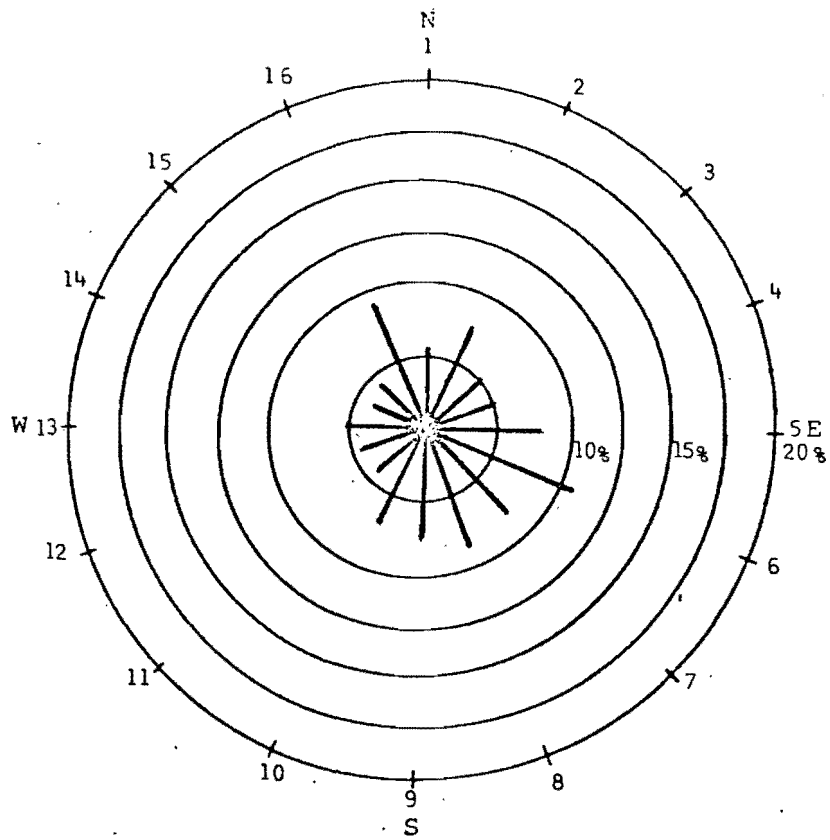


Frecuencia de direcciones del viento, promedio mensual en enero de 1984.

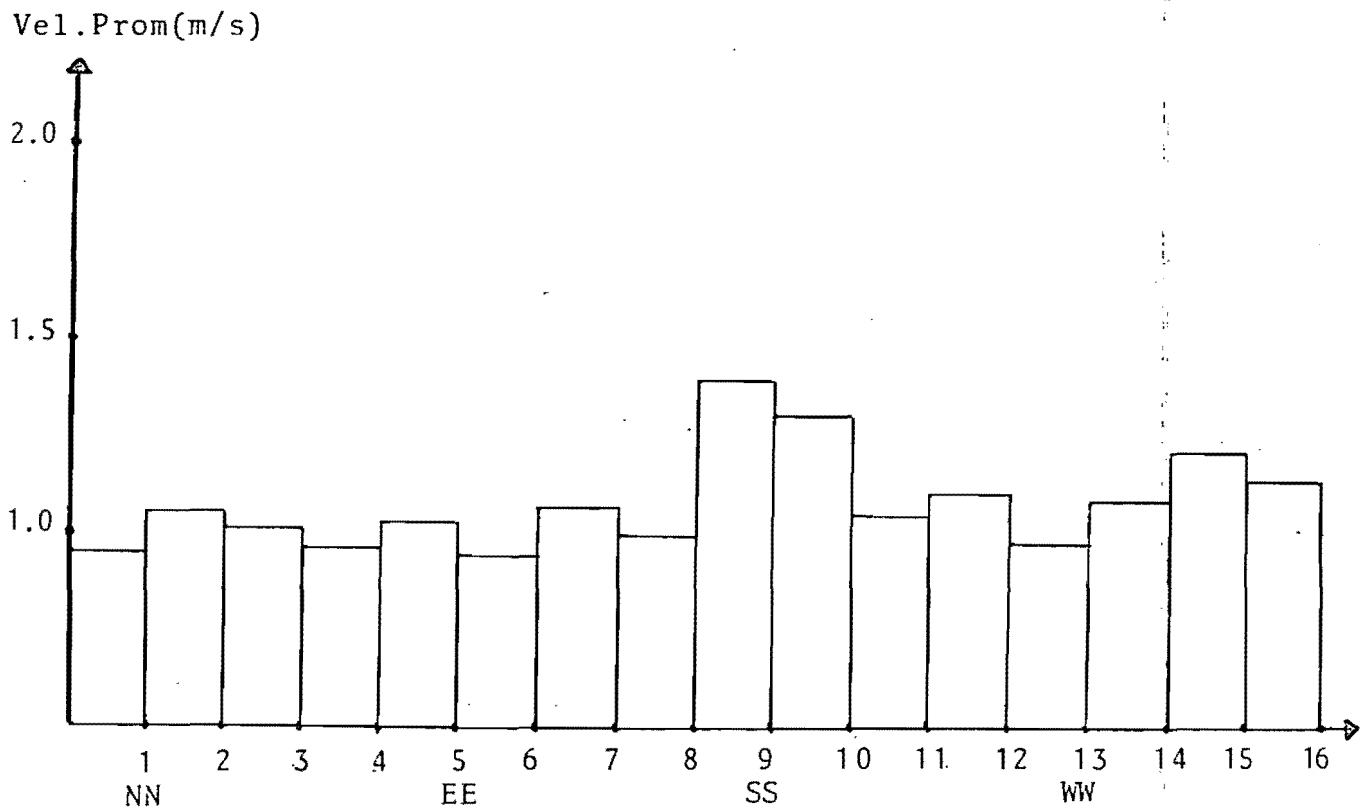


Dirección del viento vs Velocidad del viento promedio enero de 1984

ESTACION METEOROLOGICA BALBUENA

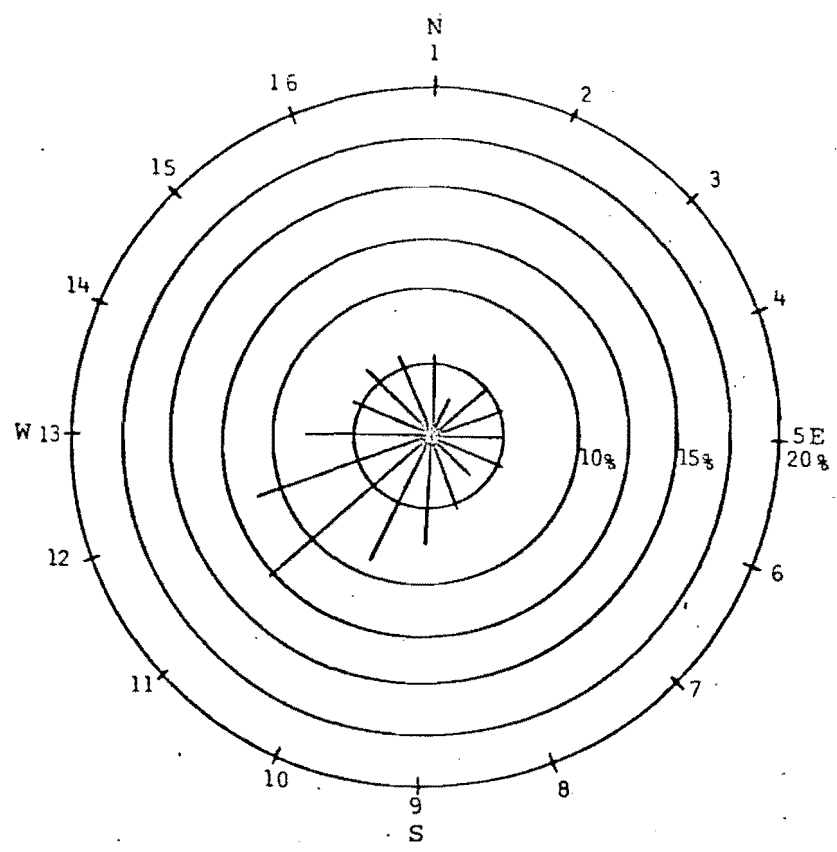


Frecuencia de direcciones del viento, promedio mensual en enero de 1984.

