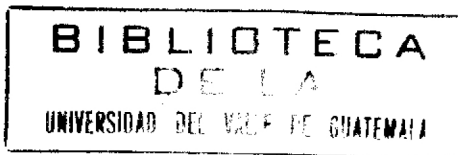


MEDICION DE PARAMETROS ATMOSFERICOS Y
SU CONVERSION A INFORMACION DIGITAL
PARA SU PROCESAMIENTO



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

MEDICION DE PARAMETROS ATMOSFERICOS Y
SU CONVERSION A INFORMACION DIGITAL
PARA SU PROCESAMIENTO

JOSE LUIS ALVARADO RODAS


Trabajo de investigación presentado para
optar al grado académico de
Licenciatura en Ingeniería Electrónica

Guatemala

1991

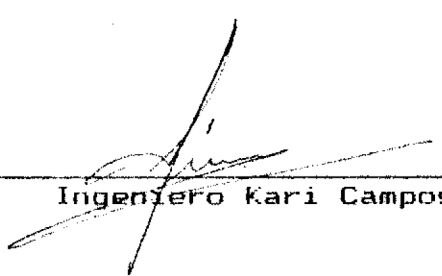
Vo. Bo. :

(f)



Ingeniero Kari Campos de Freme
Asesor

Tribunal:

(f)


Ingeniero Kari Campos de Freme

(f)


Ingeniero Ricardo Cordón

(f)


Ingeniero Juan Carlos Campo

Fecha de aprobación: 12 de Julio de 1991.

CONTENIDO

- Resumen	
I.- Introducción.	1
II.- Transductores de parámetros atmosféricos	3
A. Sensor trasductor de temperatura.	3
1 Introducción	3
2 Características generales	3
3 Gráficas características y resultados	4
4 Circuito de soporte	5
B. Sensor transductor de presión atmosférica.	10
1 Introducción	10
2 El transductor	10
3 Circuito de soporte	12
C. Sensor transductor de humedad relativa	17
1 Introducción	17
2 Circuito de soporte	19
D. Sensor transductor de radiación solar.	25
1 Introducción	25
2 Radiómetro de Eppley	25
E. Sensor transductor de velocidad del viento.	27
1 Anemómetro de Robinsson	27
F. Sensor transductor de dirección del viento	29

III.- Microcomputadora.	31
A. Introducción	31
B. Memoria ROM	31
C. Memoria RAM	34
D. Decodificadores	36
E. Puertos de entrada/salida	40
1 Prueba de Puertos	43
F. Microprocesador Z-80.	44
IV.- Convertidor ADC-0809	48
A. Introducción	48
B. Descripción del funcionamiento	48
C. Errores en la conversión	51
D. Precisión y exactitud del convertidor	51
E. Aplicación del convertidor al proyecto.	52
V.- Interfase con la computadora personal.	54
A. Introducción	54
B. Computadora personal	54
C. Microcomputadora	58
VI.- Programas	61
A. Programa en Assembly del Z-80	61
1 Introducción	61
2 Diagrama de flujo	62
3 Programa principal	63

B. Programa en turbo Pascal Versión 5.1	69
1 Introducción	69
2 Diagramas de flujo	72
3 Programa principal	76
4 Impresión de datos.	83
VII.- Resultados	84
A. Introducción	84
B. Determinación del valor de los parámetros	84
VIII.- Conclusiones	90
IX.- Bibliografía	92
X.- Apendices.	94
Apéndice A -- Temperatura	94
Apéndice B -- Presión atmosférica	100
Apéndice C -- Humedad relativa	104
Apéndice D -- Microcomputadora de Z-80	107
Apéndice E -- Convertidor analógico/digital	112
Apéndice F -- Interfase entre la PC y microcomputadora.	115
Apéndice G -- Transductores y circuitos integrados.	118
Apéndice H -- Radiómetro de Eppley, anemómetro y flecha direccional.	120
Apéndice I -- Gráficas de resultados.	122

RESUMEN

El presente trabajo es el desarrollo de un equipo de medición de ciertos parámetros atmosféricos, con un interfase para ser controlado por una computadora personal (PC).

El objetivo fue diseñar un equipo capaz de medir las condiciones atmosféricas más importantes, y dar información al usuario de las mismas en un tiempo real.

Para la medición de los diferentes parámetros se utilizaron diferentes circuitos transductores, los cuales entregaron una señal analógica como información, la cual se procesó a información digital.

La información digital fue analizada y procesada por una unidad básica de computadora, la cual entrega a la computadora personal la información correspondiente.

Al usuario le es presentado un menú de opciones desde donde controla el equipo de medición por medio de un programa destinado a ello, con un uso sencillo y versátil. Los valores de los parámetros son presentados en papel por medio de la impresora de la computadora personal.

Los parámetros atmosféricos más importantes en este tipo de desarrollo son:

- * Temperatura del medio ambiente.
- * Presión atmosférica.
- * Humedad relativa.
- * Radiación solar.
- * Velocidad del viento.
- * Dirección del viento.

Como se mencionó anteriormente, las medidas son análogas, es decir poseen una amplitud continua en el tiempo, las cuales fueron transformadas a información digital. Por medio de un convertidor Analógico/Digital, la información digital es dispuesta en memoria y trasladada a la computadora personal para su procesamiento y recaudación.

Luego de ser trasladada a la P.C., la información será presentada al usuario en las unidades acostumbradas en ese ramo.

El usuario, debido a la versatilidad y facilidad de manejo del programa residente en la Computadora Personal, puede realizar los siguientes tipos de medición:

- Medición de un parámetro solamente.
- Medición de un solo parámetro por tiempo indefinido.
- Medición de los 6 parámetros mencionados una sola vez.
- Medición de los 6 parámetros por tiempo indefinido.

I.- INTRODUCCION

Las mediciones que se realizan en las diferentes centrales de control de parámetros atmosféricos son analógicas y sus equipos de medición, físicos. En este proyecto se trata de aplicar los conocimientos de electrónica para crear una central atmosférica digital, llamada así, pues algunos de los transductores, así como la mayor parte de la información que se trabaja es digital. Los valores son presentados al usuario en forma numérica en las unidades acostumbradas y no en medición visual como en los equipos acostumbrados, sin embargo la calibración del equipo electrónico depende de la base de los equipos de medición analógicos más precisos.

En lo que respecta a transductores, se utilizará un LM335 para medir la temperatura, este es un dispositivo de precisión para medir este parámetro y está basado en la variación del voltaje Zenner con la temperatura.

El transductor de presión atmosférica utilizado es un NPS100A que contiene un puente de Wheatstone en su interior formado por 4 resistencias, dos de ellas en perfecto vacío y las otras dos piezoeléctricas sobre sustrato, estas dos varían su resistencia dependiendo de la presión que le sea aplicada. Si la presión reinante es del mismo valor que el vacío, el dispositivo tendrá 0 voltios a su salida, y si la presión es otra se obtendrá un voltaje proporcional.

Para medir la humedad relativa se utiliza un capacitor que varía su capacidad conforme la humedad, es decir el dieléctrico es aire y dependiendo de la humedad presentará un valor de

capacitancia. Por medio de un circuito oscilador podemos interpretar el cambio en su capacitancia.

Para deteminar la radiación solar se utiliza un Piránometro de Eppley, que consiste en dos placas concéntricas de plata, una pulida de color plateado y la otra negra, y a estas placas conectadas termistores, que dependiendo de la diferencia de voltaje de los termistores, así será la radiación solar, el equipo presenta 115 mV Watt/cm².

Para determinar la velocidad del viento se utiliza un Anemómetro, el cual consiste en 4 casquetes dispuestos entre ellos 90° y que giran según el viento predominante, al girar producen un voltaje proporcional. Este voltaje es DC y el valor oscila entre 0.4 mV Km/h.

Para determinar la dirección del viento utilizamos una flecha direccional, la cual posee la característica, por su forma aerodinámica, de estar siempre en dirección con el viento predominante. Al estar en cualquier posición, esta flecha controla un potenciómetro, cuyo valor de resistencia varía entre 0 y 28KΩ. De manera que a partir del valor de la resistencia se puede interpretar la dirección del viento.

El proyecto posee una microcomputadora basada en el procesador Z-80, la cual utiliza memoria RAM, ROM, decodificadores y puertos de entrada/salida, así como un interfase con el puerto paralelo de la computadora personal.

Por parte de la computadora personal, ésta ejecuta un programa efectuado en turbo pascal 5.1, el cual controla todos los parámetros y proporciona diferentes opciones al usuario.

II.- TRANSDUCTORES DE PARAMETROS ATMOSFERICOS

A.- Sensor transductor de temperatura

1.- Introducción.

El objetivo de esta parte del proyecto, es estudiar las características del sensor de temperatura y diseñar el circuito interfase para su conexión con el analógico digital.

El LM335 es un sensor de precisión que mide temperatura, que consta de un diodo Zener entre dos de sus terminales. Este sensor varía su voltaje Zener, directamente proporcional a la temperatura prevaleciente. Posee una impedancia dinámica de 1Ω y opera en un rango de corriente de $400\ \mu\text{A}$ - $5\ \text{mA}$.

El transductor de temperatura-voltaje posee la característica de tener una alinealidad muy baja en la función que relaciona la temperatura vrs el voltaje Zenner.

El rango dinámico de temperatura con que cuenta el transductor es de $-20\ ^\circ\text{C}$ a $100\ ^\circ\text{C}$, pudiendo medir como máximo $150\ ^\circ\text{C}$ y se presenta en un paquete estándar TO-92.

2.- Características generales.

Corriente inversa -----	10 mA.
Rango de temperatura de operación -----	$-60\ ^\circ\text{C}$ -- $+150\ ^\circ\text{C}$
Rango de alinealidad -----	$-20\ ^\circ\text{C}$ -- $+100\ ^\circ\text{C}$
Voltaje de salida a $25\ ^\circ\text{C}$ -----	2.98 V.
Error máximo en los extremos del rango -----	$1\ ^\circ\text{C}$
Alinealidad -----	$0.3\ ^\circ\text{C}$
Cambio de voltaje de salida -----	$+10\ \text{mV}/^\circ\text{C}$.

Por ser un transductor de precisión, este posee una terminal de ajuste donde puede ser conectada una resistencia variable a manera de compensar las diferentes medidas y reducir el error que pudiera realizarse.

3.- Gráficas características y resultados.

En la gráfica No1 del apéndice A, se presenta la relación temperatura y error de temperatura para el transductor y, como podemos ver, a 25 °C no hay error ni necesidad de calibrar el circuito, teniendo en cuenta que a -55 °C existe un error de calibración -0.2 °C, y a 185 °C de 1.2 °C.

De esta gráfica, la parte de interés es el rango de -10 °C a 45 °C, ya que es el rango de temperatura que prevalece en toda la república.

En la gráfica No2 del apéndice A, se muestra ampliado el rango de interés de -10 °C a 100 °C. En esta gráfica podemos notar que para medir -10 °C solamente cometeremos un error de -0.04 °C, es decir que el valor podría variar entre ± 0.04 °C.

El transductor varía su voltaje de ruptura Zenner, según la temperatura prevaleciente, por lo que se presenta una gráfica que muestra el voltaje Zener del transductor vrs. la temperatura de la gráfica No3 del apéndice A. En esta gráfica vemos que en el rango de interés definido es de -10°C a 45 °C, como vemos es una función lineal, y el error que se podría cometer es nulo para nuestros fines. Notamos que cada grado centígrado es representado por incrementos de +10 mV.

Los resultados se presentan en el apéndice A, tabla No1.