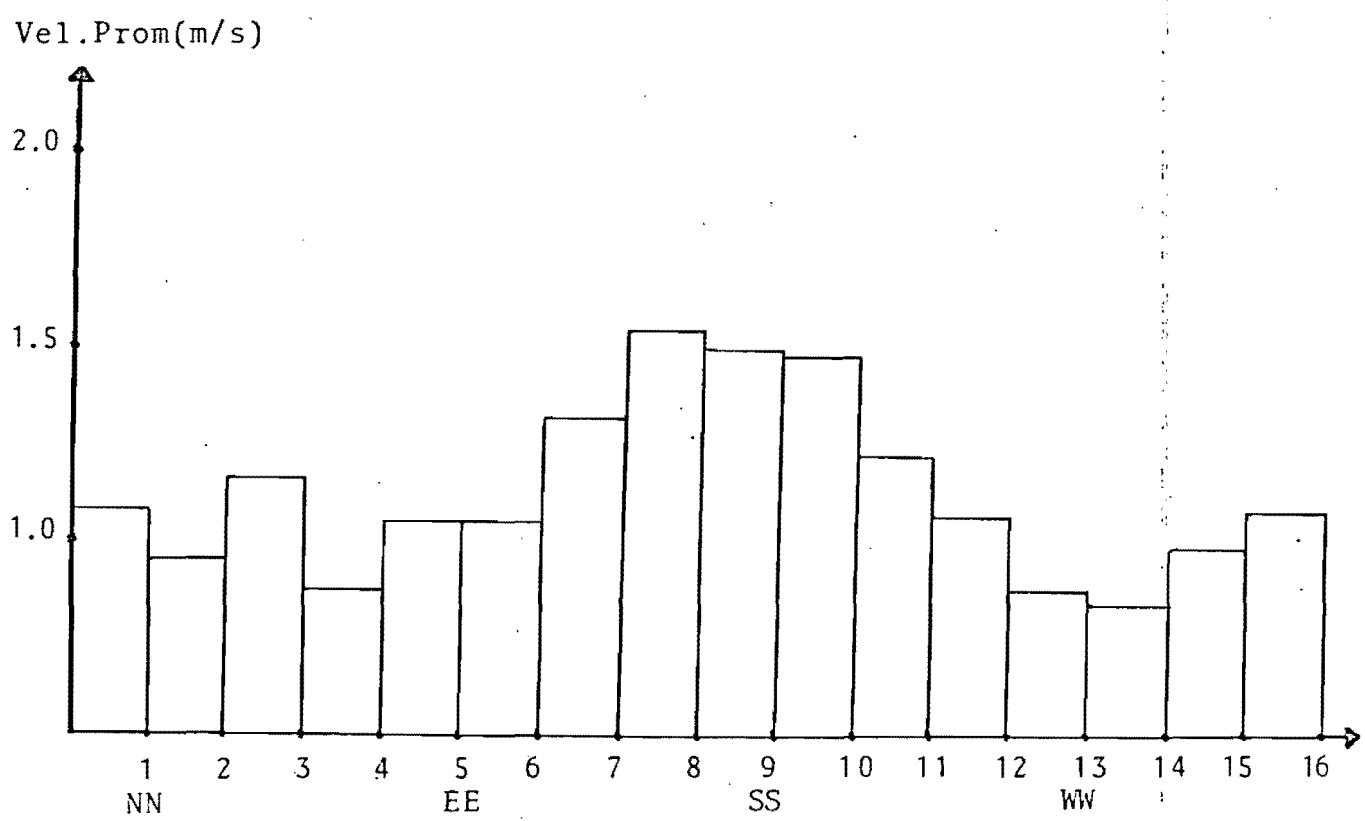


Dirección del viento vs Velocidad del viento promedio enero de 1984

ESTACION METEOROLOGICA CAMPESTRE CHURUBUSCO

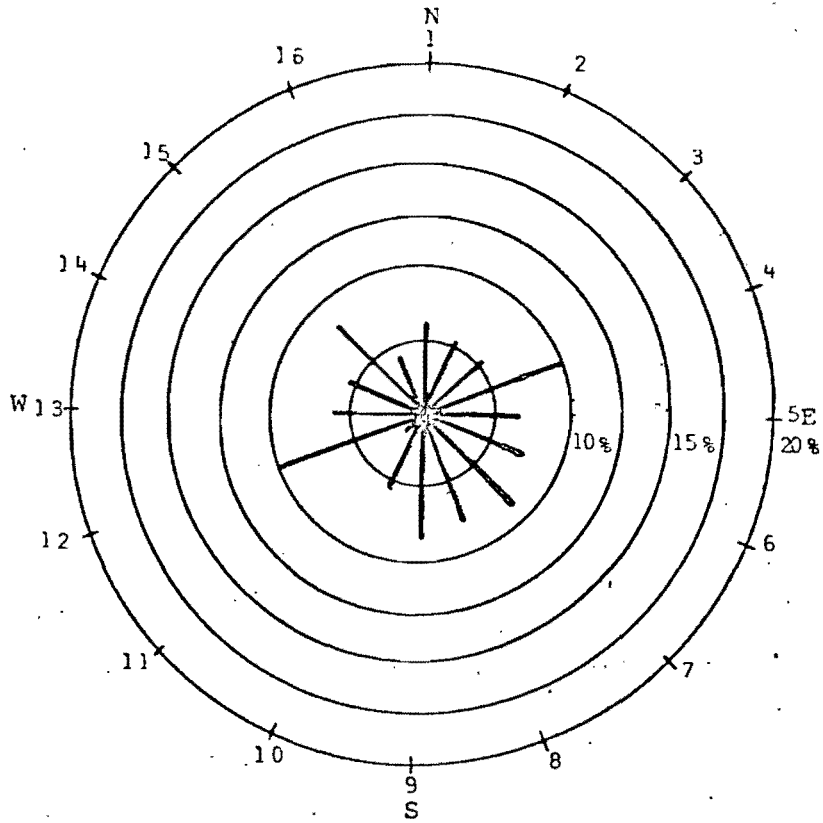


Frecuencia de direcciones del viento, promedio mensual en enero de 1984.

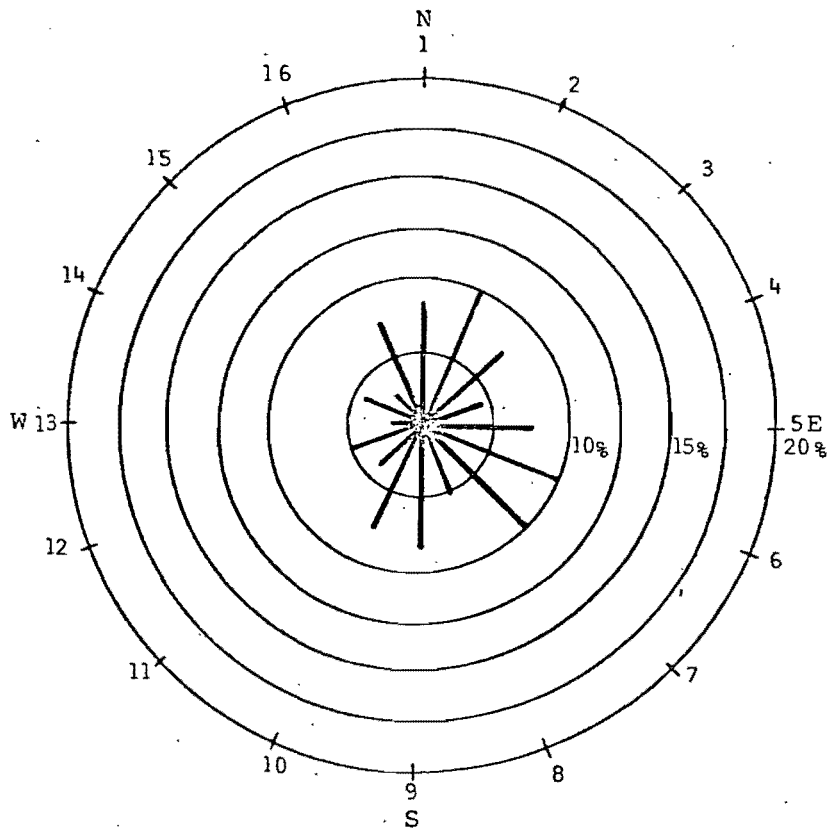


Dirección del viento vs Velocidad del viento promedio enero de 1984

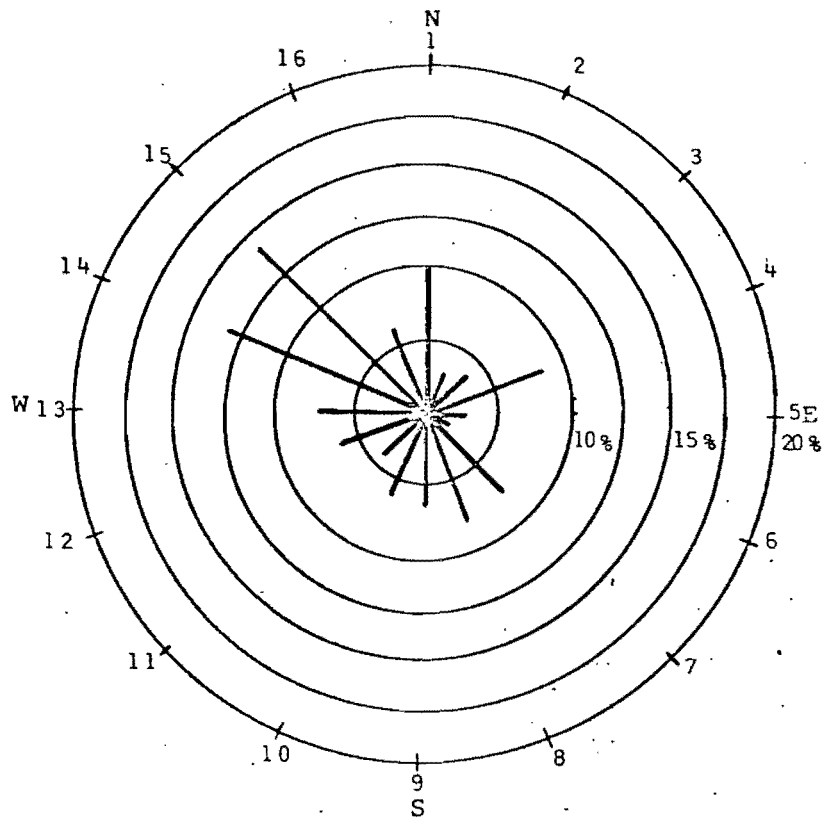
ESTACION METEOROLOGICA TLALCOLIGIA



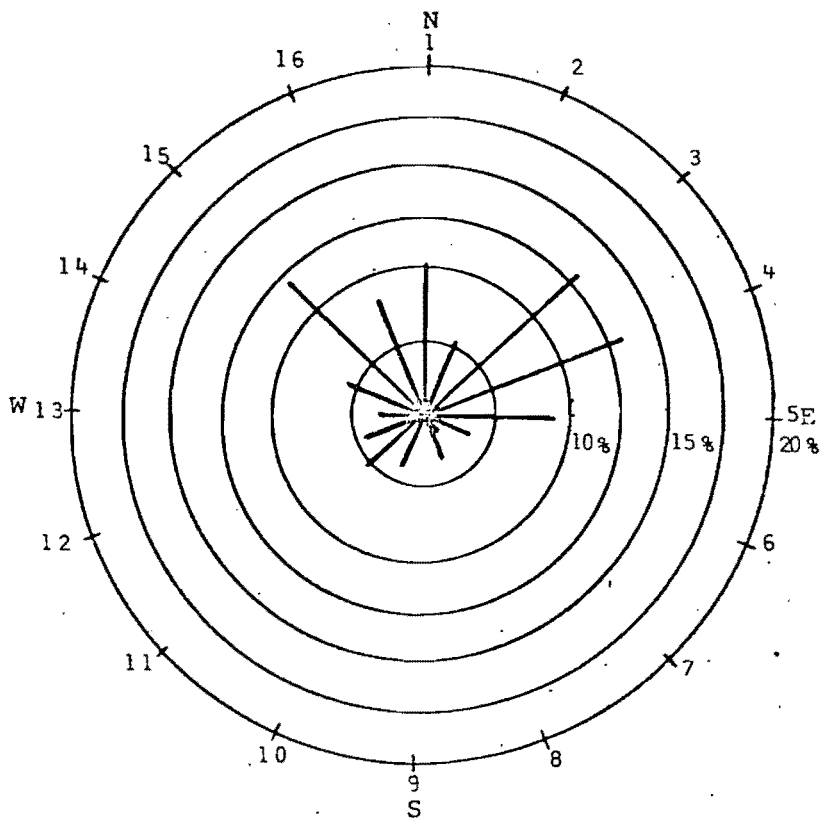
ESTACION METEOROLOGICA CHAPULTEPEC



ESTACION METEOROLOGICA SAN PEDRO DE LOS PINOS  
 FRECUENCIA DE DIRECCIONES DEL VIENTO, PROMEDIO MENSUAL  
 EN ENERO DE 1984.

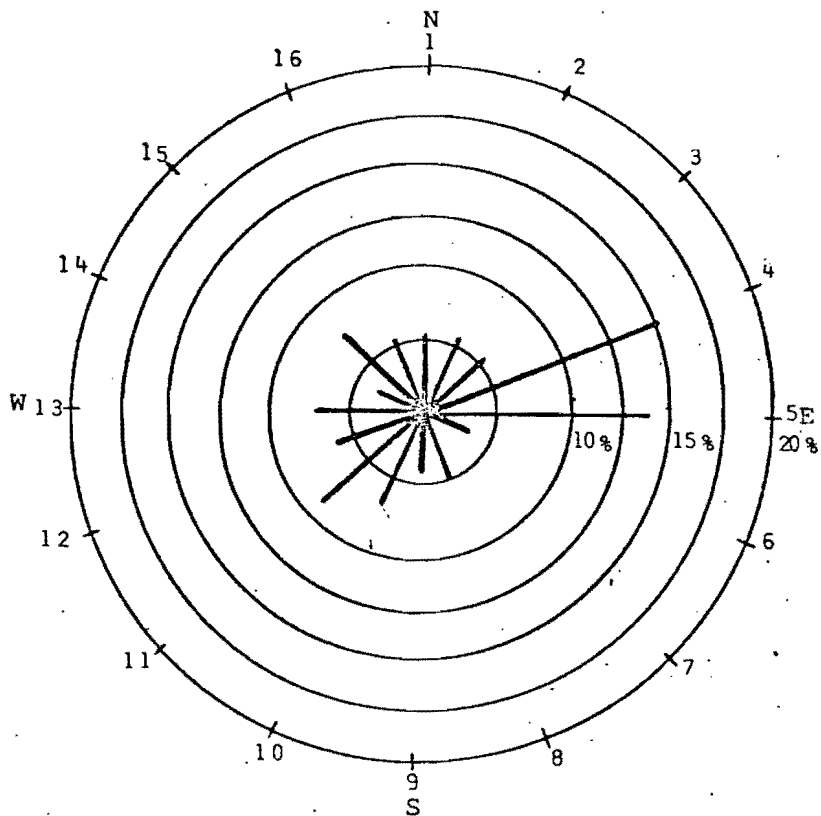


ESTACION METEOROLOGICA ZACATENCO



ESTACION METEOROLOGICA AEROPUERTO

FRECUENCIA DE DIRECCIONES DEL VIENTO, PROMEDIO MENSUAL  
EN ENERO DE 1984.



ESTACION METEOROLOGICA NARVARTE

FRECUENCIA DE DIRECCIONES DEL VIENTO, PROMEDIO MENSUAL  
EN ENERO DE 1984.

## CONCLUSIONES

Es de gran importancia señalar que la red micrometeorológica de la ciudad de México es la primera en su género en nuestro país. Es por lo tanto, una poderosa herramienta para quienes se encuentran realizando estudios tendientes a evitar que el nivel de contaminación ambiental sobrepase los límites aceptables para los habitantes de esta ciudad.