El circuito completo, que incluye la polarización del transductor, ~~el transductor, y el circuito de soporte, posee un~~ voltaje de salida que se grafica juntamente con la temperatura en grados centígrados. Esta se muestra en el apéndice A en la gráfica No4. El circuito completo está en el diagrama No1 del apéndice A.

Para aprovechar la función lineal que ofrece el transductor se diseñó representar el valor numérico de la temperatura en °C por el mismo valor numérico en voltaje (V), es decir 10 V equivaldrían a 10 °C, esto significaba trabajar con voltajes muy altos, es decir un rango de -10 voltios a 45 voltios en DC.

Para no trabajar con voltajes muy altos, ya que el convertidor acepta voltajes de +5 voltios análogos como máximo, se decidió por medio del circuito de interfase representar el voltaje proporcional a la temperatura de otra forma, es decir multiplicada por 0.01, por lo que al medir 25 °C, el voltaje de salida sería 0.25 voltios, o sea al medir la salida del circuito habría que multiplicar por 100 para conocer la temperatura prevaleciente.

4.- Circuito de soporte.

El circuito consta de 3 partes, una referencia que marca el valor de 2.732 voltios que, como podemos ver en el diagrama No 1, corresponde a cero grados centígrados, el transductor propiamente del cual el parámetro de interés es el voltaje Zener y por último un amplificador de instrumentación, el cual resta el valor de voltaje del transductor de la referencia y la multiplica por 10.

Circuito de referencia:

Este utiliza un circuito integrado National LM336 que consiste en un diodo Zener de referencia de 2.5 voltios, el cual se encuentra polarizado por medio de una resistencia de 6 K Ω . Que en las condiciones mas adversas el diodo Zener mantiene los 2.5 voltios. Esta referencia de 2.5 Voltios es conectada a la entrada no inversora del Amplificador Operacional.

A la entrada inversora del Operacional posee una resistencia de 2.2 K Ω en serie a un potenciómetro de 5 K Ω conectadas a tierra, y una resistencia de retroalimentación de 1 K Ω . Por medio del potenciómetro es posible calibrar el circuito al valor de interés 2.732 Voltios.

El Circuito de referencia utiliza un amplificador operacional National LM308, que posee la característica de ser muy estable en cuanto a temperatura se refiere y tiene la ventaja de poseer 2 pines de ajuste para compensar el voltaje de salida, especialmente el nivel cero, es decir inyectarle cero a la entrada y que su salida sea cero.

Circuito transductor:

El diodo Zener que varía su voltaje de ruptura está polarizado por una resistencia de 12 K Ω proporcionando una corriente de aproximadamente 1 mA.

Dado que la temperatura a medir requiere del mínimo error posible, utilizamos un potenciómetro de 10 K Ω , el cual proporciona un divisor de voltaje para compensar en el pin de ajuste; esto permite una calibración exacta, ya que podemos medir la temperatura de un termómetro común y acondicionar el voltaje

del transductor, por medio del pin de ajuste al valor exacto, proporcionando temperatura con 2 decimales. En conclusión, el ajuste fino del potenciómetro nos permite dar temperaturas de hasta 3 decimales con muy poco error.

A 25 °C, el valor del voltaje debe ser 2.982 voltios; por medio del ajuste podemos obtener este valor calibrando así el termómetro, y por medio del ajuste del circuito de referencia lograr la salida de 0.25 voltios.

Amplificador de instrumentación:

El circuito que se utiliza presenta la característica que resta los voltajes de la entrada inversora y no inversora y los multiplica por una constante que depende de las resistencias utilizadas.

La fórmula de ganancia del circuito es la siguiente:

$$V_o = R_2/R_1 (V_2 - V_1)$$

siendo V_2 = el valor de voltaje del transductor

V_1 = el valor de la referencia 2.732

$R_2 = 1M\Omega$

$R_1 = 100 K\Omega$

Por ejemplo, si el transductor mide 25 °C tendrá un voltaje de 2.982 voltios. El circuito diferencial restará $2.982 - 2.732 = 0.25$ voltios, pero amplificará unitariamente, $0.25 * 1 = 0.25$ V, por lo que el circuito tendrá, a su salida, 0.25 voltios.

El Amplificador Operacional utilizado en el circuito de instrumentación es también un LM308 de la National que, como se mencionó anteriormente, es un operacional de precisión.

En el diagrama No 1 del apéndice A, podemos ver un diagrama general para diferenciar entre lo que es el sensor preciso de temperatura y lo que corresponde al transductor en general; además se presenta el circuito de referencia, el circuito sensor y el amplificador de instrumentación, conformando todos juntos el circuito transductor de temperatura.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del circuito que mide la temperatura:

DIAGRAMA DE BLOQUES CIO. DE TEMPERATURA

AMPLIFICADOR
AJUSTABLE DE
VOLTSJE
LM 308

DIODO ZENNER DE
REFERENCIA.
2.5 V.

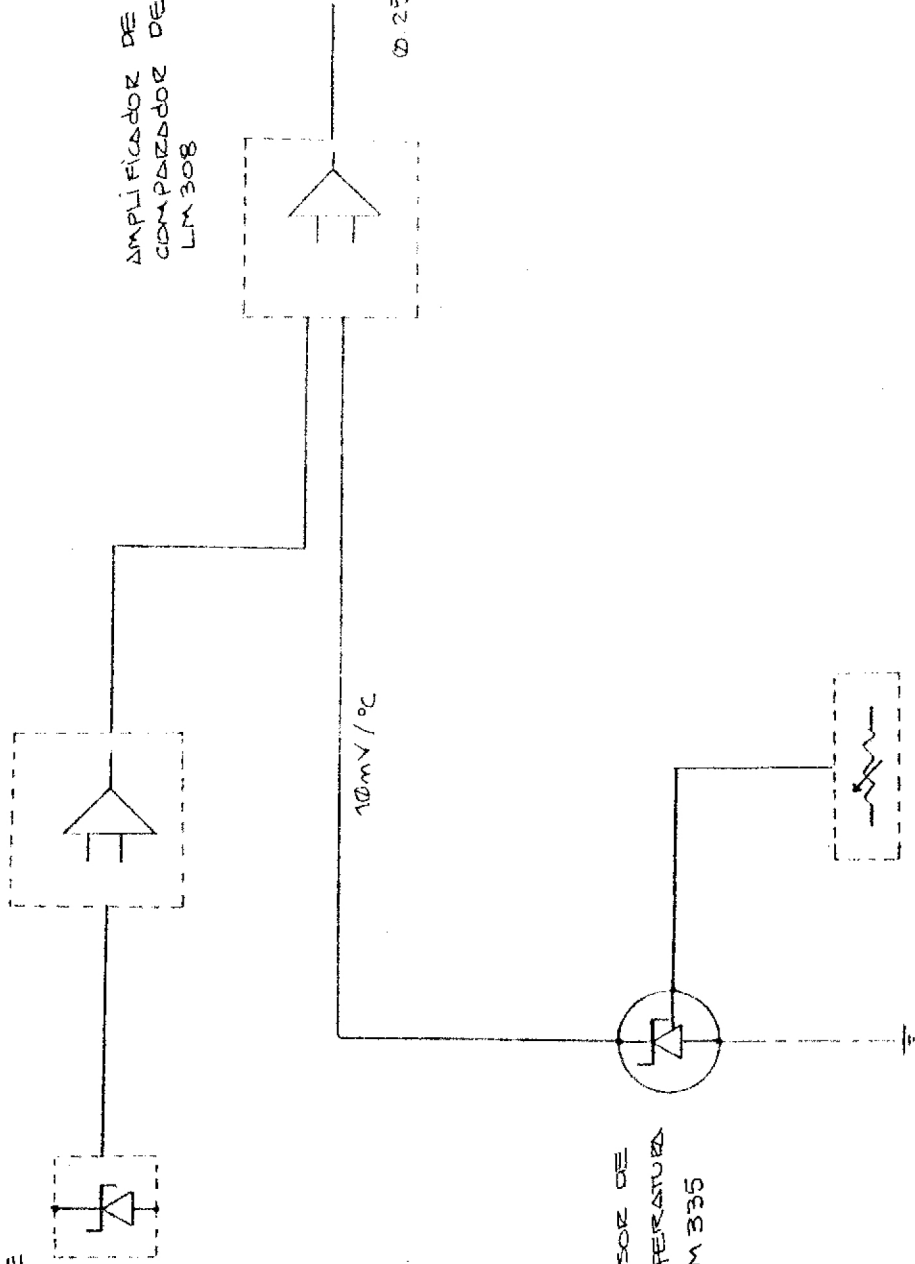
AMPLIFICADOR DE INSTRUMENTACIÓN
COMPARADOR DE DOS 2 SERIES
LM 308

10 mV / °C

Ø 25V --- 25 °C.

SENSOR DE
TEMPERATURA
LM 335

POTENCIÓMETRO
DE CALIBRACIÓN



B.- Sensor transductor de presión atmosférica

1.- Introducción

Para medir la presión atmosférica se utiliza un transductor producido por NovaSensor, el cual posee la característica de transformar la presión atmosférica reinante en un voltaje proporcional, utilizando un puente de Wheatstone como circuito principal.

El sensor posee un circuito de soporte para su funcionamiento y protección, el cual a la vez le sirve de interfase para obtener una lectura de unos cuantos voltios en escala analógica.

El circuito está ajustado para dar la medida analógica en PSI, o sea que cambia de 14.7 psi al nivel del mar, aproximados por cambios en la presión atmosférica, hasta valores muy pequeños de presión conforme se incrementa la altura. Esta escala se ajusta al proyecto, ya que el voltaje que presenta el transductor lo podemos pasar por un circuito interfase a manera de obtener una lectura de 0 a 14.7 voltios.

Sabemos que 760 mmHg equivalen a 14.7 psi y a 1 atmósfera, por lo que las conversiones se pueden realizar con facilidad.

2.- El transductor

El transductor NovaSensor contiene 5 resistencias sobre un substrato de cerámica, y estas resistencias forman un puente de Wheatstone.

Como sabemos, todo circuito integrado se fabrica en perfecto vacío, y esta es precisamente la base de funcionamiento de este integrado: un lado del substrato del sensor está en perfecto vacío, mientras que otro lado está expuesto a la presión atmosférica reinante.

Las resistencias depositadas sobre el substrato son de naturaleza piezoeléctricas, o sea que exhiben cambio en su resistencia cuando se les aplica un esfuerzo mecánico.

El funcionamiento es el siguiente, si estuviera el transductor a 0 psi de presión, las resistencias expuestas a la presión atmosférica tendrían el mismo valor que las que se encuentran en perfecto vacío, de manera que el puente estaría balanceado y no habría voltaje de salida, es decir el voltaje entre los pines 10 y 4 sería el mismo y su diferencia es cero.

Pero cuando la presión atmosférica crece, o el transductor es puesto en cualquier ambiente, el esfuerzo mecánico puesto sobre el substrato de cerámica del puente origina que dos resistencias del substrato eleven su valor y las otras dos mantengan su valor inicial. El efecto total es que en los pines 4 y 10 los voltajes no van a ser iguales y, por lo tanto, habrá una diferencia.

El número de serie del transductor es Nova Sensor NPH-8-100A y cada transductor posee especificaciones especiales, ya que no todos los transductores poseen las mismas características de fabricación.

Las especificaciones son las siguientes:

Voltaje de salida: 117.74 mV a 14.7 psi.