Dados los primeros resultados que se obtengan a través de la solución de los modelos matemáticos de dispersión de contaminantes en la atmósfera de la ciudad de México, es posible efectuar una redistribución y expansión del número de estaciones, lográndose un sistema versátil que permita optimizar la solución de tales modelos. Así mismo, el costo de producción y mantenimiento es relativamente bajo comparado con otros sistemas de importación, debido principalmente a que los sensores así como los sistemas de adquisición y procesamiento de datos han sido diseñados, construídos y calibrados en nuestro país. Aunado a esto es posible contar con sistemas integrales y autónomos, para realizar estudios meteorológicos de cualquier otra ciudad.

La experiencia adquirida en la implementación de esta red, permitirá realizar diseños de sistemas modulares, expandibles y versátiles que sean utilizables en otras aplicaciones tales

como: energía solar, biología, bioingeniería, etc. Siendo además, competitivos en cuanto a costo y calidad con los sistemas de importación existentes en el mercado actual.

En cuanto al comportamiento de los elementos de la red se observó que se pueden realizar mejoras en los siguientes aspectos: métodos de calibración para la medición de temperatura, reducir el consumo de energía de los sensores de velocidad y dirección del viento, modificar el diseño mecánico para facilitar la instalación del mástil meteorológico, reducir el número de datos perdidos en el sistema de recuperación de la información contenida en las cintas magnéticas, desarrollar un sistema de procesamiento de datos de gran capacidad que permita efectuar estudios estadísticos y gráficos del comportamiento de la red en forma más completa, métodos de mantenimiento y recolección de la información de las estaciones y finalmente, obtener la mano de obra necesaria para llevar a cabo el ensamble de los sistemas con una calidad altamente confiable. Para lograr todo esto será indispensable contar con recursos y personal capacitado avocados a la realización de otra etapa, que será la de perfeccionamiento, operación y mantenimiento de la red para su buen uso.



**BIBLIOGRAFIA**

- (1) "The Calculation of Long Period Mean Air Pollutant Concentrations in an Urban Atmosphere", LAMB, R.G.; LEVY, A.V. and BURKLE, J., Atmospheric Environment.
- (2) "Urban Air Pollution Modeling", GIFFORD, F.A. and HANNA, S.R., Second International Clean Air Congress of the International Union of Air Prevention Associations, Washington, D.C., december, 1970.
- (3) "An Air Pollution Model of México City", LEVY, A.V. and CARDENAS, A.F., Report CCAL-73-1, Centro Científico de América Latina, IBM de México, octubre, 1973.
- (4) "Atmospheric Diffusion", PASQUILL, F., D. Van Nostrand, Co., Ltd., London, 1968.
- (5) "Mesomicroclima de la Ciudad de México", JAUREGUI, E. Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, 1971.
- (6) "Sistema de Almacenamiento de Datos en Cinta Magnética, cassette", HECTOR HARO GUZMAN, Tesis Profesional, 1976.

- (7) Red Automática Micrometeorológica y Sistema de Eco-Sondeo  
Alejandro Velasco LeVý  
Héctor Haro Guzmán  
Mario Peña Cabrera  
Comunicaciones Técnicas. Serie Investigaciones.  
IIMAS-UNAM, Noviembre, 1977.
- (8) Microcomputer Systems. Organization, programming and  
Applications (PDP-11)  
Richard H. Eckhouse, Jr., L. Robert Morris  
Prentice-Hall, 1979.
- (9) Microprocessor Applications Manual  
Motorola Semiconductor Products inc.  
Mc. Graw-Hill Book Company
- (10) Microprocessors New directions for designers  
Edward A. Torrero  
Hayden Book Company, Inc. 1975.
- (11) Microprocessor Data Manual  
Electronic Desing  
November 22, 1979.  
November 26, 1981.
- (12) 8080 Microcomputer Systems User's Manual  
Intel, September 1975.

- (13) MCS-48 Microcomputer User's Manual  
Intel, 1976.
- (14) Linear Data Book  
National Semiconductor, 1983.
- (15) TRS-80 Assembly Language Programmning  
William Barden, Jr.  
Radio Shack. 1979.
- (16) Z80-CPU Technical Manual  
Zilog
- (17) TRS-80 Editor/Assembler. Operation and Reference Manual  
Radio Shack, 1978.
- (18) Level II Basic Reference TRS-80 Microcomputer System  
Radio Shack, 1978.
- (19) Computer Applications of Numerical Methods KUO, S..S.  
Addison-Wesley  
1972.

(20) Voltage Regulator Handbook

Andy Adamian

Fairchild, 1978.

(21) Rechargeable Batteries and Chargers

Globe Battery Division

Gel/Cell, 1980.

ANEXO I

LISTADOS DE PROGRAMAS EN LENGUAJE DE MAQUINA Y BASIC

AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST.DIG. DE ADQ. DE DATOS      FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984      PAGINA 1 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	NEMONICO		COMENTARIO
0 0	0 0	INICIO	NOP		
0 1	0 4 1 0		JMP	EJPROG	SALTA A EJECUTAR PROGRAMA
0 7	0 4 A B		JMP	CNTFF	CONTADOR T=FF POR SOBREFLUJO
1 0	B F 0 2	EJPROG	MOV	R7,#02H	R7 = 02H
1 2			CALL	5SEG2	LLAMA SUBRUT. 5S+2 INSTRUCC.
1 4	2 5		EN	TCNTI	HABILITA INTERRUPT. DEL TIMER/COUNTER
1 5	B 8 1 F		MOV	RO,#1FH	LOC. INIC. DE MEM. RAM PARA DATOS
1 7	2 7		CLR	A	A = 00H
1 8	3 A		OUTL	P2,A	INICIALIZA LINEA DE CONTROL 0 P21
1 9	2 3 0 2		MOV	A,#02H	A = 02H
1 B	3 A		OUTL	P2,A	"1" POR P21 (POLARIZA SENSORES) 1 P21
1 C	2 7		CLR	A	A = 00H
1 D	3 A		OUTL	P2,A	"0" POR P21 ESTADO INICIAL 1 P21
1 E	3 4 F 0		CALL	5SEG	LLAMA SUBRUT. 5S
2 0	0 0 0 0		NOP		
2 2	0 0		NOP		
2 3	B 9 8 0	ADDIG	MOV	R1,#80H	LOC.DE ROM PARA TABLA DE SELECC.DE CANAL
2 5	B B E F		MOV	R3,#EFH	MARCARA PARA LATCH DEL DECODIF.
2 7	F 9	SLDIG	MOV	A,R1	A=83H
2 B	A 3		MOV	A,@A	A=CONT.DE LOC. 83H DE 1a. PAG. DE ROM.
2 9	D 3 F F		XRL	A,#FFH	COMPARA A CON #FFH
2 B	C 6 4 5		JZ	RSETV	SI A = FF SALTA A RSET
2 D	F 9		MOV	A,R1	A = 83H
2 E	A 3		MOV	A,@A	A=VALOR EN LOC. 83H DE 1a.PAG. DE ROM
2 F	3 9		OUTL	P1,A	ACCESA CANAL DIGITAL PAPALELO
3 0	5 B		ANL	A,R3	ENMASCARA A CON R3
3 1	3 9		OUTL	P1,A	LATCH DEL CANAL ACCESADO
3 2	1 4 A 5		CALL	RTRDO	LLAMA SUBR. DE RETARDO
3 4	0 8		IN	A,BUS	TOMA EL DATO DEL CANAL ACCESADO
3 5	A A		MOV	R2,A	GUARDA EL DATO EN R2
3 6	9 6 3 F		JNZ	DAMEM	SI DATO ≠ 0 SALTA A DAMEM
3 8	2 3 1 F		MOV	A,#1FH	A = 1FH
3 A	D 8		XRL	A,RO	COMPARA EL VALOR DE RO CON 1FH
3 B	9 6 3 F		JNZ	DAMEM	SI SON ≠ SALTA A DAMEM
3 D	1 7		INC	A	A = 01
3 E	A A		MOV	R2,A	GUARDA EL DATO 01 EN R2
3 F	F A	DAMEM	MOV	A,R2	A = DATO CONTENIDO EN R2
4 0	A 0		MOV	@ RO,A	LLEVA DATO A LA MEM. DE DATOS
4 1	1 8		INC	RO	INCR. CONTADOR DE MEM. DE DATOS
4 2	1 9		INC	R1	INCR. CONT. DE SELECC. DE CANAL
4 3	0 4 2 7		JMP	SLDIG	SALTA A SELECC. SIGUIENTE CANAL

AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST. DIG. DE ADQ. DE DATOS

FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984

PAGINA 2 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	MEMONICO		COMENTARIO
4,5	2 1 3 F 5	RSETV	MOD	A, #F5H	A = F5H
4,7	3 9		OUTL	P1, A	RESET DE LOGICA DE VELOC. DE VNTD
4,8	5 B		ANL	A, R3	ENMASCARA A CON R3
4,9	3 B		OUTL	P1, A	LATCH DEL RESET
4, A	2 3 F F		MOV	A, #FFH	A = FFH
4, C	3 9		OUTL	P1, A	QUITA RESET A LOGICA DE VEL.
4, D	5 B		ANL	A, R3	ENMASCARA A CON R3
4, E	3 9		OUTL	P1, A	MANTEN SIN RESET LA LOG. DE VEL.
4, F	2 6 5 3		JNTO	ADFR	SI NO EXISTE MODO PRUEBA SALTA A ADFRC
5, 1	3 4 D E	MODO {	CALL	DY	CALL SUBR. PARA DESPLIEGUE ;
		PRUEBA			
5, 6	B 9 8 A	ADFR	MOV	R1, #8AH	LOC. EN ROM DE TABLA DE SELECC. DE CANAL
5, 8	B B E O		MOV	R3, #EOH	CONTADOR DE SELECC. DE CANALES
5, A	F 9	SLFR	MOV	A, R1	A ← 8AH (UBICA APUNTAADOR)
5, B	A 3		MOV	A, @ A	A = VALOR EN LOC. 8AH DE la.PAG. DE ROM
5, C	A A		MOV	R2, A	R2 ← A
5, D	D 3 F F		XRL	A, #FFH	COMPARA EL VALOR DE A CON FFH
5, F	C 6 F E		JZ	SALPAG	SI A = FF SALTA A PAGINA SIG.
6, I	F B		MOV	A, R3	A ← R3
6, 2	3 9		OUTL	P1, A	SELECC. UN CANAL
6, 3	F A		MOV	A, R2	VALOR OBT. DE TABLA DE ROM AL ACUM.
6, 4	A F		MOV	R7, A	GUARDA VALOR DE LA TABLA EN R7
6, 5	2 7		CLR	A	A = 00H
6, 6	6 2		MOV	T, A	T = 00H
6, 7	3 4 0 0		CALL	CONTEO	SUBR. DE TIEMPO PARA CONTEO DE EVENTOS
6, 9	F F		MOV	A, R7	A ← R7, R7 = DATO OBT. EN SUBR. CONTEO
6, A	A 0		MOV	@ RO, A	LLEVA DATO A LA MEM. DE DATOS
6, B	2 6 7 4		JNTO	PBAI	MODO PRUEBA ?
6, D	0 2		OUTL	BUS, A	DESPLIEGA DATO POR EL BUS
6, E	3 4 F 0		CALL	5SEG	LLAMA SUBR. DE RETARDO DE 5SEG.
7, 0	F B	MODO {	MOV	A, RO	A ← APUNT. DE MEM. DE DATOS
7, 1	0 2	PRUEBA	OUTL	BUS, A	DESPLIEGA DATO POR EL BUS
7, 2	3 4 F 0		CALL	5SEG	LLAMA SUBR. DE RETARDO DE 5SEG
7, 4	1 8	PBAI	INC	RO	INCR. APUNT. DE MEM. DE DATOS
7, 5	1 9		INC	RI	INCR. APUNT. DE TABLA DE ROM
7, 6	1 9 7		CLR	C	CARRY = 0
7, 7	2 3 0 2		MOV	A, #02H	A = 02H
7, 9	1 6 B		ADD	A, R	A MAS R3 PARA SELECC. SIG. CANAL
7, A	A B		MOV	R3, A	GUARDA NUEVO DATO DE SELECC. EN R3
7, B	0 4 5 A		JMP	SLFR	