Alinealidad: 0.03% o sea 0.0003

Resistencias de compensación:

R1 = 698 K Ω

R2 = OMIT

R3 = 43.2 Ω

R4 = SHORT R5 = 16.2 K Ω

El circuito de aplicación de las resistencias de compensación dado por el fabricante se muestra en el diagrama No 1 del apéndice B.

3.- Circuito de soporte

En primer lugar se necesita polarizar el transductor en la configuración sugerida por el fabricante, para ello se utiliza un fuente constante de corriente, para que la corriente de alimentación al transductor sea de 1.5 mA. Es de notar que si hay fluctuaciones en la corriente de polarización, los datos tomados no serán confiables, ya que el puente se polariza con corriente y, el voltaje de salida dependerá directamente de la corriente. Para ello se utiliza un circuito integrado National LM 334, que es utilizado como fuente constante de corriente. El valor de la corriente es controlado por el potenciómetro P1 de 200 Ω en serie con la resistencia RA1 de 49.9 Ω , utilizando un diodo para protección del transductor frente a corrientes inversas. La polarización del transductor lo podemos ver en el diagrama No2 del apéndice B.

Se debe notar que la presión atmosférica es dependiente de la temperatura, ya que ambos parámetros están relacionados íntimamente. De tal manera que el equipo medidor de presión no puede ser independiente de la temperatura, por ello se utiliza el mismo LM 334, que a la vez de ser una fuente independiente de corriente, es también un transductor de temperatura. El efecto concreto es que si medimos la presión atmosférica por la mañana, a las 6 A.M., la temperatura será quizás de 10 °C, y la corriente será de 1 mA. al medir al medio día, posiblemente la temperatura será de 25 °C y la corriente de 1.5 mA.; entonces notamos que si la corriente fuera siempre la misma, el circuito sería independiente de la temperatura, mientras que para hacer más confiables los datos, la corriente de polarización del transductor se modifica, según muestra el ejemplo anterior. (Debemos recordar que la corriente polariza el puente de Wheatstone, y el voltaje de salida depende de ella).

Luego, las salidas que consisten en los pines 4 y 10 son aislados, utilizando amplificadores operacionales en configuración de seguidor de emisor, como se muestra en el diagrama No2 del apéndice B.

Estos amplificadores se utilizan para no cargar al transductor y así obtener datos confiables. Luego, las dos señales se introducen a un amplificador de instrumentación que posee una razón de amplificación acorde con las especificaciones del fabricante. La razón de amplificación es de 12.5, como lo podemos notar en el circuito del diagrama No2.

Por ejemplo, si la presión atmosférica es máxima, el fabricante nos dice que para 14.7 psi o 760 mmHg, el transductor sacará un voltaje de 117.74 mV. En este caso si multiplicamos esta cifra por 12.5, obtendremos el 14.7 psi o 1.47 voltios que esperamos o sea que el voltaje obtenido multiplicado por 10 da la presión atmosférica el PSI.

El resultado es bueno, ya que podemos medir el voltaje a la salida y este valor de voltaje multiplicado 10 veces es el valor de presión atmosférica reinante en ese instante.

Al final del circuito utilizamos otro amplificador operacional en configuración de seguidor de emisor, que se usa para no cargar el amplificador de instrumentación.

El circuito completo se presenta en el diagrama No.2 del apéndice B.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos con este transductor son lineales para nuestros fines, ya que el transductor según especificaciones del fabricante adjuntas, posee 0.03% de No linealidad.

Los datos obtenidos durante una práctica de experimentación se presentan en la tabla 1 del apéndice B.

Cálculos del amplificador de instrumentación:

Si la diferencia es de 117.74 mV, podemos decir que la presión atmosférica mayor es de 14.7 psi o más exacto 14.696 psi, por lo que:

$$1.4696 \text{ V}/117.74 \text{ mV} = 12.48 \approx 12.5$$

O sea que la razón entre $R2/R1$ debe ser 12.5 y esto lo cumplimos poniendo $R1=12K\Omega$ y $R2=150K\Omega$.

En las gráficas No 1 y 2 del apéndice B, se presentan los datos obtenidos.

A continuación se presenta un diagrama de bloques del circuito que mide presión atmosférica:

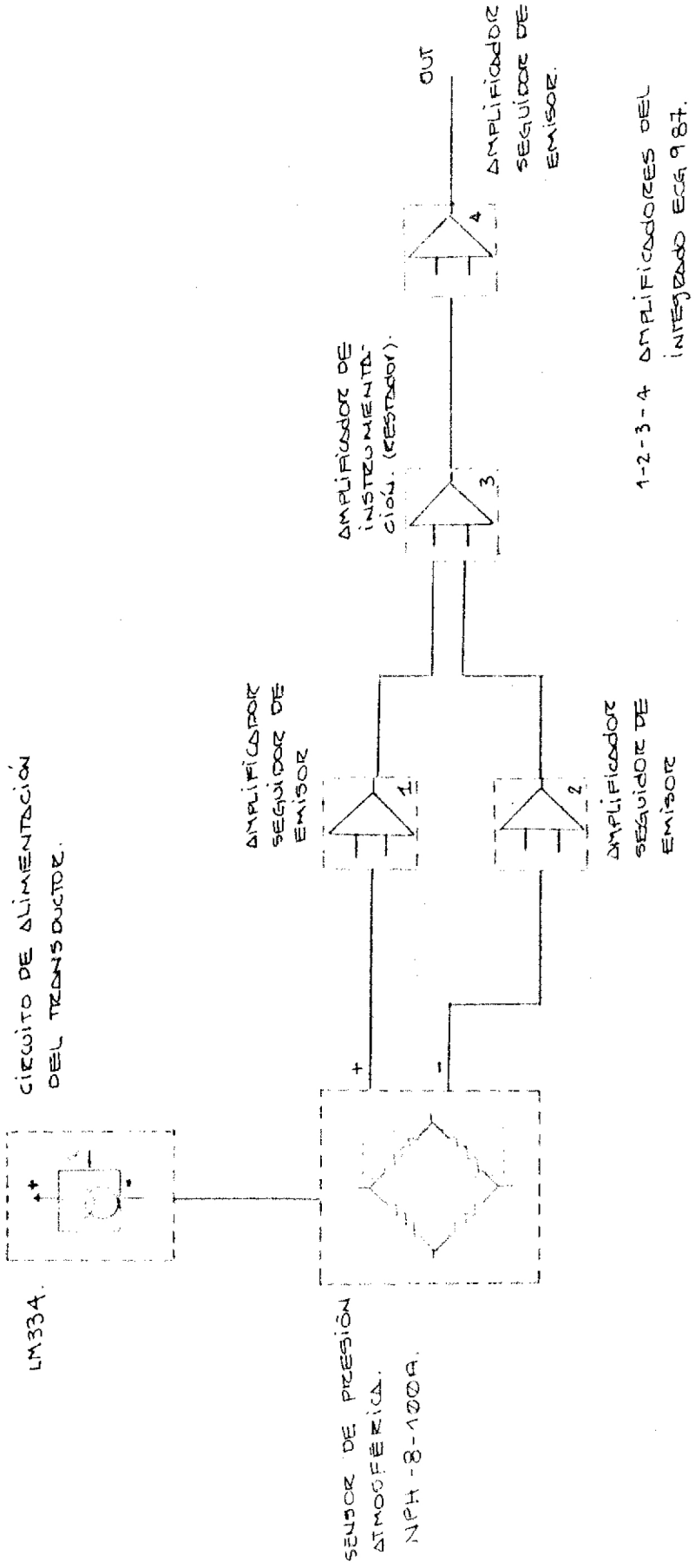


DIAGRAMA DE BLOQUES CTO. PRESION ATMOSFÉRICA

C.- Sensor transductor de humedad relativa.

1.- Introducción

Humedad relativa es la medida de la cantidad de humedad que está contenida en el aire a una temperatura dada. A mayores temperaturas se obtienen mayores concentraciones de humedad, que a temperaturas bajas o frías.

El término se refiere a la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen de aire, comparado con la máxima cantidad de vapor de agua que se puede obtener en el mismo volumen de aire a la misma temperatura.

La condición de 100% de humedad relativa ocurre cuando el aire se encuentra saturado de vapor de agua, y cualquier incremento de vapor se transformaría en lluvia.

Existen muchas maneras de tomar medida del porcentaje de humedad relativa, algunos de ellos bastante exactos, otros menos según se requiera. Usualmente se utilizan Higrómetros, que son fabricados con materiales higrométricos que poseen la facultad de cambiar sus características físicas en presencia de humedad. Existe un instrumento llamado Psychrometro que utiliza dos termómetros para la determinación del porcentaje de humedad en el ambiente. Un termómetro posee una mecha en su punto de medición, la cual está sumergida en agua, determinando así la temperatura a 100% de humedad. El otro termómetro posee también una mecha la cual se encuentra expuesta al medio ambiente y determina la temperatura del ambiente con ayuda de un ventilador que ingresa aire a temperatura normal.

Ya que se tienen las dos temperaturas, se determina por medio de tablas las presiones de mezclas de aire correspondiente a las temperaturas y al aplicar una fórmula obtenemos el porcentaje de humedad relativa.

Otra manera de determinar la humedad relativa es utilizando Relative-humidity Gauges, los cuales determinan este parámetro dependiendo de cuanto se estira un pelo higroscópico, entre más humedad más se estirará.

Este transductor presenta una desventaja, que es poco exacto principalmente en los extremos de la escala.

Entrando ya en el campo que nos ocupa, el objetivo general de esta parte es realizar un circuito de soporte para un transductor de estado sólido y hacer su circuito interfase para poder determinar el porcentaje de humedad relativa.

Existen varias maneras de medir por medio de métodos eléctricos la humedad relativa, entre ellos el que presentamos a continuación, que utiliza un elemento de estado sólido detector de humedad en el ambiente fabricado por Mepco/Centralab, Inc.

Este dispositivo posee la habilidad de cambiar su capacidad en concordancia con el porcentaje de humedad relativa en el aire.

El transductor, como veremos mas adelante, mide exactamente el porcentaje de humedad relativa entre 10 y 90 %, presentando un pequeño error en los extremos.

2.- Circuito de Soporte

Como primera parte, el transductor, como se mencionó anteriormente, cambia su capacitancia según la humedad, o sea es un capacitor variable dependiente de la humedad. Por tal motivo se pensó en realizar un circuito oscilador, en el cual variará la duración del pulso dependiendo de la capacitancia.

Ya en concreto, el circuito oscilador a estable, producirá una señal cuadrada donde la duración del pulso está dada por la capacitancia variable que depende del porcentaje de humedad relativa. Esta señal que se obtiene es comparada con otra de un oscilador estático, o sea que produce una señal invariable. Siempre la misma duración de pulso y a la misma frecuencia, ambas señales se introducen a una compuerta lógica OR dando como resultado una señal cuadrada. Esta señal es rectificadora y carga un capacitor, de manera que la humedad relativa se transforma en un voltaje proporcional en un capacitor.

El circuito de soporte se presenta en el diagrama No1 del apéndice C. Vemos que la compuerta utilizada es de tecnología Cmos, 4001B NOR GATE, el integrado presenta 4 compuertas, 2 de ellas, A y B, se utilizan para realizar el oscilador del el transductor, necesitando una resistencia de 470K Ω y como capacitor, el propio transductor.

Para entender el funcionamiento veamos el diagrama No2 del apéndice C, en donde se encuentra la compuerta y el diagrama de tiempos.