NO. CONTROL	NO. SERVICIO	DESCRIPCION	NO. SERVICIO	NO. SERVICIO	COMENTARIOS
810	1110				SELECC. DE DEDO DE LOCALIDAD
811	1111	OPERA			SELECC. DE CANAL DIGITAL PARA #1
812	1112	DE			✓ ✓ ✓ ✓ #1
813	1113	SELECC.			✓ ✓ ✓ ✓ #2
814	1114	DE			✓ ✓ ✓ ✓ #3
815	1115	CANALES			✓ ✓ ✓ ✓ #4
816	1116	DIGIT.			✓ ✓ ✓ ✓ #5
817	1117	EN			✓ ✓ ✓ ✓ #6
818	1118	PARA			✓ ✓ ✓ ✓ #7
819	1119				
820	1120	ORDEN			SELECC. CANAL DIGITAL SERIE #1
821	1121	DE			✓ ✓ ✓ ✓ #1
822	1122	SELECC.			✓ ✓ ✓ ✓ #2
823	1123	DE			✓ ✓ ✓ ✓ #3
824	1124	CANALES			✓ ✓ ✓ ✓ #4
825	1125	DIGIT.			✓ ✓ ✓ ✓ #5
826	1126	EN			✓ ✓ ✓ ✓ #6
827	1127	SERIE			✓ ✓ ✓ ✓ #7
828	1128				
829	1129				
830	1130				
831	1131				
832	1132				
833	1133				
834	1134				
835	23107	RTRDO	MOV	A, #OPH	A = OPH
836	1107	DCPA	DEC	A	DECREMENTA EL VALOR DE A
837	23107		JNZ	DCPA	SI A ≠ OPH SALTA A DCPA
838	23107		RTRD		TERMINA SUBR. RETARDO
839	1193				
840	1165	CNTXP	STCP	TONTI	DETEN EL CONTEO
841	23107		MOV	A, #FFH	A = FFH
842	1162		MOV	T, A	T = FFH
843	1193		RTRD		TERMINA SUBR. CNTXP
844	1111				
845	1111				
846	1111				
847	1111				
848	1111				
849	1111				
850	1111				
851	1111				
852	1111				
853	1111				
854	1111				
855	1111				
856	1111				
857	1111				
858	1111				
859	1111				
860	1111				
861	1111				
862	1111				
863	1111				
864	1111				
865	1111				
866	1111				
867	1111				
868	1111				
869	1111				
870	1111				
871	1111				
872	1111				
873	1111				
874	1111				
875	1111				
876	1111				
877	1111				
878	1111				
879	1111				
880	1111				
881	1111				
882	1111				
883	1111				
884	1111				
885	1111				
886	1111				
887	1111				
888	1111				
889	1111				
890	1111				
891	1111				
892	1111				
893	1111				
894	1111				
895	1111				
896	1111				
897	1111				
898	1111				
899	1111				
900	1111				
901	1111				
902	1111				
903	1111				
904	1111				
905	1111				
906	1111				
907	1111				
908	1111				
909	1111				
910	1111				
911	1111				
912	1111				
913	1111				
914	1111				
915	1111				
916	1111				
917	1111				
918	1111				
919	1111				
920	1111				
921	1111				
922	1111				
923	1111				
924	1111				
925	1111				
926	1111				
927	1111				
928	1111				
929	1111				
930	1111				
931	1111				
932	1111				
933	1111				
934	1111				
935	1111				
936	1111				
937	1111				
938	1111				
939	1111				
940	1111				
941	1111				
942	1111				
943	1111				
944	1111				
945	1111				
946	1111				
947	1111				
948	1111				
949	1111				
950	1111				
951	1111				
952	1111				
953	1111				
954	1111				
955	1111				
956	1111				
957	1111				
958	1111				
959	1111				
960	1111				
961	1111				
962	1111				
963	1111				
964	1111				
965	1111				
966	1111				
967	1111				
968	1111				
969	1111				
970	1111				
971	1111				
972	1111				
973	1111				
974	1111				
975	1111				
976	1111				
977	1111				
978	1111				
979	1111				
980	1111				
981	1111				
982	1111				
983	1111				
984	1111				
985	1111				
986	1111				
987	1111				
988	1111				
989	1111				
990	1111				
991	1111				
992	1111				
993	1111				
994	1111				
995	1111				
996	1111				
997	1111				
998	1111				
999	1111				
1000	1111				
FE	2410	SALPAG	DNP	CEAS	



AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST. DIG. DE ADQ. DE DATOS

FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984

PAGINA 4 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	NEMONICO		COMENTARIO
1,0,0	4   5	CONTEO	STRT	CNT1	INICIA CONTEO DE EVENTOS POR T1
1,0,1	B E   3   1	LOOP1	MOV	R6, #31H	
1,0,3	0   0	LOOP2	NOP		
1,0,4	0   0		NOP		
1,0,5	E E   0   3		DJNZ	R6, LOOP2	DCR. R6, Y SI NO ES CERO SALTA A LOOP2
1,0,7	E F   0   1		DJNZ	R7, LOOP1	✓ R7 ✓ ✓ ✓ LOOP1
1,0,9	6   5		STOP	TCNT1	DETEN EL CONTEO
1,0,1A	4   2		MOV	A, T	A = RESULTADO DEL CONTEO
1,0, B	A   F		MOV	R7, A	TRASLADA EL VALOR A R7
1,0, C	9   3		RETR		TERMINA SUBR. CONTEO
1,1,0	F   8	GRAB	MOV	A, RO	A=VAL. DEL APUNT. DE MEM. DEL ULTIMO DATO
1,1,1	6   2		MOV	T, A	GUARDA VAL. DEL APUNTADOR EN REG. T
1,1,2	2   3   0   2		MOV	A, #02H	A = 02H
1,1,4	3   A		OUTL	P2, A	"1" POR P21 (POLARIZA GRAB) 2f P21
1,1,5	2   7		CLR	A	A = 00H
1,1,6	3   A		OUTL	P2, A	"0" POR P21 ESTADO ESTABLE 2l P21
1,1,7	3   4   F   0		CALL	5SEG	LLAMA SUBR. 5S (RETRDO. 5SEG.)
1,1,9	2   3   0   2		MOV	A, #02H	A = 02H
1,1, B'	3   A		OUTL	P2, A	"1" POR P21 (ARRANCA MOTOR) 3f P21
1,1, C	B   D   2   A		MOV	R5, #2AH	CONT. DE 0'S AL INICIO DEL GPO. DE DATOS
1,1, E	B   A   0   0	DATCRO	MOV	R2, 00H	CARGA R2 CON EL DATO A SACAR
1,2,0	3   4   5   0		CALL	SACDA	SUBR. PARA SACAR DATO EN SERIE MODULADO
1,2,2	E   D   I   E		DJNZ	R5, DATCRO	DCR, R5, SI NO ES CERO SALTA A DATCRO
1,2,4	B   8   1   F		MOV	RO, #1FH	APUNTADOR AL INICIO DE LA MEM. / DATOS
1,2,6	F   0	SIGDA	MOV	A, @RO	MUEVE AL ACUM. DATO INDICADO POR APUNTAD.
1,2,7	A   A		MOV	R7, A	MUEVE EL DATO A R7
1,2,8	2   6   3   2		JNTO	CONT	MODO PRUEBA ?
1,2,1A	F   B		MOV	A, RD	MUEVE VAL. DEL APUNTADOR AL ACUM.
1,2,1B	0   2		OUTL	BUS, A	SACALO POR EL BUS
1,2,1C	3   4   F   0	MODO	CALL	5SEG	LLAMA SUBR. DE RETARDO DE 5SEG.
1,2,1E	F   A	PRUEBA	MOV	A, R2	DATO GUARDADO EN R2 AL ACUMUL.
1,2,1F	0   2		OUTL	BUS, A	SACALO POR EL BUS
1,3,0	3   4   F   0		CALL	5SEG	RETARDO DE 5SEG
1,3,2	3   4   5   0	CONT	CALL	SACDA	SUBR. PARA SACAR DATO EN SERIE MODULADO
1,3,4	1   B		INC	RO	INCR. APUNTADOR DE MEM. DE DATOS
1,3,5	B   A   0   0		MOV	R2, #00H	CARGA R2 CON EL DATO A SACAR
1,3,7	3   4   5   0		CALL	SACDA	SUBR. PARA SACAR DATO EN SERIE MODULADO
1,3,9	0   0		NOP		
1,3,1A	4   2		MOV	A, T	A=VAL. DEL APUNT. DE MEM. DEL ULTIMO DATO
1,1, B	D   B		XRL	A, RO	COMP. VAL. DE A CON VAL. ACTUAL DEL APUNT.

AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST. DIGT. DE ADQ. DE DATOS

FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984

PAGINA 5 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	NEMONICO		COMENTARIO
1,3,C	9,6,2,6		JNZ	SIGDA	SI NO ES EL ULTIMO DATO SALTA A SIGDA
1,3,F	B,D,O,A		MOV	R5,#0AH	CONT.DE 0'S AL FINAL DEL GRO.DE DATOS
1,4,0	B,A,0,0	SIGCRO	MOV	R2,#00H	CARGA R2 CON EL DATO A SACAR
1,4,2	3,4,5,0		CALL	SACDA	SUBR.PARA SACAR DATO EN SERIE MODULADO
1,4,4	E,D,4,0		DJNZ	R5,SIGCRO	SI NO SON TODOS LOS 0'S. SALTA A SIGCRO
1,4,6	2,3,0,0	PIN	MOV	A,#00H	A=00H
1,4,8	1,3,A		OUTL	R2,A	"0" POR P21 ESTADO ESTABLE 3 P21
1,4,9	2,3,0,2		MOV	A,#02H	A=02H
1,4,B	3,A		OUTL	P2,A	"1" POR P21 (FRENA MOTOR) 4 P21
1,4,C	2,3,8,0		MOV	A,#80H	A=80H
1,4,E	3,A		OUTL	R2,A	"0" POR P21 Y "1" POR P27 MICROCOMP.OFF
1,4,F	0,0		NOP		
1,5,0	3,4,C,0	SACDA	CALL	PARD	SUBRUT.PARA CALC.PARIDAD DEL DATO
1,5,2	B,9,0,1		MOV	R1,#01H	GENERA BIT INICIAL (START)
1,5,4	F,9		MOV	A,R1	BIT INICIAL AL ACUMULADOR
1,5,5	6,7		RRC	A	ROTA A LA DERECHA CON CARRY
1,5,6	A,9		MOV	R1,A	GUARDA DATO ROTADO EN R1
1,5,7	E,6,8,2		JNC	ERR	SI CARRY = 0 SALTA A ERROR
1,5,9	3,4,8,3		CALL	UNO	SUBR.GENERA BIT UNO MODULADO
1,5,B	B,B,0,8		MOV	R3,#08H	CONTADOR DE BITS=8
1,5,D	F,A	ROTAR	MOV	A,R2	DATO GUARDADO EN R2 AL ACUMULAD.
1,5,E	6,7		RRC	A	ROTA A LA DERECHA CON CARRY
1,5,F	A,A		MOV	R2,A	GUARDA DATO ROTADO EN R2
1,6,0	E,6,6,8		JNC	DATCRO	SI CARRY=0 SALTA A DATCRO
1,6,2	3,4,8,3	DATUNO	CALL	UNO	SUBR. GENERA BIT UNO MODULADO
1,6,4	E,B,5,D		DJNZ	R3,ROTAR	SI NO ES EL ULTIMO BIT SALTA A ROTAR
1,6,6	2,4,6,C		JMP	BITPP	SALTA A SACAR UN O DE SINCRONIA
1,6,8	3,4,9,6	DATCRO	CALL	CERO	SUBR.GENERA BIT CERO MODULADO
1,6,A	E,B,5,D		DJNZ	R3,ROTAR	SI NO ES EL ULTIMO BIT SALTA A ROTAR
1,6,C	B,9,0,0	BITPP	MOV	R1,#00H	LIMPIA R1
1,6,E	F,C		MOV	A,R4	A=RESUL. DEL CALCULO DE PARIDAD
1,6,F	6,7		RRC	A	ROTA A LA DERECHA CON CARRY
1,7,0	A,C		MOV	R4,A	GUARDA EN DATO ROTADO EN R4
1,7,1	E,6,7,7		JNC	PARCRO	SI CARRY=0 = PARIDAD SALTA A PARCRO
1,7,3	3,4,8,3		CALL	UNO	SUBR. GENERA BIT UNO MODULADO
1,7,5	2,4,7,9		JMP	BITSP	SALTA A GENERAR BIT DE PARIDAD UNO
1,7,7	3,4,9,6	PARCRO	CALL	CERO	SUBR.GENERA BIT CERO MODULADO
1,7,9	B,9,0,0	BITSP	MOV	R1,#00H	LIMPIA R1
1,7,B	F,9		MOV	A,R1	A=00H
1,7,C	6,7		RRC	A	ROTA A LA DERECHA CON CARRY
1,7,D	A,9		MOV	R1,A	GUARDA EL DATO ROTADO EN R1
1,7,E	F,6,8,2		JC	ERR	SI CARRY = 1 SALTA A ERROR
1,8,0	3,4,A,9		CALL	CEROSP	SUBR.GENERA CERO DE STOP MODULADO

IIMAS-UNAM

HOJA DE PROGRAMACION

AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST. DIG. DE ADQ. DE DATOS

FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984

PAGINA 6 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	NEMONICO		COMENTARIO
1,8,2	9 3	ERR	RETR		TERMINA SUBR. SACDA
1,8,3	B 9 0 F	UNO	MOV	R1,#0FH	CONTADOR PARA 16 ESTADOS
1,8,5	2 3 0 1	ESDO	MOV	A,#01H	A = 01H
1,8,7	5 9		ANL	A,R1	GENERACION DE EDOS. ALTERNADOS 1 Y 0
1,8,8	3 A		OUTL	P2,A	SACA VALOR DEL EDO. GENERADO
1,8,9	B E 0 B		MOV	R6,#0BH	CONTADOR PARA DURACION DEL EDO.
1,8,B	E E 8 B	LPUNI	DJNZ	R6,LPUNI	DECR.R6 Y SI NO ES CERO SALTA A LPUNI
1,8,D	E 9 8 5		DJNZ	R1,ESDO	DECR.R1, SI NO ES EL ULT.EDO. VE A ESDO
1,8,F	F 9		MOV	A,R1	CARGA A CON R1 QUE VALE CERO
1,9,0	3 A		OUTL	P2,A	SACA EL VALOR DE A POR P2
1,9,1	B E 10 6		MOV	R6,#6H	CONT. PARA DURAC. DEL ULTIMO EDO.
1,9,3	E E 9 3	LPUNZ	DJNZ	R6,LPUNZ	GENERA EDO. CERO CORTO
1,9,5	9 3		RETR		TERMINA SUBR. UNO
1,9,16	B 9 0 7	CERO	MOV	R1,#07H	CONTADOR PARA 8 ESTADOS
1,9,8	2 3 0 1	VLEDO	MOV	A,#01H	A = 01H
1,9,A	5 9		ANL	A,R1	GENERACION DE EDOS. ALTERNADOS 1 Y 0
1,9,B	3 A		OUTL	P2,A	SACA VALOR DEL EDO. GENERADO
1,9,C	B E I B		MOV	R6,#1BH	CONTADOR PARA DURACION DEL EDO.
1,9,E	E E 9 E	LPCRI	DJNZ	R6,LPCRI	DCR.R6 Y SI NO ES CERO SALTA A LPCRI
1,A,0	E 9 9 8		DJNZ	R1,VLEDO	DCR.R1, SI NO ES EL ULT. EDO. VE A VLEDO
1,A,2	F 9		MOV	A,R1	CARGA A CON R1 QUE VALE CERO
1,A,3	3 A		OUTL	P2,A	SACA ESTADO CERO POR P2
1,A,4	B E 1 7		MOV	R6,#17H	CONT. PARA DURAC. DEL ULTIMO EDO.
1,A,6	E E A 6	LPCRZ	DJNZ	R6,LPCRZ	DURACION DE EDO. CERO CORTO
1,A,8	9 3		RETR		TERMINA SUBR. CERO
1,A,9	B 9 0 7	CEROSP	MOV	R1,#07H	CONTADOR PARA 8 ESTADOS
1,A,B	2 3 0 1	VLES	MOV	A,#01H	A = 01H
1,A,D	5 9		ANL	A,R1	GEN. DE EDOS. ALTERNADOS 1 Y 0
1,A,E	3 A		OUTL	P2,A	SACA EL VALOR DEL EDO. GENERADO
1,A,F	B E I B		MOV	R6,#IB	CONTADOR PARA DURACION DEL EDO.
1,B,I	E E B I	LPSPI	DJNZ	R6,LPSPI	DCR.R6 Y SI NO ES CERO SALTA A LPSPI
1,B,3	E 9 A B		DJNZ	R1,VLES	DCR,R1, SI NO ES EL ULT. EDO. VE A VLES
1,B,5	F 9		MOV	A,R1	CARGA A CON R1 QUE VALE CERO
1,B,6	3 A		OUTL	P2,A	SACA ESTADO CERO POR P2
1,B,7	B E 0 A		MOV	R6,#0AH	CONT.PARA DURAC. DEL ULTIMO EDO.
1,B,9	E E B 9	LPSP2	DJNZ	R6,LPSP2	DURACION DE EDO. CORTO
1,B,B	9 3		RETR		TERMINA SUBR. CEROSP

AUTOR : ERIC MORENO VILLALOBOS

PROGRAMA SIST. DIGT. DE ADQ. DE DATOS      FECHA 10 SEPTIEMBRE 1984      PAGINA 7 DE 7

DIRECCION	DATO O INSTRUCCION	ETIQUETA	MEMONICO	COMENTARIO
1,C,10	1,19,7	PARD	CLR C	LIMPIA EL CARRY
1,C,11	B,B,0,8		MOV R3,#08H	CONTADOR DE BITS
1,C,13	B,C,0,0		MOV R4,#00H	LIMPIA R4
1,C,15	1,1,F,A		MOV A,R2	MUEVE AL ACUM. EL DATO GUARDADO EN R2
1,C,16	1,1,6,7	RROT	RRC A	ROTA A LA DERECHA CON CARRY
1,C,17	E,1,6,C,A		JNC NUMCR	SI C=0 NO SE INCR. EL NUM. DE 1'S
1,C,19	1,1,I,C		INC R4	CUENTA EL NUMERO DE 1'S
1,C,1A	E,1,B,C,6	NUMCR	DJNZ R3,RROT	SI NO ES EL ULTIMO BIT SALTA A RROT
1,C,1C	2,1,3,0,1		MOV A,#01H	A = 01H
1,C,1E	1,1,5,C		ANL A,R4	OBT. SI NUM. DE 1'S FUE PAR O IMPAR
1,C,1E	C,1,6,D,4		JZ PPAR	SI FUE PAR SALTA A PPAR
1,D,1I	B,1,C,0,1	PIMPA	MOV R4,#01H	BIT DE PARIDAD = 1
1,D,13	1,1,9,3		RETR	TERMINA SUBR. PARD. CON BIT PP=1
1,D,14	B,1,C,0,0	PPAR	MOV R4,#00H	BIT DE PARIDAD = 0
1,D,15	1,1,9,3		RETR	TERMINA SUBR. PARD. CON BIT PP=0
1,1,1	1,1,1			
1,1,1	1,1,1			
1,D,1E	1,1,F,8	DY	MOV A,R0	MUEVE AL ACUM. EL ULTIMO VAL. DEL APUNT.
1,D,1F	1,1,A,C		MOV R4,A	GUARDA EL VAL. DEL APUNT. DE MEM. EN R4
1,E,10	B,1,8,1,F		MOV R8,#1FH	INICIALIZA APUNT. DE MEM. DE DATOS
1,E,12	1,1,F,0	OTROD	MOV A,@R0	TRAE EL DATO SEÑALADO POR EL APUNT.
1,E,13	1,1,0,2		OUTL BUS,A	SACA EL DATO POR EL BUS
1,E,14	3,4,1,F,0		CALL 5SEG	SUBR. DE RETARDO DE 5SEG.
1,E,16	1,1,F,8		MOV A,R0	A = VAL. DEL APUNTADEOR DE LA MEM./DATOS
1,E,17	1,1,0,2		OUTL BUS,A	SACA ESTE VALOR POR EL BUS
1,E,18	3,4,1,F,0		CALL 5SEG	SUBR. DE RETARDO DE 5SEG.
1,E,1A	1,1,1,8		INC R0	INCREMENTA VAL. DEL APUNTADEOR
1,E,1B	1,1,F,K		MOV A,R4	VAL. DEL ULTIMO DATO A SACAR AL ACUM.
1,E,1C	1,1,D,8		XRL A,R0	ULTIMO DATO A DESPLEGAR ?
1,E,1D	9,1,6,1,E,2		JNZ OTROD	SI NO ES EL ULTIMO SALTA A OTROD
1,E,1F	1,1,9,3		RETR	TERMINA SUBR. DY
1,F,10	B,1,F,0,A	5 SEG	MOV R7,#0AH	CONTADOR PARA RETARDO
1,F,12	B,1,E,F,F	5SEG2	MOV R6,#FFH	✓      ✓      ✓
1,F,14	2,1,3,1,F,1,F	RET2	MOV A,#FFH	✓      ✓      ✓
1,F,16	1,1,0,7	RETI	DEC A	DECREMENTA EL ACUMULADOR
1,F,17	9,1,6,1,E,1,6		JNZ RETI	RETARDO HASTA QUE A SEA CERO
1,F,19	E,1,E,1,F,1,4		DJNZ R6,RET2	✓      ✓      ✓ R6      ✓
1,F,1B	E,1,E,1,E,1,2		DJNZ R7,5SEG2	✓      ✓      ✓ R7      ✓
1,F,1D	1,1,9,1,3		RETR	TERMINA SUBR. 5SEG.
1,1,1	1,1,1			
1,1,1	1,1,1			
1,1,1	1,1,1			
1,1,1	1,1,1			

PROGRAMA EN LENGUAJE EDITOR USADO EN LA RECUPERACION  
DE LA INFORMACION CONTENIDA EN LAS CINTAS MAGNETICAS  
CASSETTES.

```

00100          ORG 5F00H          ; INICIO
00105          LD HL,6060H       ;LIMPIA MEM
00110 CLRM     LD (HL),00H
00115          INC HL
00120          LD A,L
00125          CP 255D
00130          JP NZ,CLRM
00135          LD A,H
00140          CP 127D
00145          JP NZ,CLRM
00150          LD A,00H
00155          CALL 0212H
00160          LD HL,6060H
00165          LD A,255D
00170 ADC1     DEC A
00175          JP NZ,ADC1
00180 LP0      LD E,10H
00185 LP1      CALL SBR1
00190          LD A,B
00195          CP 55H
00200          JP Z,FIN
00205          LD A,D
00210          CP 00H
00215          JP NZ,LP1
00220          DEC E
00225          JP NZ,LP1
00230          NOP
00235          NOP
00240 LP2      CALL SBR1
00245          LD A,B
00250          CP 55H
00255          JP Z,FIN
00260          LD A,D
00265          CP 00H
00270          JP Z,LP2
00275 ST01     LD (HL),D
00280          INC HL
00285          INC E
00290          LD A,L
00295          CP 255D
00300          JP NZ,LP3
00305          LD A,H
00310          CP 127D
00315          JP Z,FIN
00320 LP3      LD A,E
00325          CP 04H
00330          JP Z,LP0
00335          CALL SBR1

```

```

00340      LD A,B
00345      CP 55H
00350      JP Z,FIN
00355      LD A,D
00360      CP 00H
00365      JP NZ,CL1
00370      CALL SBR1
00375      LD A,B
00380      CP 55H
00385      JP Z,FIN
00390      JP ST01
00395 CL1  DEC HL
00400      DEC E
00405      JP NZ,CL1
00410      JP LP0
00415 SBR1  LD B,20H
00420 RET1  LD C,255D
00425 RET2  LD D,255D
00430 TOM   IN A,(05H)
00435      AND 254D
00440      XOR 00H
00445      JP NZ,LPS1
00450      DEC D
00455      JP NZ,TOM
00460      IN A,(05H)
00465      AND 254D
00470      XOR 00H
00475      JP NZ,LPS1
00480      DEC C
00485      JP NZ,RET2
00490      IN A,(05H)
00495      AND 254D
00500      XOR 00H
00505      JP NZ,LPS1
00510      DEC B
00515      JP NZ,RET1
00520      LD B,55H
00525      RET
00530 LPS1  IN A,(05H)
00535      AND 254D
00540      XOR 80H
00545      JP NZ,SBR1
00550      LD C,233D
00555 DC1  DEC C
00560      JP NZ,DC1
00565      LD B,08H
00570      LD D,00H