Al inicio, el capacitor no está cargado, lo cual indica que las entradas de la compuerta son cero, y la salida será 1 lógico ó 5 voltios, por lo que se empezará a cargar el capacitor con un tiempo RC. Cuando se ha cargado totalmente, las entradas a la compuerta serán 1 lógico y la salida será cero; al ser cero la salida de la compuerta, se pone en paralelo el capacitor, entonces la resistencia ira a tierra y el efecto es la descarga del capacitor por medio de la resistencia. De nuevo empieza el proceso conformando así el oscilador aestable.

Se puede ver en el circuito del diagrama No 1 del apéndice C. que el oscilador alcanza una frecuencia máxima de 15KHz y la señal será cuadrada.

El oscilador conformado por las compuertas C y D es el invariable que está a 15KHz y la duración del pulso invariable.

En el circuito es necesario enclavar los dos osciladores de una manera conveniente, a ello se debe que utilizamos dos compuertas en los osciladores. Vemos en el diagrama cómo el pin 6 se interconecta con el pin 10, el objetivo es lograr que cuando el circuito maestro o invariable esté en alto, el otro circiuto del transductor se torne en bajo. El resultado tiene dos finalidades: la primera es que nos prepara la señal antes de ingresarla a la compuerta NOR donde se comparan, y la segunda, que los circuitos obligatoriamente irán a la misma frecuencia, pero a diferente duración de pulso.

Luego, las dos señales son ingresadas a una compuerta NOR, que consiste en 4 en paralelo, lo cual aumenta el FAN-OUT de la señal y no permite que se modifique la señal obtenida. Las compuertas en paralelo están conformadas por un segundo chip NOR-GATE de tecnología Cmos ECG 4001B nombradas E,F,G,H. El diagrama No2 del apéndice C muestra las señales obtenidas.

En la gráfica No3 del apéndice C, se presenta las variaciones en la capacitancia del transductor vrs. la humedad relativa.

Siguiendo con el circuito, la salida, como podemos ver, entre mayor es el porcentaje de humedad relativa, menor es la duración del pulso ya que se incremento la capacitancia, esto se comprueba en la gráfica No1, como el pulso del oscilador del transductor posee menor duración de pulso que el de referencia, por lo tanto, la respuesta de la compuerta NOR será mayor en duración, o sea que entre más porcentaje de humedad relativa, mayor es la duranción del pulso en la señal de salida.

La señal es introducida a un diodo, el cual rectifica la señal y luego de pasar por un potenciómetro de ajuste fino, el voltaje cargará un capacitor. Al final, el porcentaje de humedad está trasladado a un voltaje analógico.

Luego se utilizaron dos resistencias una de $100K\Omega$ a V_{cc} y la otra de $19K\Omega$ a tierra y cuyo punto común es la salida del capacitor. El fin de estas resistencias es hacer lineal el circuito, ya que, como podemos notar en la gráfica No1 del apéndice C, la respuesta del transductor no es totalmente lineal. El ajuste para que el circuito pase a ser lo más lineal posible,

consiste en proporcionarle un poco de corriente extra a la señal cuando la necesite, por esto realizamos un divisor de voltaje a la salida del capacitor.

El valor de las resistencias fue puramente experimental, ya que se probaron diferentes valores en el divisor y los que mejores resultados proporcionaron fueron los indicados.

Ya linealizado de la mejor manera posible, se utiliza un circuito integrado National ECG987 Quad Op Amp, que posee 4 operacionales en su interior y una sola fuente de alimentación. La señal ya linealizada se pasa por un amplificador de ganancia unitaria, con el fin de aislar el circuito y no cargarlo al conectarle el circuito de interfase.

El circuito de interfase consiste en un amplificador operacional en la configuración amplificador de instrumentación, el cual utiliza una razón de ganancia de $120K\Omega/15K\Omega = 8$.

La razón es la siguiente, el circuito da como resultado 1.25 Volts a 100% de humedad relativa, es decir cuando el transductor presenta una capacitancia de 150pF, este voltaje, multiplicado por 8, dará como resultado 10 Volts, que significaran 100% de humedad en el ambiente. Así, por ejemplo si el voltaje es de 1 V. por 8, son 8 V. que equivalen a 80% de humedad relativa.

Todavía a la salida del circuito se utiliza otro operacional en la configuración de seguidor de emisor, para aislar la señal al conectar el circuito al convertidor analógico a digital.

La última parte del circuito se muestra también en el diagrama No.1 del apéndice C.

Es de notar que el circuito utiliza dos voltajes, uno de 15 voltios para los operacionales, y otro para las compuertas Cmos de 5 Voltios. Esto justifica la utilización de un regulador de voltaje ECG 960 producido por National, el cual puede proporcionar 1 Amperio de corriente y regula a +5 Voltios, la presentación del integrado es el TO-220. A este regulador se le ingresan 15 voltios y tiene como salida 5 voltios.

Ya realizado el circuito se procedió a calibrarlo con ayuda de un HigroTermógrafo. Este equipo posee la ventaja de medir mecánicamente dos parámetros simultáneos, la temperatura y la humedad relativa. Se logró, entonces, obtener resultados muy buenos presentándose errores del 1% al 1.5% .

A continuación se presenta un diagrama de bloques del circuito que mide el porcentaje de humedad relativa:

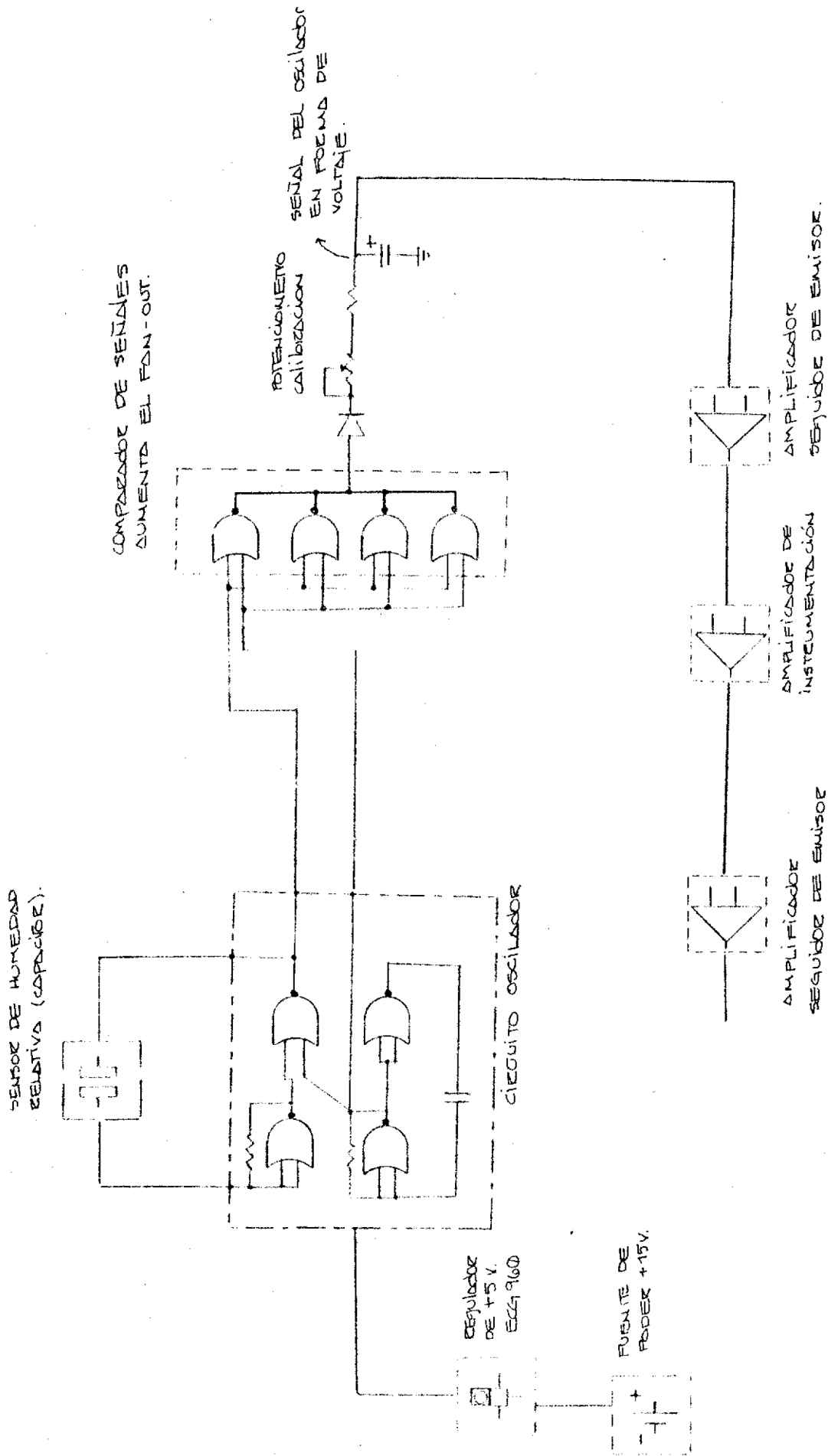


DIAGRAMA DE BLOQUES CTO. HUMEDAD RELATIVA

D.- Sensor transductor de radiación solar.

1.- Introducción

Todos los cuerpos del universo irradian energía en forma de ondas electromagnéticas. La cantidad de energía emitida, E , varía con la cuarta potencia de la temperatura absoluta. Depende también de la naturaleza del cuerpo, y el valor máximo por unidad de superficie está dado por la fórmula de Stefan-Boltzmann.

$$E = \sigma T^4.$$

Un cuerpo cuya cantidad de energía irradiada es expresada en la fórmula anterior, recibe el nombre de cuerpo absolutamente negro.

2.- Radiómetro de Eppley.

En el proyecto, uno de los parámetros a medir es la radiación solar, es decir la cantidad de energía solar que incide sobre una superficie dada. Para medir la cantidad de energía incidente en la superficie, en este proyecto se utiliza un piranómetro de Eppley, el cual consiste en una superficie que tiene expuestos dos elementos sensores.

Uno de estos elementos, que son anillos concéntricos, está pintado de negro, el cual absorbe gran cantidad de la energía que incide sobre el equipo, y el otro anillo está de color plateado con un recubrimiento que posee poca reflectividad.

El disco negro posee mayor temperatura que el de color plateado y la diferencia de temperatura entre ambos es proporcional a la radiación solar. Esta constante de proporcionalidad depende del sensor de temperatura.

En el caso del piranómetro que posee el proyecto, la diferencia de temperatura se mide eléctricamente, y produce un voltaje proporcional a la radiación solar, 115 mV por cada Watt/cm².

Los anillos se encuentran protegidos por una esfera de vidrio delgada, la cual protege al equipo de la lluvia, suciedad, etc...

Al instalar el equipo hay que orientarlo, según especificaciones y nivelarlo con un control de nivel que posee.

En cuanto a la utilización del equipo y su interfase al proyecto, podemos decir que no se utiliza algún interfase. Este se conecta directamente al 4 canal del convertidor ADC0809.

La microcomputadora realiza el trabajo de medir cuando sea necesario y da el valor obtenido en ese instante a la computadora personal, la cual da a conocer el valor en Watts/cm².

El voltaje proporcionado por el equipo no necesita ser amplificado ni aislado en impedancia, puesto que el equipo ya posee esta facilidad.

En el apéndice H aparece un diagrama del piranómetro de Eppley.

E.- Sensor transductor de la velocidad del viento.

1.- Anemómetro de Robinsson.

Otro parámetro que es indispensable conocer es la velocidad del viento, la cual es determinada por la ayuda de un anemómetro de Robinsson.