```

```

00575      NOP
00580      NOP
00585 DAT1  IN A,(05H)
00590      AND 254D
00595      OR D
00600      LD D,A
00605      DEC B
00610      JP Z,CHP1
00615      SRL D
00620      LD C,97H
00625 DC2   DEC C
00630      JP NZ,DC2
00635      JP JJ1
00640 JJ1   JP DAT1
00645 CHP1 LD A,D
00650      AND 255D
00655      JP PO,PI1
00660      LD C,97H
00665 DC3   DEC C
00670      JP NZ,DC3
00675      IN A,(05H)
00680      AND 254D
00685      XOR 00H
00690      JP NZ,SBR1
00695      JP CHS1
00700 PI1   LD C,97H
00705 DC4   DEC C
00710      JP NZ,DC4
00715      IN A,(05H)
00720      AND 254D
00725      XOR 80H
00730      JP NZ,SBR1
00735      JP CHS1
00740 CHS1  LD C,99H
00745 DC5   DEC C
00750      JP NZ,DC5
00755      IN A,(05H)
00760      AND 254D
00765      XOR 00H
00770      JP NZ,SBR1
00775      RET
00780 FIN   CALL 01F8H
00785      RET
00790      NOP
00795      NOP
00800      LD A,00H
00805      CALL 0212H

```

```

; ON BOARD CASSETTE
; DEFINE DRIVE

```

```

00810          CALL 0200H          ; WRITE LEADER
00815          LD HL,6060H        ; BYTE TO RECORD
00820 TODA     LD A,(HL)          ; OUTPUT BYTE
00825          CALL 0264H
00830          INC HL
00835          LD A,L
00840          CP 00H
00845          JP NZ,TODA
00850          LD A,H
00855          CP 50H
00860          JP NZ,TODA
00865          CALL 01F8H        ; CASSETTE OFF
00870          RET
00875          NOP
00880          LD HL,6060H        ; LOC.INIC.DE MEM.PARA DATOS
00885          LD A,00H          ; ON BOARD CASSETTE
00890          CALL 0212H        ; DEFINE DRIVE
00895          CALL 0296H        ; FIND SYNC BYTE
00900 SALT     CALL 0235H        ; READ ONE BYTE
00905          LD (HL),A
00910          INC HL
00915          LD A,L
00920          CP 00H
00925          JP NZ,SALT
00930          LD A,H
00935          CP 50H
00940          JP NZ,SALT
00945          CALL 01F8H        ; CASSETTE OFF
00950          RET
00955          END

```



PROGRAMA PARA LA DETERMINACION DE CURVAS POR EL METODO DE MINIMOS CUADRADOS
--

```

2  '----- VERSION 7-ENERO-84      E.M.V. -----
4  CLS
6  PRINT TAB(5)">>> DETERMINACION DE CURVAS POR MINIMOS CUADRADOS <<<"
8  CLEAR 50
10 DEFINT I-L
12 MX=30 : EF=999 : MD=4
14 DIM X(MX),Y(MX)
16 Q=MD+1 : DIM A(Q,Q),R(Q),V(Q+1)
18 Q=MD*2 : DIM P(Q)
20 PRINT
22 PRINT"ESTE PROGRAMA ACEPTA UN MAXIMO DE ";MX;"PARES DE DATOS"
24 PRINT"META LOS DATOS EN PARES X,Y CUANDO SE LE PIDAN"
26 PRINT
28 PRINT"CUANDO HAYA METIDO TODOS LOS DATOS,TECLEE @,@"
30 PRINT : J=0
32 J=J+1 : INPUT"X,Y=";X$,Y$
34 IF X$="@" OR Y$="@" THEN J=J-1 : GOTO 42
36 X(J)=VAL(X$) : Y(J)=VAL(Y$)
38 IF J=MX THEN PRINT TAB(20)"NO SE ACEPTAN MAS DATOS" : GOTO 42
40 GOTO 32
42 NP=J : PRINT
44 IF NP=0 : PRINT TAB(25)"--- NO SE METIERON DATOS ---" : STOP
46 PRINT TAB(15)"SE METIERON";NP;"PARES DE DATOS"
48 INPUT"DESEA IMPRIMIR LOS RESULTADOS (SI/NO)";IM$
50 INPUT"NUMERO DE ESTACION .....";EX
51 INPUT"TIPO DE SENSOR .....";S$
52 INPUT"CODIGO DEL SENSOR .....";A$
54 PRINT : INPUT"GRADO DEL POLINOMIO";D : PRINT
56 IF D<0 PRINT">>> ERROR <<< EL GRADO DEBE SER >=0" GOTO 54
58 D=INT(D) : IF D<NP THEN 62
60 PRINT">>> ERROR <<< - LOS DATOS NO SON SUFICIENTES" : GOTO 54
62 D2=2*D
64 IF D>MD PRINT">>> ERROR <<< EL GRADO DE SER <=4" : GOTO 54
66 N=D+1
68 FOR J=1 TO D2 : P(J)=0 : FOR K=1 TO NP
70 P(J)=P(J)+X(K)[J : NEXT : NEXT : P(Q)=NP
72 R(1)=0 : FOR J=1 TO NP : R(1)=R(1)+Y(J)
74 NEXT : IF N=1 THEN 80
76 FOR J=2 TO N : R(J)=0 : FOR K=1 TO NP
78 R(J)=R(J)+Y(K)*X(K)[(J-1) : NEXT : NEXT
80 FOR J=1 TO N : FOR K=1 TO N : A(J,K)=P(J+K-2) : NEXT : NEXT
82 GOSUB 180
84 CLS : PRINT : PRINT,"POTENCIA DE X","COEFICIENTE"
86 FOR J=1 TO N : PRINT," ";J-1,V(J) : NEXT
88 Q=0 : FOR J=1 TO NP : NEXT : M=Q/NP : T=0 : G=0
90 FOR J=1 TO NP : Q=0 : FOR K=1 TO N : Q=Q+V(K)*X(J)[(K-1) : NEXT
92 T=T+(Y(J)-Q)[2 : G=G+(Y(J)-M)[2 : NEXT
94 IF G=0 THEN T=100 : GOTO 98
96 T=100*SQR(1-T/G)
98 PRINT : PRINT"% DE APROXIMACION=";T
100 IF IM$="SI" GOTO 158
102 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
104 PRINT TAB(10)">>> OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR <<<"
106 Q$=INKEY$ : IF Q$="" THEN 105
108 CLS : PRINT : PRINT"ELIJA UNA OPCION PARA CONTINUAR"

```

(CONTINUACION)

```

110 PRINT,"1---DETERMINACION DE PUNTOS ESPECIFICOS"
112 PRINT,"2---LOS MISMOS DATOS PERO CON OTRO GRADO"
114 PRINT,"3---FIN DEL PROGRAMA"
116 INPUT"QUE DESEA";Q : Q=INT(Q) : IF Q=3 THEN END
118 IF Q=2 THEN 54
120 IF Q=1 THEN 134
122 IF Q<>1 THEN 108
124 PRINT : PRINT"TECLEE";EF;"PARA SALIR"
126 PRINT : INPUT"X=";XV : IF XV=EF THEN 108
128 YV=0 : FOR K=1 TO N
130 YV=YV+V(K)*XV(K-1) : NEXT : PRINT"Y=";YV
132 GOTO 126
134 CLS : PRINT : PRINT"DADO X SE OBTIENE EL VALOR DE Y"
136 PRINT"TECLEE @ PARA SALIR DE ESTA RUTINA"
137 IF IM$="NO" THEN 142
138 LPRINT" " : LPRINT,"SE DETERMINARON LOS PUNTOS SIGUIENTES"
140 LPRINT TAB(20)"CON FINES DE COMPROBACION" : LPRINT" "
142 PRINT : INPUT"VALOR DE X=";X$
144 IF X$="@" THEN 108 ELSE X=VAL(X$)
146 FOR DD=(D+2) TO 6
148 V(DD)=0
150 Y=V(1)+V(2)*X+V(3)*X2+V(4)*X3+V(5)*X4
152 PRINT"VALOR DE Y=";Y
154 IF IM$="SI" GOTO 174
156 GOTO 142
158 LPRINT" " : LPRINT" "
160 LPRINT"NUMERO DE ESTACION .....";EX
161 LPRINT"TIPO DE SENSOR .....";S$
162 LPRINT"CODIGO DEL SENSOR ...";AS
164 LPRINT" "
166 LPRINT,"POTENCIA DE X","COEFICIENTE"
168 FOR J=1 TO N : LPRINT," ";J-1,V(J) : NEXT
170 LPRINT" " : LPRINT"% DE APROXIMACION=";T
172 GOTO 102
174 LPRINT,"....."
176 LPRINT,"X= ";X,"Y= ";Y
178 GOTO 142
180 IF N=1 THEN V(1)=R(1)/A(1,1) : RETURN
182 FOR K=1 TO N-1
184 I=K+1
186 L=K
188 IF ABS(A(I,K))>ABS(A(L,K)) THEN L=I
190 IF I<N THEN I=I+1 : GOTO 188
192 IF L=K THEN 200
194 FOR J=K TO N : Q=A(K,J) : A(K,J)=A(L,J)
196 A(L,J)=Q : NEXT
198 Q=R(K) : R(K)=R(L) : R(L)=Q
200 I=K+1
202 Q=A(I,K)/A(K,K) : A(I,K)=0
204 FOR J=K+1 TO N : A(I,J)=A(I,J)-Q*A(K,J) : NEXT
206 R(I)=R(I)-Q*R(K) : IF I<N THEN I=I+1 : GOTO 202
208 NEXT
210 V(N)=R(N)/A(N,N) : FOR I=N-1 TO 1 STEP -1
212 Q=0 : FOR J=I+1 TO N : Q=Q+A(I,J)*V(J)
214 V(I)=(R(I)-Q)/A(I,I) : NEXT : NEXT
216 RETURN

```

## PROGRAMA PARA DESPLEGAR, LISTAR Y GRAFICAR DATOS

```

2  '>>>>>>  VERSION 15-FEBRERO-85   E.M.V.  <<<<<<
4  CLS
5  R$=" DEL   ##/##/##   AL   ##/##/##"
6  FH$="##/##/##" : HL$="##:##.###"
7  Q$="      ##.##      ##.##  %%      ##.##"
8  PRINT"      ESTE PROGRAMA LEE CINTAS DE LAS ESTACIONES"
10 PRINT"      METEOROLOGICAS DE 3 CANALES" : PRINT
12 INPUT"NUMERO DE ESTACION .....";E%
14 INPUT"LOCALIZACION .....";L$
16 INPUT"INTERVALO ENTRE LECTURAS (1-60 MIN.) ....";IM%
18 INPUT"FECHA Y HORA INICIAL (DI,ME,AN,HO,MI) ...";DI%,ME%,AN%,HO%,MI%
20 INPUT"FECHA Y HORA FINAL (DI,ME,AN,HO,MI) ....";FD%,MF%,FA%,FH%,FM%
22 INPUT"COEF. DEL POL. DE VEL.(V0,V1,V2,V3,V4) ..";V0,V1,V2,V3,V4
24 INPUT"COEF. DEL POL. DE TEMP.(T0,T1) .....";T0,T1
26 CH%=3
28 IF CH%=0 THEN 26 ELSE CH=CH% : C=CH+1 : DIM D(C)
30 INPUT"NUMERO DE CEROS .....";N0
32 PRINT : PRINT : PRINT
34 POKE 24353,N0 : POKE 24395,96+C : POKE 24401,96
36 POKE 24407,C : POKE 16526,0 : POKE 16527,95
37 INPUT"DESEA DESPLEGAR,LISTAR,GRAFICAR (D,L,G)..";PI$
38 IF PI$="D" THEN 44
39 IF PI$="L" THEN 74
40 IF PI$="G" THEN 118 ELSE 37
42 KK%=1 : MI%=DM%-IM%
44 '-----DESPLIEGA DATOS EN LA PANTALLA-----
45 PI=0 : FI=0
46 PRINT : PRINT" FECHA ";" HORA ";" LOC";
48 PRINT TAB(24)"VEL.(M/S)";
49 PRINT TAB(39)"DIR.(GRADOS)";
50 PRINT TAB(53)"TEMP.(°C)"
53 X=USR(N)
54 K=24671
56 FOR X=1 TO C
58 K=K+1
60 D(X)=PEEK(K)
62 NEXT X
64 GOSUB 254
65 FI=1
66 GOSUB 194
68 PRINT TAB(10) : PRINT USING HL$;HO%,MI%,D(1);
70 PRINT USING Q$;D(2),D(3),Q$,D(4)
72 GOTO 53
74 '-----LISTADO DE DATOS-----
75 PI=1 : FI=0
76 LPRINT" " : LPRINT" "
78 LPRINT TAB(5)"ESTACION NUMERO .....";E%
80 LPRINT TAB(5)"LOCALIZACION .....";L$
82 LPRINT TAB(5)"PERIODO DE LA ADQ. ....";
84 LPRINT USING R$;DI%,ME%,AN%,FD%,MF%,FA%
86 LPRINT TAB(5)"NUMERO DE CANALES ...";CH
88 LPRINT" " : LPRINT" FECHA ";" HORA ";" LOC";

```

(CONTINUACION)

```

90 LPRINT TAB(24)"VEL.(M/S)";
92 LPRINT TAB(39)"DIR.(GRADOS)";
94 LPRINT TAB(53)"TEMP.(°C)"
96 X=USR(N)
98 K=24671
100 FOR X=1 TO C
102 K=K+1
104 D(X)=PEEK(K)
106 NEXT X
108 GOSUB 254
109 FI=1
110 GOSUB 194
112 LPRINT TAB(9)" "; : LPRINT USING HL$;HO%,MI%,D(1);
114 LPRINT USING O$;D(2);D(3);O$,D(4)
116 GOTO 96
118 ?-----GRAFICACION DE DATOS-----
119 PI=1 : FI=0
120 LPRINT" " : LPRINT" "
122 LPRINT TAB(45)"ESTACION NUMERO .....";EX
124 LPRINT TAB(45)"LOCALIZACION .....";L$
126 LPRINT TAB(45)"PERIODO DE LA ADQ. . .";
128 LPRINT USING R$;DI%,ME%,AN%,FD%,MF%,FA%
130 LPRINT TAB(45)"NUMERO DE CANALES ...";CH
132 GOSUB 223
136 X=USR(N)
138 K=24671
140 FOR X=1 TO C
142 K=K+1
144 D(X)=PEEK(K)
146 NEXT X
148 GOSUB 254
149 FI=1
150 LPRINT TAB(8)" "; : LPRINT USING HL$;HO%,MI%,D(1);
152 IF D(2)>140 THEN D(2)=140
154 IF D(4)<19 THEN D(4)=19
156 IF D(4)>159 THEN D(4)=159 : D(4)=D(4)-19
158 D(2)=INT(D(2)/4) : D(3)=INT(D(3)/7.2) : D(4)=INT(D(4)/4)
160 LPRINT " ";"!";
162 IF D(2)=0 THEN 168 : IF D(2)=1 THEN 166
164 FOR I=1 TO D(2)-1 : LPRINT" "; : NEXT I
166 LPRINT"*";
168 FOR IE=D(2) TO 35 : LPRINT" "; : NEXT IE
170 LPRINT"!";
172 IF D(3)=0 THEN 178 : IF D(3)=1 THEN 176
174 FOR J=1 TO D(3)-1 : LPRINT" "; : NEXT J
176 LPRINT"*";
178 FOR JE=D(3) TO 35 : LPRINT" "; : NEXT JE
180 LPRINT"!";
182 IF D(4)=0 THEN 188 : IF D(4)=1 THEN 186
184 FOR K=1 TO D(4)-1 : LPRINT" "; : NEXT K
186 LPRINT"*";
188 FOR KE=D(4) TO 35 : LPRINT" "; : NEXT KE
190 LPRINT"!";
192 GOTO 136

```

(CONTINUACION)

```

94 '-----SUBROUTINA CONV. A U'S. REALES-----
95 D(2)=V0+V1*D(2)+V2*D(2)[2+V3*D(2)[3+V4*D(2)[4
98 IF D(3)=0 THEN O$="NN" : GOTO 216
100 IF D(3)=64 THEN O$="EE" : GOTO 216
102 IF D(3)=128 THEN O$="SS" : GOTO 216
104 IF D(3)=192 THEN O$="WW" : GOTO 216
106 NW=D(3)-192 : SW=D(3)-128 : SE=D(3)- 64
108 IF NW>0 THEN O$="NW" : GOTO 216
110 IF SW>0 THEN O$="SW" : GOTO 216
112 IF SE>0 THEN O$="SE" : GOTO 216
114 O$="NE"
116 DM=D(3)
118 D(3)=(90/64)*DM
120 D(4)=T0+T1*D(4)
122 RETURN
123 '----- SUBROUTINA ENCABEZADO-GRAFICAS -----
124 LPRINT " " : LPRINT TAB(32)"VEL.(M/S)";
126 LPRINT TAB(67)"DIR.(GRADOS)";
128 LPRINT TAB(106)"TEMP.(°C)" : LPRINT " "
130 LPRINT " FECHA " ; " HORA " ; " LOC";
132 EV=2 : LPRINT TAB(24);EV;
134 FOR EV=4 TO 8 STEP 2 : LPRINT " ";EV; : NEXT EV
136 FOR EV=10 TO 14 STEP 2 : LPRINT " ";EV; : NEXT EV
140 ED=90 : LPRINT TAB(63);ED;
142 FOR ED=180 TO 360 STEP 90 : LPRINT " ";ED;
144 NEXT ED
146 ET=0 : LPRINT TAB(95);ET;
148 FOR ET=5 TO 35 STEP 5 : LPRINT " ";ET;
150 NEXT ET
151 FOR LI=1 TO 20 :LPRINT " " ; : NEXT LI
152 FOR LI=1 TO 111 : LPRINT"--" ; : NEXT LI
153 LPRINT"--" : RETURN
154 '-----SUBROUTINA CALENDARIO-----
155 CF=0
156 MI%=MI%+IM% : IF MI%<60 THEN 260
158 MI%=MI%-60 : HO%=HO%+1
160 IF HO%<24 THEN 270
162 CF=1 : HO%=HO%-24 : DI%=DI%+1
170 ML%=30
172 IF ME%=1 OR ME%=3 OR ME%=5 OR ME%=7 THEN ML%=31
174 IF ME%=8 OR ME%=10 OR ME%=12 THEN ML%=31
176 IF ME%=2 THEN ML%=28
178 IF DI%<ML% THEN 282
180 DI%=DI%-ML% : ME%=ME%+1
182 IF ME%<13 THEN 285
184 ME%=1 : AN%=AN%+1
185 IF FI=0 THEN 287
186 IF CF=0 THEN 292
187 IF PI=1 THEN 290
189 PRINT USING FH$;DI%,ME%,AN% ; : GOTO 292
190 LPRINT USING FH$;DI%,ME%,AN%;
192 RETURN

```

ANEXO II  
FUENTE DE PODER

La fuente de poder del sistema no tiene características especiales, requiriendo solamente los voltajes de +5 y +15 volts con corrientes de 0.5A y 0.25A respectivamente, por tal motivo se emplea una configuración básica para reguladores de 3 terminales, con dos capacitores y un punto común de tierra, como se muestra en la figura II.1.

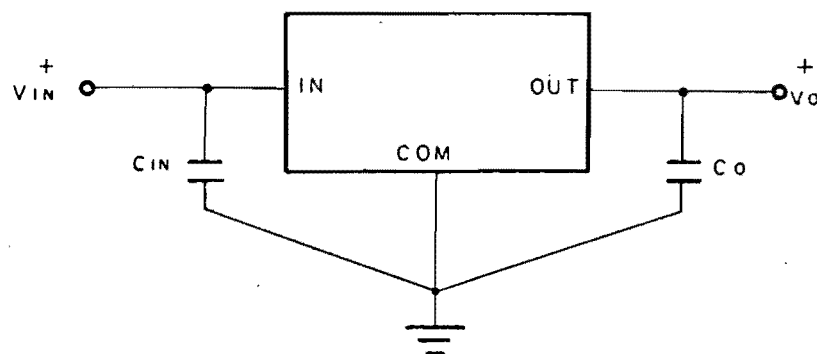


Figura II.1. Configuración básica de un regulador de 3 terminales.

Para obtener el voltaje  $V_{IN}$  es necesario reducir el voltaje de la energía eléctrica comercial y rectificar la señal senoidal de 60Hz con un rectificador de onda completa, el

cual proporciona una señal continua con un factor de rizo del 48% (para los rectificadores de media onda dicho factor es de 121%), [20]. Para lograr una señal de corriente directa y reducir el factor de rizo es necesario usar etapas de filtrado en base a elementos capacitivos, como se muestra en la figura II.1.

La configuración básica para las fuentes de +15V y +5V, usando reguladores de tres terminales es como se muestra en la figura II.2.

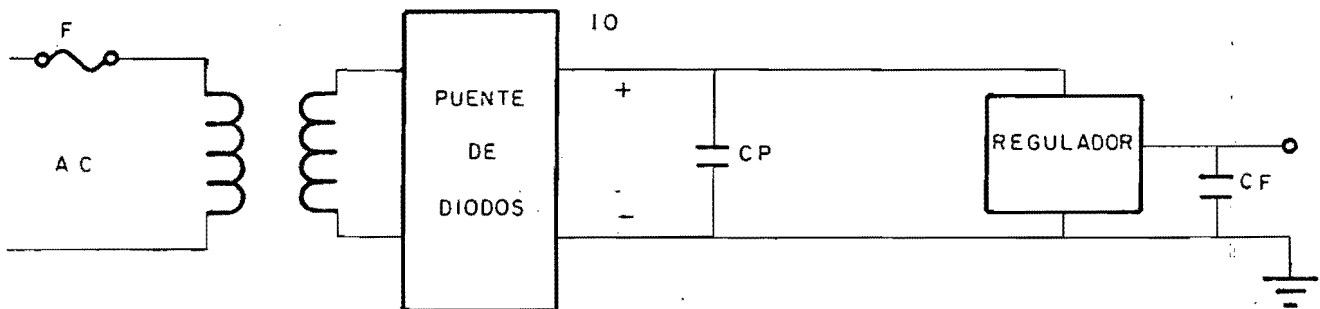


Figura II.2

Configuración básica de una fuente de poder.

FUENTE DE +15V

Las características de la fuente son :

- a) El voltaje de salida del rectificador debe ser de 18V, dado que el rango del voltaje de entrada del regulador  $\mu A7815$  es de 17V a 35V.

$$V_o = 18V$$

- b) El valor de la corriente de carga se fija en 0.25A, para proporcionar una potencia mayor a 3W.

$$I_o = 0.25A$$

- c) Para ayudar a la regulación de línea del regulador, se elige  $\gamma < 10\%$

- d) El valor de la resistencia del transformador más la resistencia de los diodos en serie se puede considerar de  $1\Omega, [20]$  .

La figura II.3. muestra los valores de  $wR_L C$  para variar el factor de rizo ( $\gamma$ ). Si se elige  $\gamma = 0.05$  el valor correspondiente de  $wR_L C$  es de 50.



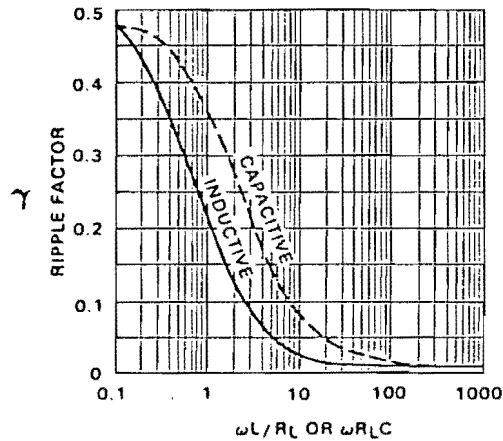


Figura II-3. Factor de rizo vs  $\omega R_L C$  [20]

Se calcula el valor de la resistencia de carga ( $R_L$ ), de la etapa rectificadora.

$$R_L = \frac{V_o}{I_o} = \frac{18V}{0.25A} = 72\Omega$$

Se determina el valor de  $C_p$  para esta etapa

$$C_{p15} = \frac{50}{\omega R_L} = \frac{50}{120 \times 72\pi} = 1,842 \mu F$$

$$C_{p15} = 1800 \mu F \text{ (valor comercial); } V \geq 2V_o$$

Para determinar el voltaje de pico del transformador, se obtiene de la figura II.4. el término  $V_o/V_M$ , encontrando la intersección entre  $\omega R_L C$  y  $R_s/R_L$

El valor de  $R_s/R_L$  es :

$$\frac{R_s}{R_L} = \frac{2}{72} = 2.7\%$$

Y el valor de  $V_o/V_M$  obtenido es :

$$\frac{V_o}{V_M} = 0.85$$

Finalmente se tiene :

$$V_{pk} = V_{diodo} + \frac{V_o}{V_o/V_M}$$

$V_{diodo}$  puede tomar 2 valores, dependiendo del elemento rectificador usado :

- 1) Para un rectificador de onda completa con tap central,  
 $V_{diodo} = 0.7V$
- 2) Para un rectificador de onda completa con puente,  
 $V_{diodo} = 1.4V$

En este caso se usa un puente rectificador .