El equipo consta de 4 casquetes o semiesferas, dos de los cuales se encuentran sobre el eje (x) y las otras 2 sobre un eje de 90 grados con el primero (y). Todas sobre un mismo plano, de tal manera que al recibir el viento, no importando la dirección, los casquetes giraran casi sin fricción, haciendo girar el centro. De manera que la velocidad en la que giran los casquetes se traduce en la velocidad del viento.

El equipo con que se cuenta, consta de un motor de corriente directa, y a su centro de rotación está el equipo con los casquetes, de manera que cuando gira, dependiendo de la velocidad de los casquetes, así será el voltaje que produce el motor. Es entonces que el voltaje de salida corresponde a la velocidad del viento, guardándose cierta proporcionalidad entre ambos parámetros.

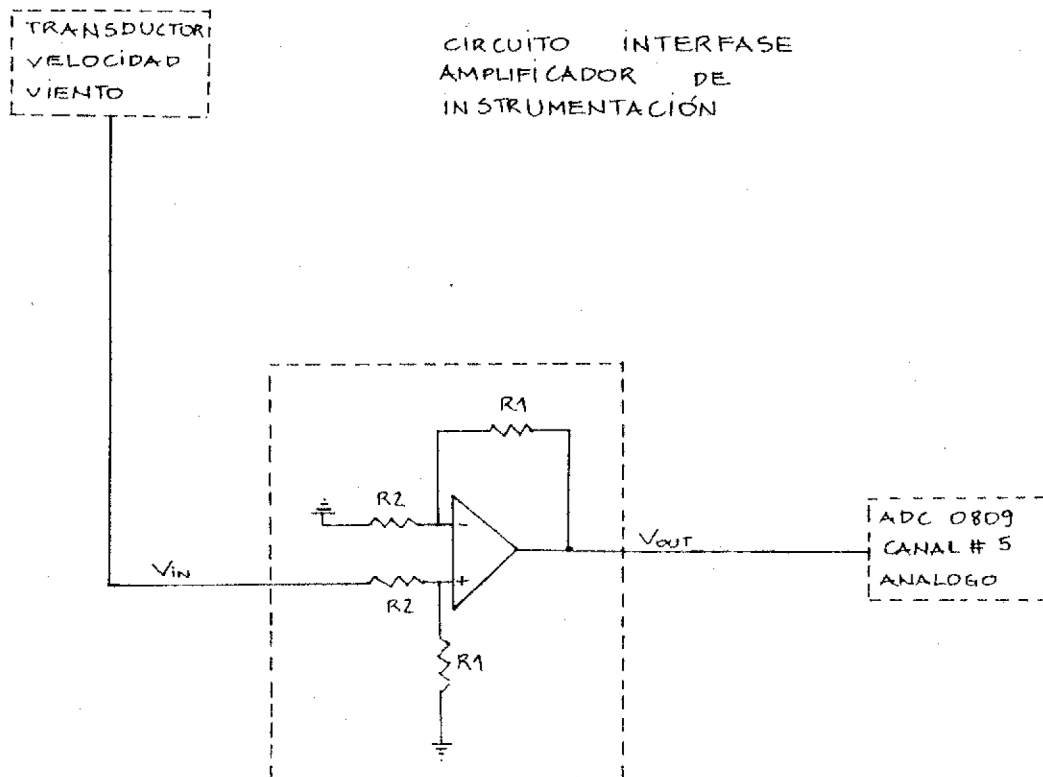
En el apéndice H se presenta un diagrama del anemómetro de Robinsson utilizado.

Al realizar las medidas correspondientes, el anemómetro produce 0.4 mV. por cada Km/h. Es decir, que al medir con el voltímetro encontramos que 10 mV. corresponden a 25 Km/h, y decae proporcionalmente. Estos datos son puramente experimentales, por lo que al utilizar el equipo se recomienda una buena calibración.

Debido al poco voltaje que posee el Anemómetro, este es amplificado en un factor de 10 y luego utiliza un amplificador en configuración de seguidor de emisor, para no cargar la salida al conectarlo con el convertidor.

El amplificador utilizado es de instrumentación como se explicó en el transductor sensor de temperatura. El amplificador operacional que se utiliza es uno de los cuatro que posee el integrado National EC6987 Quad Op Amp, que utiliza una sola fuente de polarización para todo el integrado. La configuración se puede ver en el diagrama adjunto.

Se presenta a continuación un diagrama de bloques del circuito que mide velocidad del viento:



F.- Sensor transductor de dirección del viento.

Un parámetro que se mide conjuntamente con la velocidad del viento es su dirección, el cual indica en qué dirección, de 0 a 360 grados, se encuentra soplando el viento. Para medir este parámetro se utiliza una flecha direccional construida de forma especial para que siempre marque la dirección.

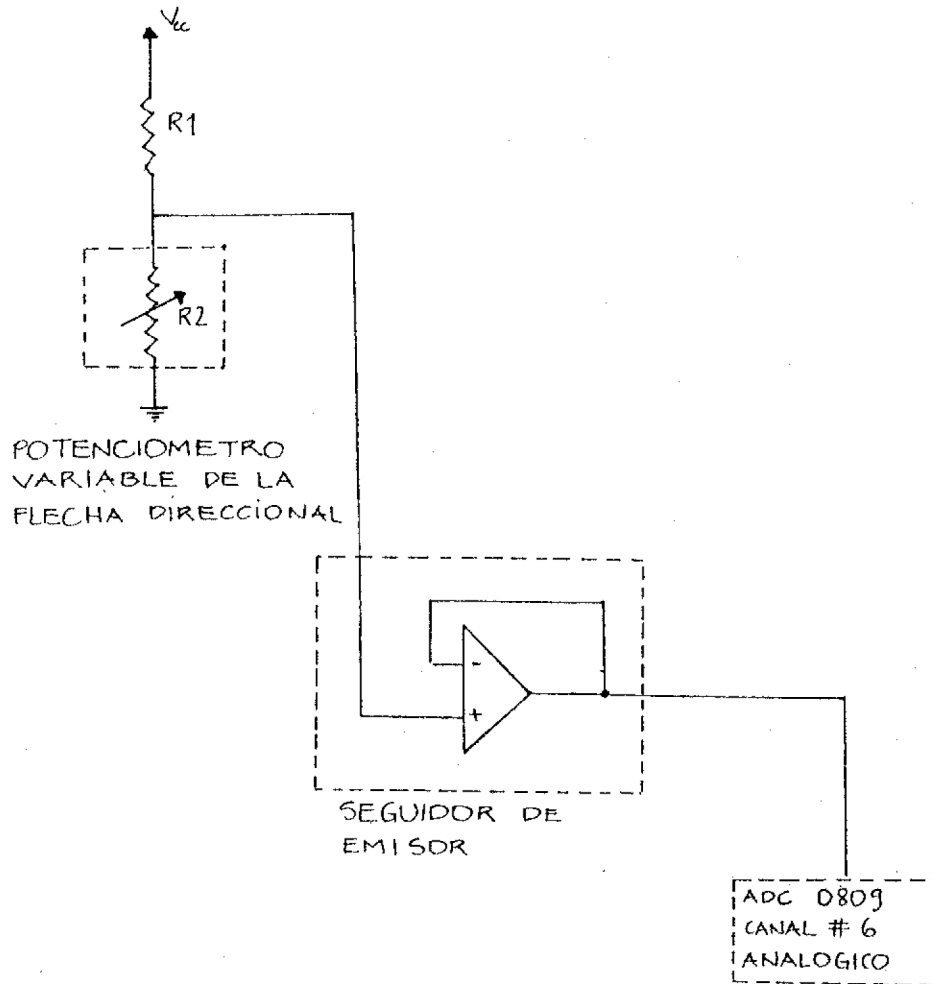
La construcción aerodinámica de la flecha direccional hace que todo el tiempo esté indicando la dirección del viento. En el apéndice H, se muestra un diagrama de este equipo.

Al centro de la flecha se conecta un control, el cual mide un potenciómetro, en el caso de la flecha direccional que utiliza el proyecto, este potenciómetro varía entre 0 y 28 K Ω .

Según especificaciones del equipo, cuando la flecha indica en Norte, el potenciómetro se encuentra en cero de resistencia; la dirección Este está a 7 K Ω , el Sur a 14 K Ω y el Oeste a 21 K Ω . Sigue incrementando resistencia hasta 28 K Ω y luego vuelve a cero que es el Norte.

Para el interfase con el convertidor utilizamos un divisor de voltaje una resistencia es fija y la otra es la variable de la flecha direccional (0--28K Ω). Este divisor se diseña para dar a 28 K Ω +5 voltios como máximo. Entonces cuando se tenga 1.667 V. a la salida del divisor estaremos a 90 grados, o sea Este, cuando se tengan 3 V. se estará en el Sur y cuando se tengan 4.09 V. se estará al Oeste, siempre cero voltios será el Norte.

Luego de realizado el divisor de voltaje, la salida del mismo se introduce a un amplificador en configuración de seguidor de emisor, que se utiliza para no cargar la salida del voltaje, cuando se conecta al convertidor.



III.- Microcomputadora.

A.- Introducción.

La microcomputadora utiliza un microprocesador Z-80 como procesador central, el cual ejecuta el programa de medición. Posee memoria RAM para la ejecución de dicho programa y memoria ROM en donde se encuentra almacenado el programa a ejecutar. Posee también 2 puertos de entrada/salida para la comunicación de la Microcomputadora con la computadora personal y viceversa.

El objetivo es que la Microcomputadora es que sea esclava de la PC, de manera que la unidad con Z-80 realice la medición de los distintos parámetros y los entregue en forma de valores hexadecimales a la PC.

Por parte de la computadora personal se controla los parámetros que se desean medir y se interpreta el valor respectivo.

Se utiliza el microprocesador Z-80 porque permite desarrollar de una manera fácil, sencilla y eficiente el software y el hardware, ya que la unidad básica se utiliza como un proceso intermedio entre los circuitos de medida y la computadora personal. A la vez es un circuito versátil ya que posee comunicación en ambos sentidos, ya sea con la computadora personal o con los circuitos de medida.

B.- Memoria ROM

A menudo se necesita tener una característica <<no volátil>> de memoria ROM en cualquier microcomputadora, pero a la vez se desearía tener las ventajas de lectura/escritura que proporciona

una memoria programable de semiconductores. Una solución efectiva es el EPROM consiste en una memoria de solo lectura, en su mayor parte, con la opción de poder ser borrada por luz ultravioleta, utilizada como una ROM por largos períodos de tiempo.

El proceso de borrado se realiza por medio de la exposición del sustrato del chip, cubierto con una capa transparente de cuarzo, a la acción de la luz ultravioleta, imprimiendo suficiente energía a los portadores para traspasar la barrera, mostrando FF Hexadecimal en todas sus direcciones.

La memoria ROM es necesaria en el proyecto, ya que en ella se encuentra el programa que ejecuta la Microcomputadora, la cual medirá, dará valor digital (Hexadecimal) y se comunicará con la computadora personal.

Dentro de las características que debe tener la memoria es que se debe encontrar en la dirección Hexadecimal 0000 del mapeo de memoria.

La memoria EPROM aplicada a este proyecto es Intel 2732, cuyas especificaciones son: NMOS 32K UV EPROM, organizada en 4K por 8 bits, que posee un tiempo de acceso de 200 nseg como máximo, una simple fuente de alimentación +5V y V_{pp}/OE hasta de +21 V.

La memoria, como lo dictaminan las especificaciones, posee una capacidad de 4K organizado como lo veremos en el mapeo, posee un bus direcciones de 12 bits para el almacenaje, que van del A_0 al A_{11} ; también posee el bus de datos de 8 bits que esta conectado con el bus de datos del Z-80.

En cuanto a las direcciones Hexadecimales 1000 y 1FFFF mostradas en las dos últimas filas, comprenden una expansión, ya que físicamente existe el espacio para la memoria, es decir posee dirección asignada y está alambrada, pero no se encuentra funcionando, en caso se necesitara otra memoria EPROM en el proyecto sólo sería de colocar el integrado.

C.- Memoria RAM

En una microcomputadora se hace necesario tener memoria volátil en la que se pueda escribir y leer cuando sea necesario, esto se soluciona utilizando la memoria RAM. En el presente proyecto la memoria posee 2 objetivos: el primero, dar un lugar en donde se almacenen datos cuando sea necesario y poder tenerlos en cualquier momento durante la ejecución del programa, por ejemplo Stack Pointer; el segundo, es la prueba del programa antes de almacenarlo en la memoria EPROM, y así proporcionar un lugar donde retener el programa a ejecutar, mientras se hacen pruebas y correcciones.

En el proyecto se utilizan dos memorias RAM de capacidad de 2K organizados en 8 bits, y se dejan para expansión 2 memorias RAM más. Las memorias mencionadas se encuentran en las direcciones Hexadecimales siguientes: 4000H, 4800H, 5000H, 5800H. Como se comprueba en el siguiente mapeo de memoria, se escogen estas direcciones, ya que, como podemos notar los primeros bits para las cuatro memorias no cambian y estos pueden ser utilizados para la decodificación en forma conveniente.

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
32K	16K	8K	4K	2K	1K	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

A manera explicativa, las direcciones hexadecimales están compuestas por 16 bits separados en conjuntos de 4. Por ejemplo la dirección 0000 Hexadecimal está compuesta por 0000 0000 0000 0000, la dirección 4800H está compuesta por 0100 1000 0000 0000. Entre dos líneas continuas se muestra la dirección de inicio y la final según la capacidad de la memoria. por ejemplo la primera memoria RAM empieza en la dirección 4800, 0100 1000 0000 0000 y termina en la dirección 5000, 0101 0000 0000 0000, denotándose así la capacidad de 2K, organizados en 8 bits.

Vemos de nuevo cómo los bits del bus de direcciones A15,A14,A13 no cambian de valor para las cuatro RAM's; estos bits son los que se utilizarán para decodificar; es preciso notar que estos 3 bits deben ser cero para la ROM, y para la RAM el bit A14 es 1.

La memoria que se utiliza en el proyecto es la Intel 6116, con equivalente ECG2128, cuyas especificaciones se dan a continuación: NMOS 16K RAM estática (SRAM), organizada en 2K en 8 bits, con un tiempo de acceso máximo de 150 nseg.

La memoria por la capacidad de 2K, utiliza en bus de direcciones de 11 bits de A_0 a A_{10} , un bus de datos bidireccional de 8 bits que se conecta al bus de datos del Z-80, y tres señales de control como son: chip enable (CE), Write (WR) y Output Enable (OE). El pin de CE es utilizado para la decodificación y se activa con bajo, el pin de W/R es también activado con cero, este pin es importante, ya que si no está activado indica que de la memoria se están leyendo datos, y cuando está en cero indica que se escribirán datos en ella. El pin de Output Enable se utiliza para activar la entrada o salida de datos de la memoria.

Vale la pena mencionar que en las memorias RAM se puede ejecutar cualquier tipo de programa, tal como si fuera un ROM pero al perder su polarización +5 V. se pierde por completo la información.

D.- Decodificadores.

Los decodificadores utilizados en la microcomputadora se utilizan para darle dirección a las diferentes memorias, ya que necesitamos de alguna forma indicarle a dichas memorias cuándo funcionar.

Los decodificadores utilizados en el proyecto son básicamente dos ECG74LS138 y el ECG74LS139.

El primero de ellos, 138, es un decodificador de 3 a 8, es decir a partir de 3 bits de entrada activa cualesquiera de los 8 pines de salida, dependiendo de la entrada. Y el 139 es un decodificador de menor capacidad, ya que es de 2 a cuatro, o sea que a partir de 2 bits activa cualesquiera de los cuatro de salida.

Veamos primero su funcionamiento y pin out y luego la forma como se utilizan en este proyecto.

El decodificador 74LS138 utiliza, como mencionamos anteriormente, 3 bits de entrada, los cuales son activos con +5 Voltios, por ser tres entradas, las posibilidades de salida son 8, ($2^3 = 8$). Dependiendo de la entrada se activará un pin de salida, si por ejemplo los tres bits de entrada son cero, el pin activado será el cero de los 8 de salida. Vale la pena mencionar que a diferencia de las entradas, las salidas del decodificador son negadas.

El decodificador posee tres pines más para su activación, estos son G2A, G2B y G1. Estos pines no son más que señales de control del decodificador, los dos primeros necesitan estar en cero y G1 en +5 V. para que el decodificador funcione.

Utiliza una fuente de +5V. por ser de tecnología TTL, y el "LS" en su numeración indica bajo consumo y alta velocidad para su funcionamiento.

En lo que respecta al 74LS139, posee un funcionamiento parecido al del decodificador 138, pero de menor capacidad; el decodificador posee dos entradas activas con +5 V. por lo que posee 4 posibilidades a su salida ($2^2 = 4$). Según la entrada así

será activado uno de los cuatro pines de la salida, por ejemplo si la entrada es 01, el pin activado a la salida es el número 1, en este decodificador las señales de salida también son negadas.

El integrado presenta la ventaja de tener dos decodificadores de este tipo en su interior, y cada uno de ellos presenta un sólo pin de Enable, que necesita estar cero para que el decodificador sea activado.

Con estos dos decodificadores se le da dirección a las memorias RAM y ROM, evitando así ambigüedades en el funcionamiento.

En el diagrama No1 del apéndice D nombrado Unidad Basica, podemos ver el funcionamiento de los decodificadores trabajando en conjunto:

Primero notamos que el 138 las señales de Enable G1 esta a Vcc y G2B se encuentra a tierra, mientras G2A se encuentra conectado a MREQ del microprocesador, este pin en el microprocesador dirá cuándo se requiere utilizar memoria, no importando de qué tipo, ya que ambos decodificadores sólo se usan para memoria se aprovecha un pin de activación del 138 para dicho fin.

A las entradas A,B y C del decodificador, se conectan los bits del bus de direcciones A15,A14 y A13, los cuales presentan una ventaja y es que siempre están en cero los tres cuando se trata de memoria ROM. A14 estará en 1 y A13 y A15 en cero cuando se trata de memoria RAM, de manera que cuando el microprocesador necesite leer memoria, activará el Enable G2A del 138 y este revisará si a su entrada hay cero en A,B y C. En

caso afirmativo activará el pin cero de salida, mientras que si A14 es uno, activará el pin 2.

De esta manera utilizamos el primer decodificador para diferenciar la memoria ROM de la memoria RAM.

Ya que se seleccionó el tipo de memoria a utilizar, se presenta el problema de darle dirección individualmente a una sola memoria, la cual debe recibir la orden de funcionamiento.

Para esto se utilizan los dos decodificadores que están dentro del 74139, de la manera que se presenta en el diagrama Unidad Básica. Es necesario notar que si fue memoria ROM la escogida, se activa el pin cero del 138, el cual, a su vez, activará el decodificador 139 de memoria ROM y cuando se escoge memoria RAM se activará el pin 2 del 138, el cual, a su vez, activará el decodificador 139 de memorias RAM.

Para determinar cuál de las 2 memorias ROM debe funcionar, se utilizan dos bits más del bus de direcciones, estos son A11 y A12, los cuales se conectan a las entradas A y B de ambos decodificadores 2 a 4, 74139. Ya activado el 139 de memorias ROM, se revisa el estado de los bits de A12 y A11 para determinar si es la ROM en la dirección 0000 (Hex) la que debe funcionar o la que se encuentra en la dirección 1000 (Hex).

De igual manera si es activado el 139 de las memorias RAM revisará también A12 y A11 para determinar así cuál de las 4 RAM's debe funcionar.

A la salida de ambos decodificadores que están dentro del 74LS139, se conectan los Chip Enable de los diferentes Integrados de memoria, como se muestra en el diagrama No1 del apéndice D.

Notamos, en conclusión, que usamos un decodificador 74LS138 para diferenciar entre memoria ROM y RAM y un 74LS139 para determinar cuál de los integrados es el que va a funcionar, de esta manera no hay ambigüedades y solo funciona una memoria a la vez, no importando si es RAM o EPROM.

E.- Puertos de entrada/salida.

En el proyecto en el cual se involucra una microcomputadora, es necesario comunicarse con el mundo exterior, ya sea leyendo datos o dándolos a conocer al exterior.

Esta es la función de los puertos de entrada/salida, o sea permitir la comunicación bidireccional de la microcomputadora con el mundo externo.

En el proyecto se utiliza un Interfase Periférico Programable de INTEL, denominado 8255. Es un puerto de entrada/salida programable de propósito general, diseñado para trabajar con los microprocesadores 8088 y 8080, sin embargo se puede usar con el microprocesador Z-80. Posee 24 pines de I/O, los cuales pueden ser individualmente programados en 2 grupos de 12 y tres modos de operación.

El primer modo de operación (Modo 0), cada grupo de 12 pines de I/O puede ser programado en sets de 4, los cuales pueden ser de entrada o salida. En el Modo 1, el segundo modo, cada grupo puede ser programado para tener 8 líneas, ya sea de entrada o salida.

El tercer modo de operación (Modo 2), ofrece la opción de hacer un bus bidireccional de 8 líneas y 5 líneas tomando las restantes como señales de control o Handshaking.

Otras opciones que ofrece el 8255 es un bit de SET y otro de RESET, ofrece también la capacidad de proporcionar 1.5 mA a 1.5 V. A continuación se da el Pin Out del integrado:

D₇-D₀ --- bus de datos bidireccional.

RESET --- reset total del puerto.

CS ----- Chip Select, utilizado para direccionar el puerto.

RD ----- Read, conectado al RD del microprocesador.

WR ----- Write, conectado al WR del microprocesador.

A₀-A₁ --- Utilizados para direccionamiento del puerto.

PA7-PA0 - puerto A

PB7-PB0 - puerto B

PC7-PC4 - parte alta del puerto C

PC3-PC0 - parte baja del puerto C

Vcc ----- +5 Volts.

GND ----- Tierra.

De manera similar a cada puerto le corresponde una dirección. El mapeo, al igual que las memorias y para dicho direccionamiento también se utilizó un decodificador 74LS138 de 3 a 8. Para mapear este dispositivo se tiene que tomar en cuenta que se utilizan los primeros 8 bits del bus de direcciones, no considerando los bits A₀ y A₁, puesto que estos se conectan directamente al integrado.

Los bits del bus de direcciones A₂, A₃ y A₄ van a las entradas del decodificador 74LS138, ya que A₅ se conectó a la entrada G₁ del mismo decodificador, y G_{2A} se conectó al I/OREQ del microprocesador. Para que se active sólo este decodificador

cuando el microprocesador necesite acceder puertos, el otro Enable del decodificador 62B se conectó directamente a tierra.

Las direcciones Hexadecimales en donde se mapearon los puertos son:

CHIP 8255 (1)	CHIP 8255 (2)
00FC --- PUERTO A	00F8 --- PUERTO A
00FD --- PUERTO B	00F9 --- PUERTO B
00FE --- PUERTO C	00FA --- PUERTO C
00FF --- PUERTO DE CONTROL	00FB --- PUERTO DE CONTROL

Estas direcciones aparecerán en el bus de direcciones del microprocesador, activando el decodificador correspondiente.