Por lo tanto :

$$V_{pk} = 1.4 + \frac{18}{0.85}$$

$$V_{pk} = 22.57 \text{ Vpico} = 45.14 \text{ Vpico-pico} = 15.9 \text{ Vrms}$$

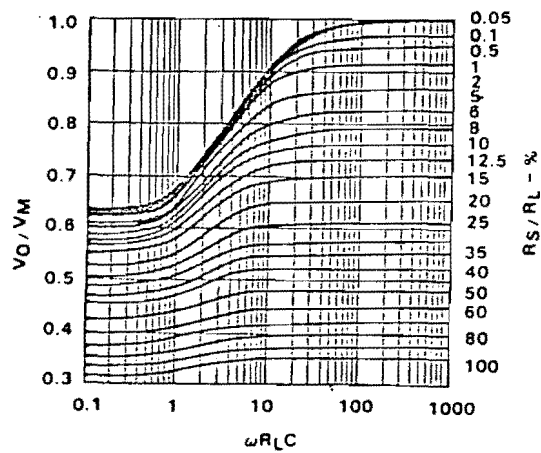


Figura II .4. Regulación de carga. [20]

Para  $\omega R_L C = 50$ , la corriente de pico de los diodos ( $I_m$ ) se obtiene de la figura II.5

$$\frac{I_m}{I_O} = 15$$

$$I_m = 15(0.25A) = 3.75A$$

Para evitar efectos de inducción de señales, a la salida del regulador se coloca otro capacitor de filtrado con frecuencia de corte a 60Hz :

$$C_{F15} = \frac{1}{2\pi f_C R_L} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 36} = 73.83 \mu F$$

$$C_{F15} = (47 + 27) \mu F = 74\mu F \text{ (valor comercial); } V \geq 2VF$$

El voltaje de operación de los capacitores  $C_p$  y  $C_f$  debe ser por lo menos del doble del voltaje que manejan.

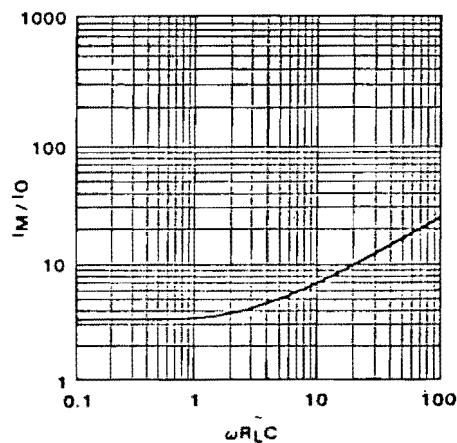


Figura II.5 Relación de corriente directa de pico [20]

### FUENTE DE +5V

Las características de esta fuente con puente rectificador de onda completa son :

$$V_o = 8V; \text{ (Rango de voltaje de entrada del regulador de } 7V \text{ a } 35V)$$

$$I_o = 0.5A$$

$$\gamma < 10\%$$

$$R_5 = 1\Omega$$

Para  $\gamma < 0.1$ , se elije  $wR_L C_p = 10$  de la figura II. 3.

Se calcula  $R_L$

$$R_L = \frac{V_o}{I_o} = \frac{8V}{0.5A} = 16\Omega$$

Se calcula  $C_p$

$$C_{p5} = \frac{10}{wR_L} = \frac{10}{120 \times 16\Omega} = 1657 \mu F$$

$$C_{p5} = 1600 \mu F \text{ (valor comercial); } V_{\underline{}} > 2V_o$$

$$\frac{R_s}{R_L} = \frac{152}{1652} = 62\%$$

Voltaje de pico para el transformador

$$V_{pk} = 1.4 + \frac{V_o}{V_o/v_m} = 1.4 + \frac{8}{0.45} = 19.17 V_{pico}$$

El valor de capacitor de salida es :

$$C_{f5} = \frac{1}{2\pi f_c R_L} = \frac{1}{2\pi \times 60 \times 16} = 165.78 \mu F$$

$$C_{f5} = (100+47+22) \mu F = 169 \mu F \text{ (valor comercial) } V \geq 2Vf$$

### SELECCION DEL FUSIBLE

Se determinan los factores de transformación para los dos casos :

$$N_{15} = \frac{117}{18} = 6.5$$

$$N_5 = \frac{117}{8} = 14.625$$

Los corrientes en el primario son :

$$I_{p15} = \frac{I_5}{N_{15}} = \frac{0.25}{6.5} = 38.46 \text{ mA}$$

$$I_{p5} = \frac{I_5}{N_5} = \frac{0.5}{14.625} = 34.18 \text{ mA}$$

Los corrientes total del primario del transformador es :

$$I_p = I_{p15} + I_{p5} = (38.46 + 34.18) \text{ mA}$$

$$I_p = 72.65 \text{ mA}$$

Por lo tanto, el fusible debe ser de 1/8 A (valor comercial)

ANEXO III  
 DETERMINACION DE POLINOMIOS POR EL METODO  
 DE MINIMOS CUADRADOS

Para ajustar un conjunto de datos con un polinomio de grado  $m$ , básicamente se desea encontrar un valor mínimo de  $S$ , donde

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2 + \dots + k_m x_i^m - y_i)^2$$

Para obtener el valor mínimo de  $S$ , que es función de  $m + 1$  variables  $K_0, k_1, \dots, K_m$  se obtendrán las siguientes  $m + 1$  derivadas parciales igualándolas a cero .

$$\frac{\partial S}{\partial k_0} = \sum_{i=1}^n 2(k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2 + \dots + k_m x_i^m - y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial k_1} = \sum_{i=1}^n 2x_i(k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2 + \dots + k_m x_i^m - y_i) = 0$$

·  
·  
·

$$\frac{\partial S}{\partial k_m} = \sum_{i=1}^n 2x_i^m(k_0 + k_1 x_i + k_2 x_i^2 + \dots + k_m x_i^m - y_i) = 0$$

Existe además una característica de gran importancia y es que, tomando  $n$  suficientemente grande se asegura que el conjunto  $S_n$  de funciones generadas, contendrá un elemento, el cual se aproxima a la función  $F(x)$  en el intervalo de interés, con alguna tolerancia preasignada, cabe mencionar que esta propiedad de los polinomios de grado  $n$  se cumple solamente si  $F(x)$  es continua en el intervalo y el intervalo es de extensión finita.

Se podría pensar, por lo tanto, en obtener la ecuación de la curva por medio de fórmulas de interpolación, pero esta es tal que pasa exactamente por todos los puntos y para este caso es mejor utilizar una curva suavizada que no pase por cada uno de los puntos, pero si cerca de ellos en un plano. Para lograr ésto se hará uso del criterio de mínimos cuadrados.

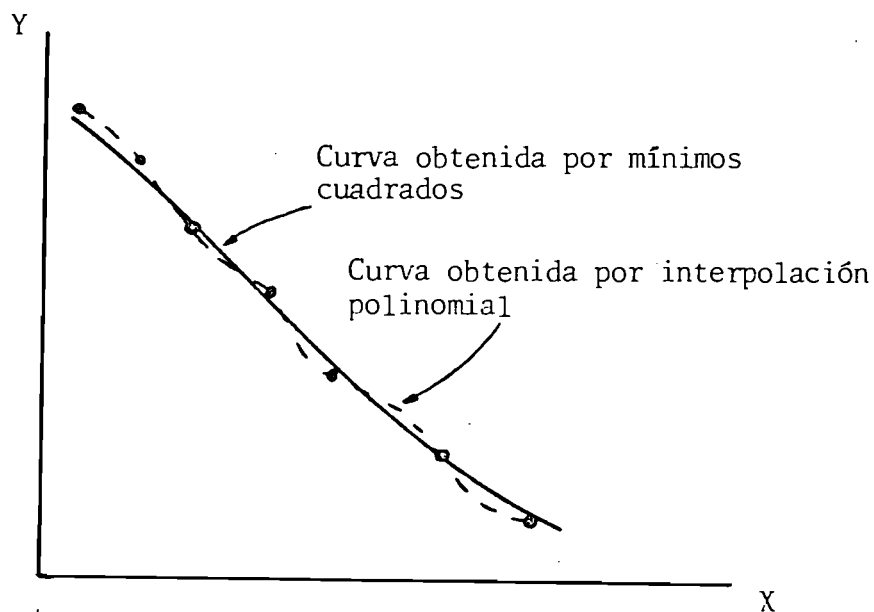


Figura III.1. Curvas de Interpolación VS Mínimos Cuadrados



Es conveniente expresar las ecuaciones anteriores en notación matricial.

$$[A] [K] = [B]$$

donde

$$[A] = \begin{bmatrix} n & \Sigma x_i & \Sigma x_i^2 & \dots & \Sigma x_i^m \\ \Sigma x_i & \Sigma x_i^2 & \Sigma x_i^3 & \dots & \Sigma x_i^{m+1} \\ \cdot & & & & \\ \cdot & & & & \\ \Sigma x_i^m & \Sigma x_i^{m+1} & \Sigma x_i^{m+2} & \dots & \Sigma x_i^{m+m} \end{bmatrix}$$

$$[k] = \begin{bmatrix} k_0 \\ k_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ k_m \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \Sigma y_i \\ \Sigma x_i y_i \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \Sigma x_i^m y_i \end{bmatrix}$$

$n$  = número de pares coordenados

$m$  = grado del polinomio

Resolviendo las ecuaciones normales se obtienen los coeficientes del polinomio :

$$y = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \dots + k_n x^n$$

Obteniendo en esta forma la ecuación que representa el comportamiento no lineal del anemómetro.

Es posible también determinar el porcentaje de ajuste del polinomio [19], por medio de la siguiente fórmula :

$$\% A = 100 \sqrt{1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}}$$

$n$  = núm. de pares de datos coord.

$Y_i$  = Valor real

$\hat{Y}_i$  = Valor acumulado con la expresión polinomial  $\hat{Y}_i = \sum_{j=0}^{D+1} K_j X_j^{k-1}$

$\bar{Y}$  = Valor medio;  $\bar{Y} = (\sum_{j=1}^n Y_j) / n$

$k-1$   
 $D$  = grado

Para determinar los coeficientes del polinomio es necesario conocer los elementos de la matriz  $k$ , del sistema matricial  $Ak = B$ , lo que se logra multiplicando ambos lados de la ecuación por la matriz inversa de  $A$ .

$$A^{-1}Ak = A^{-1}B$$

$$IK = A^{-1}B$$

donde :

$I$  = Matriz identidad

Para obtener las matrices  $A$  y  $B$  es indispensable contar con los pares de datos coordinados  $X$  y  $Y$  de la curva de respuesta del elemento en cuestión, asignándose a la vez el grado del polinomio que representará a dicha curva.

Una forma que facilita enormemente la determinación de la matriz  $K$  sin tener que calcular la matriz  $A^{-1}$ , es tomar la matriz aumentada  $P = |A:B|$  y hacer uso del método directo de eliminación de Gauss Jordan.

Este procedimiento, es esencialmente un simple proceso directo fácilmente adaptable a computadoras digitales y se basa en tres operaciones :

- 1) Intercambiar cualesquiera dos ecuaciones
- 2) Multiplicar cualquier ecuación por un número diferente de cero.
- 3) Sumar a una ecuación  $d$  veces una segunda ecuación, donde  $d$  es cualquier número real.

En este procedimiento los números se incrementan enormemente. Si el sistema de ecuaciones simultáneas empieza con coeficientes grandes, puede ocurrir un sobreflujo. Esto se resuelve simplemente dividiendo de tal forma que cada elemento pivote sea igual a uno. Este procedimiento se denomina normalización.