De los dos puertos mapeados y alambrados, se utiliza uno de ellos como control el convertidor analógico/digital 0808; y el otro puerto sirve de interfase de comunicación entre la unidad básica y la computadora personal, pudiendo así leer y escribir comandos y datos en forma bidireccional.

Cada puerto A,B o C puede ser programado en forma distinta en lo que respecta a lectura y escritura, esto lo dictamina el programa, el cual reside en el puerto de control y que puede ser ingresado en cualquier momento.

En el diagrama No2 del apéndice D. denominado Puertos de entra/salida, se puede ver el trabajo del decodificador 138 y los diferentes puertos trabajando.

Es necesario mencionar que en el diagrama aparecen tres puertos, mientras que sólo se utilizan dos, el otro restante se deja en caso de expansión del proyecto.

1.- Prueba de puertos.

En el momento de programar es necesario que se instruya por medio del programa al puerto quiénes son de entrada y qué otros son de salida; además cual es el modo de operación; ya que como mencionamos anteriormente este es el trabajo del puerto de control. Para lograr esto, en el programa hay que cargar al puerto de control, en el caso de este proyecto, el puerto de control del primer B255 es en la dirección FF y en el segundo es el FB.

Veamos la palabra de control de 8 bits:

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0

D7: Da la orden de que queremos cambiar el modo de operación que se encuentra en ese momento vigente. En el caso de este proyecto este bit siempre está en 1.

D6 y D5: Es referido al modo de operación de la parte alta de los bits más significativos, si se coloca en 00, como es el caso del proyecto, hace que los tres puertos A, B y C estén de entrada y salida.

D4: Es referido al puerto A, si se pone en alto (1) está de entrada y si está en bajo (0) está programado de salida.

D3: Es referido a la parte alta del puerto C -- PC7-PC4, es decir los pines 4,5,6 y 7 del puerto C, de la misma manera si el bit es bajo están programados estos cuatro bits de salida, y si el bit está en alto (1) están programados de entrada.

D2: Es referido al modo de operación de la parte baja de toda la palabra de control -- 1--modo(1) 0 -- modo(0).

D1: Es referido al puerto B y de la misma manera si está el bit en alto, (1) el puerto B está de entrada, de lo contrario estará programado de salida.

D0: Referido a la parte baja de puerto C PC0-PC3 y con las mismas características que la parte alta en lo que respecta a programación.

La manera como se aplico al proyecto fue la siguiente:

```

D7 D6 D5 D4 D3 D2 D1 D0
  1  0  0  1  0  0  0  0

```

El hexadecimal es 90 y si lo cargamos al puerto FF, el puerto A en la dirección FC estará programado de entrada, y el B (FD) de salida y el C (FE) también de salida.

En conclusión diremos que un 8255 sirve para comunicarse con el mundo exterior. En el caso de este proyecto, una computadora personal y el otro para controlar un convertidor Analógico Digital.

En el apéndice D, inciso 3 se muestran las especificaciones del puerto 8255.

F.- Microprocesador Z-80.

El Z-80 es un microprocesador orientado hacia los registros. Dieciocho registros de 8 bits y cuatro registros de 16 bits. Dentro del procesador central son accesibles al programador y funcionan como una memoria programable estática. Estos registros se dividen en 2 conjuntos, principal y alternativo; cada uno de los cuales contiene 6 registros de 8 bits de uso general, que pueden utilizarse, bien sea individualmente o como tres pares de registros de 16 bits.

El microprocesador también cuenta con dos conjuntos de acumuladores y registros de estado. En el diagrama denominado Bloque de CPU se encuentra la arquitectura interna del Z-80.

El procesador cuenta con un bus de datos de 8 bits denominados D0 a D7, y un bus de direcciones de 16 bits constituido por A0 hasta A15. Dentro de las señales de control que ofrece el procesador están:

MI (Negado): Es salida y se activa con nivel bajo. Este pin indica que el ciclo de máquina en curso, es el ciclo de búsqueda del código de operación de ejecución de alguna instrucción. Debe tenerse presente que durante la ejecución de los códigos de operación de 2 octetos, MI negada es generada cuando se busca cada octeto de código de operación. En el proyecto no se usa esta señal, pues se considera innecesaria.

MREQ (Negado): Salida triestado, que activa a nivel bajo. La señal de petición de memoria indica que el bus de direcciones retiene una dirección válida para una operación de lectura o escritura en la memoria. La señal se utiliza como parte de la decodificación de memorias en el proyecto.

IORQ (Negado): Salida triestado, activa a nivel bajo. Esta señal indica que la mitad inferior del bus de direcciones retiene una dirección de entrada/salida, válida para una operación de lectura o escritura. En el proyecto se utiliza como parte de la decodificación de puertos de entrada/salida.

RD (Negado): Salida triestado, activa a nivel bajo. RD negado indica que el procesador central desea la lectura de memoria o de un dispositivo de entrada/salida. El dispositivo escogido,

debe utilizar esta señal para controlar los datos en el bus de datos del procesador central. Utilizada en el proyecto en memorias ROM, RAM y Puertos.

WR (Negado): Salida triestado, activa con flanco negativo. Indica al bus de datos que del procesador central retiene datos válidos a almacenarse en la memoria o dispositivo de entrada/salida objeto de direccionamiento. Utilizada en el proyecto en memorias ROM, RAM y Puertos.

RFSH (Negado): Salida activa a nivel bajo, indica que los 7 bits inferiores del bus de direcciones contienen una dirección de regeneración para las memorias dinámicas. No utilizada en el proyecto.

HALT (Negado): Salida también activa a nivel bajo, indica que el procesador central esta ejecutando una instrucción HALT y que se encuentra esperando una interrupción para que pueda reanudarse la operación normal. No utilizada en proyecto.

WAIT (Negado): Entrada activa a nivel bajo, indica al procesador central que los dispositivos de entrada/salida o memoria y el objeto de direccionamiento, no están preparados para una transferencia de datos. El procesador central sigue introduciendo estados de espera mientras la señal de WAIT es activa. La señal permite que la memoria o dispositivo de entrada/salida se sincronice con el procesador Z-80. Sin utilización en el proyecto.

INT (Negado): Entrada activa a nivel bajo. Esta señal sirve para solicitar una interrupción al procesador central. No se utiliza en el proyecto.

NMI: Entrada que quedará activa con flanco negativo, es una interrupción no controlable por medio de software e interrumpe todo el proceso. Sin utilización en el proyecto.

BUSAK y BUSRQ: Ambas señales se activan con flanco negativo y trabajan frecuentemente para la petición del bus de datos o direcciones. Sin utilización en el proyecto.

El procesador posee tres pines más, uno de Vcc a +5 V. GND que es la conexión a tierra, y CLOCK que puede trabajar hasta 1.5MHz, en el caso de este proyecto.

Vale la pena mencionar que para introducir el programa que será ejecutado por el microprocesador Z-80, fue necesario el uso de un Micro-Professor, el cual contiene Teclado y Display; además del programa en ROM para poder ingresar instrucciones en Hexadecimal.

En el apéndice D inciso 4 se muestra el diagrama interno del Z-80.

IV.- Convertidor analógico/digital ADC0808

A.- Introducción.

La función del convertidor analógico/digital en el proyecto, como su nombre lo indica, es convertir datos analógicos a información digital en cadenas de 8 bits. Su utilización se justifica, ya que los datos proporcionados por los circuitos medidores son analógicos y se necesita trasladarlos a información digital para su procesamiento en la computadora personal.

El convertidor posee una capacidad de 8 canales analógicos, los cuales son direccionados por medio de multiplexación. Convierte el voltaje a 8 bits de información con una resolución muy buena, además posee señales de control externas, lo que hace que sea versátil, eficiente y controlable.

En el apéndice E, inciso 1 se presenta la estructura interna del convertidor.

B.- Descripción del funcionamiento.

Como se mencionó anteriormente, el convertidor posee 8 canales analógicos de entrada, los cuales son escogidos de acuerdo a la información presente en el bus de direcciones de 3 bits A, B y C.

Este bus de direcciones de 3 bits funciona como un decodificador de 3 a 8, es decir que dependiendo de la señal de entrada, se determinará el canal analógico a muestrear. Luego que se presenta la información, el convertidor esperará la señal de Address Latch Enable, que es activada con flanco positivo. Cuando recibe esta señal toma del decodificador la información y por

medio de él determina qué canal se desea convertir a información digital.

Luego que sabe qué canal es, espera la señal de Start, que es activada con flanco negativo y que tiene la función de ordenar el arranque de la conversión, esto implica tomar el voltaje en ese momento determinado.

Luego, él toma el valor del voltaje analógico y procesa la información. El tiempo que toma en convertir es de aproximadamente 100 μ seg, ya que compara el voltaje muestreado con los divisores de voltaje que internamente posee, además que determina cual es el valor de los 8 bits de información digital. Cuando termina este procedimiento, no presenta la información por el bus de datos, sino activa un pin denominado End Of Covertion, indicando así que la información ha sido convertida. Luego de activar el pin queda esperando la señal de OutPut Enable, que da la orden para que se presenten los datos en el bus de datos.

Vale la pena mencionar que el resultado de la conversión depende del valor que el integrado posea de referencia; en el caso del proyecto es +5 Voltios, lo cual da una resolución de $+5/256$.

Luego que se presentó la conversión, el convertidor posee una Latch a su salida que retiene la información y la deja allí hasta que se presenten nuevos datos.

También debe mencionarse que posee un bus de direcciones A,B y C que está siempre en 3-State; es decir, mientras no exista una dirección en los tres bits que sean ceros o unos definidos, él hace caso omiso a esta dirección.

El convertidor debe tener un reloj de trabajo, es decir a qué velocidad va realizar su trabajo de conversión, en el caso de este proyecto posee un reloj de 22KHz.

Posee dos referencias +REF y -REF, las cuales le indican la resolución de la conversión; como se mencionó anteriormente, el pin de -REF se conectó directamente a tierra, pues en el proyecto no existen valores analógicos negativos.

Existe un conjunto de 256 resistencias que tiene el objetivo de formar los diferentes divisores de voltaje y es con estos voltajes contra los que se compara el voltaje analógico de entrada.

Parte importante de este integrado es el comparador, ya que depende de éste la resolución y exactitud de los datos. En cuanto a exactitud, el comparador tiene la responsabilidad de proporcionar el valor más alto de la conversión (este caso FF (Hex)), cuando se presenta en voltaje analógico de entrada, el mismo de referencia (+5V).

Como dato importante, el convertidor posee un tiempo de conversión máximo de 100 microsegundos. Como primera conclusión de esta parte, debe mencionarse que el convertidor ADC-0809 presenta tres ventajas en el proyecto: versatilidad: ya que posee 8 canales análogos de entrada y posee un tiempo de conversión muy bajo, precisión: Ya que posee buena exactitud y resolución, gobernabilidad: ya que presenta pines con los cuales se puede controlar eficientemente.

C.- Errores en la conversión.

Como todo dispositivo electrónico presenta un error en su funcionamiento, en el caso del convertidor con mayor razón, pues se trata de convertir un voltaje a una serie de 8 bits que poseen cualesquiera de dos valores, cero o uno (Gnd o +5V.).

Los errores que presenta el convertidor son:

Error de offset: este tipo de error es de un valor constante, es decir sobre un voltaje V_1 presenta un error X , y para cualquier otro voltaje presenta el mismo error X ; no es posible eliminarlo del todo, pero con un voltaje de compensación es posible reducirlo.

Error de ganancia: este error se refiere a la pendiente de de la función de transferencia, que no es la ideal, el error crece o disminuye conforme varia el voltaje análogo de entrada.

Error de linealidad: este tipo de error involucra el valor de cuanto se aleja la curva de la función de transferencia, de una línea a 45 grados, cuando los dos errores anteriores son cero.

Error de conversión: cuando se pierden bits a la salida del convertidor por distintas razones, sobrecalentamiento, saturación del comparador, etc.

Para ver el comportamiento de estos errores, en el apéndice E se presenta una serie de gráficas explicativas. Inciso No2.

D.- Precisión y exactitud del convertidor.

Este es un parámetro importante en cualquier convertidor, ya que define el menor cambio requerido en la entrada análoga para que el convertidor cambie, por lo menos, el bit menos

significativo a su salida. Esto depende del voltaje de referencia que posea para convertir. En el caso del ADC-0809, el voltaje de referencia utilizado es de +5 V. y posee 8 bits de salida o sea 256 posibilidades, de manera que la resolución queda dada por:
 $15/256 = 0.05859375$.

En cuanto a exactitud, es un parámetro que depende directamente del comparador dentro del convertidor, ya que si posee buena exactitud, debe presentar 0 en los 8 bits digitales de salida cuando el voltaje análogo de entrada es cero y FF (Hex) cuando el valor del canal analógico es el mismo que el valor de voltaje de referencia.

E.- Aplicación del convertidor al proyecto.

La justificación de por que debe utilizarse convertidor es por los parámetros atmosféricos medidos, ya que la información se obtiene en forma analógica, y para leerla, analizarla y presentarla en la Computadora Personal debe ser transformada en información digital.

El convertidor, en el proyecto utiliza un puerto 8255, el cual el puerto de control en la dirección Hexadecimal FF, el puerto C en la dirección FE, el B en la dirección FD y el puerto A en la dirección FC, estos tres puertos son de 8 bits, uno de ellos lee datos de la conversión y los otros dos se utilizan para el control y gobernabilidad del convertidor.

El puerto A del 8255 está programado de entrada y es el encargado de recoger el resultado de la conversión en el momento en que el programa se lo indique. El puerto B está programado para controlar únicamente las señales de Start y Ale del

convertidor y el puerto C en su parte baja, controla el bus de direcciones de tres bits A,B y C que posee el convertidor para determinar qué canal analógico se desea muestrear.

Es de mencionar que de los 8 canales que posee el convertidor, sólo se utilizan 6 en este proyecto, quedando dos como expansión en caso que se desee monitorear otros parámetros. El pin de End of Conversion es conectado al Out Enable, de manera que cuando termine la conversión por medio de este bit se de la orden para que salgan los datos.

El Convertidor está polarizado con +5 V. y GND tierra, utiliza como voltaje de referencia +5 V.

El funcionamiento es el siguiente: inicialmente se le da la dirección en A,B y C, por el puerto FD (Hex) del puerto de entrada/salida 8255 y luego la orden de tomar la dirección y analizarla ALE por medio del puerto FE (Hex) del mismo puerto, y luego de un retardo la instrucción de empezar a convertir Start, se espera un tiempo aproximado de 2 segundos y se ordena a ingresar los datos de la conversión por el puerto A.

Las especificaciones de tiempos y pin out del integrado se muestran en el apéndice E inciso No3.

La conexión del convertidor con el 8255 y la conexión de circuitos de medida se muestran en el apéndice E, inciso No 4.

V.- Interfase con la computadora personal.

A.- Introducción.

En la medición de parámetros atmosféricos y conversión a información digital para su procesamiento, llegamos a la parte de procesamiento de información, esto implica un interfase con la computadora personal para leer y escribir datos, es decir comunicar a la computadora personal con la microcomputadora.

Esta parte está referida, pues, al medio de comunicación entre las dos computadoras y permite la comunicación en ambas direcciones. El interfase empleado es controlado por la computadora personal y se analiza en dos partes por separado. La computadora personal y luego la microcomputadora.

B.- Computadora personal.

Esta computadora cuenta con un microprocesador 8088 que trabaja a 10 MHz, posee 640K de memoria RAM, ROM, controladores de discos de 5 ¼ y tarjeta controladora de impresora y monitor.

En lo que respecta al interfase con el proyecto, se utiliza un puerto paralelo de Input/Output. La razón es que se recomienda utilizar el puerto paralelo para distancias menores de 5 Mts de longitud, ya que hay interconexiones de 25 cables paralelos diferentes hasta donde se encuentra el equipo instalado, y el cable ofrece muchas pérdidas. Sin embargo tiene la ventaja que este puerto es mucho más rápido que el puerto serial. Por su parte, el puerto serial ofrece una menor velocidad, puede obtener mas distancia, pues se utilizan menor cantidad de cables.

La tarjeta para puerto paralelo está diseñada para conectar impresoras y controlarlas, pero este puerto también puede ser utilizado como un puerto de Entrada/Salida de propósito general. Posee 12 TTL Buffers a la salida que escriben o lee datos del puerto, basta con controlar IN y OUT en el microprocesador para leer o escribir los datos que sean necesarios.

El proyecto se conecta directamente a un puerto paralelo de entrada/salida, cuyas direcciones se dan a continuación:

I/O INTERFACE

3B4 6845 ADDRES REGISTER

3B5 6845 DATA REGISTER

3B8 DISPLAY MODE CONTROL PORT

3BA DISPLAY STATUS PORT

3BC PRIMARY PRINTER DATA PORT

3BD PRIMARY PRINTER STATUS PORT

3BE PRIMARY PRINTER CONTROL PORT

3BF CONFIGURATION SWITCH

378 SECONDARY PRINTER DATA PORT

379 SECONDARY PRINTER STATUS PORT

37A SECONDARY PRINTER CONTROL PORT

El proyecto utiliza el puerto secundario de datos en la dirección 0378 (Hex), y el puerto de control de impresora en la dirección 037A (Hex), cuyas señales describiremos a continuación:

En cuanto al puerto de datos 0378H, encontramos que son 8 bits conectados a un DB-25 en los pines numerados del 2 al 9.

En cuanto al puerto de control primario y secundario, en las direcciones 03BEH y 037AH se utiliza varios bits de información:

Bit 0: STROBE cuando se encuentra en cero, indica a la impresora que lea datos, del bus de datos, y se enciende por un intervalo de tiempo de 0.5 microsegundos. Es activo a flanco negativo.

Bit 1: AUTOFEED este bit indica a la impresora que debe saltar una línea antes de imprimir. Es activo con flanco positivo.

Bit 2: INIT es activo con flanco negativo e indica a la printer reset.

Bit 3: SELECT: activo con flanco positivo, selecciona la impresora, es decir que si la impresora no recibe este bit le indica que la comunicación no es con ella; además activa la transferencia de datos.

Bit 4: IRQ7: es una interrupción utilizada del CPU a la impresora dejándola en Standby.

En lo que respecta al puerto de Status en las direcciones 03BDH y 0379H, se encuentran los diferentes bits:

BIT 3: ERROR: activo en flanco negativo e indica a la printer que no hay error en la operación.

BIT 4: SELECT STATUS: activo en flanco positivo, este bit se activa cuando la impresora está esperando autorización para establecer la comunicación y activando este bit, el CPU sabe que se encuentra disponible. Además le indica que se prepare para recibir datos.

BIT 5: PAPER OUT: activo en flanco positivo y se activa cuando la impresora no posee papel.

BIT 6: ACK: activo en flanco negativo, este bit es activado por la impresora, indicando que está lista para otra transferencia de datos.

BIT 7: BUSY: activo en flanco negativo, es puesto en 1 cuando la impresora está lista para aceptar datos, de lo contrario el microprocesador central espera hasta que la señal esté activa.

Ya sabiendo los bit's que conforman el puerto paralelo y el funcionamiento que poseen para su comunicación con la impresora, veamos como se adecuan al proyecto en cuestión: Se utiliza el bus de 8 bits secundario de datos en la dirección 0378 (Hex) y un solo bit de STROBE para controlar la transferencia de datos en la dirección 037A (Hex).

El pin out del conector del puerto de impresora se encuentran en el apéndice F, inciso No1. Además, el diagrama de la tarjeta del puerto paralelo se muestra en el mismo apéndice en el diagrama No1.

Vemos que utilizamos en el proyecto los primeros 10 pines del conector DB-25 del puerto paralelo.

En lo que respecta al diagrama de la tarjeta de puerto paralelo, vemos que se utiliza un 74LS245 para la comunicación bidireccional de los datos, y 74367 que sirve de latch para los datos de salida, y un 74244 para la entrada de datos.

Turbo Pascal 5.1 es un lenguaje estructurado que presenta una instrucción versátil para comunicarse directamente al puerto paralelo, la instrucción es PORT.

Por ejemplo si se programa `PORT ;$03BC := $00`, esta instrucción hace que primero se direcciona a 03BCH, que es donde se encuentra el puerto y que, como vemos, es una instrucción directa al bus de direcciones de 16 bits, y luego coloca el bus de datos de esa dirección el Hexadecimal 00. El compilador de Turbo determina si la dirección se encuentra antes que (`:=`), si es de esta manera coloca el 74245 bidireccional de salida y activa el latch 367 de salida con los datos.

En caso contrario, si se programa `A := ;$03BC;` la dirección se encuentra después del (`:=`), de manera que el compilador de Turbo sabe el 74245 que lo va a colocar de entrada, y activa el 74244 para que reciba datos.

Esto permite que por medio de Turbo pascal se mande un comando diciéndole a la microcomputadora de Z-80 que debe hacer y, luego leer el dato correspondiente a la medición.

C.- Microcomputadora.

Por su parte la microcomputadora posee un puerto programable 8255, destinado únicamente para el interfase con la computadora personal. Es bueno recordar que no hay necesidad de latch de salida, pues ya el 8255 lo tiene incorporado.

Además, si se requiere leer por parte de la microcomputadora dicho puerto se programa de entrada.

Sin embargo surge un problema si la conexión es directamente del puerto con la PC y en determinado momento escribe datos, la microcomputadora recibirá perfectamente los datos pero no podrá escribir datos en el puerto para que la computadora personal los lea. El problema es que los voltajes de salida del puerto programable 8255 pierden su valor.

Para solucionar esto se utiliza un 74LS245, que es un bus octal compuesto de amplificadores, bidireccional, es decir puede ser programado en un sentido u otro. Con este nuevo buffer se crea la ventaja de dar señales válidas a la PC y además no cargar el puerto 8255, pero hay que controlar de alguna manera si este bus bidireccional está de entrada o de salida en la microcomputadora.

Si se quiere leer un comando que envía la PC, el bus del 74LS245 debe ser programado de entrada y si se quiere escribir de parte del Z-80 para que lea pa PC, debe estar de salida. Este control es efectuado por parte de la PC cuando utiliza el pin de STROBE, pin 1 del DB-25 del puerto paralelo, es decir programa en la dirección de la PC 037A el hexadecimal 00, y el bit de Strobe se pondrá en 1 por ser negado. Esta información la recibe el pin denominado DIR del 74LS245 y sabe que el bus esta de salida, mientras si en la misma dirección se coloca el hexadecimal FF, el pin de Strobe estará en 0, e indicará al 74245 que el bus está de entrada.

En conclusión, se utiliza el 74LS245 para formar un bus bidireccional controlado por la PC por medio del pin STROBE del puerto paralelo.

Sin embargo existe otro problema y es que por ejemplo se programa la computadora personal para que programe en el puerto de 8 bits el hexadecimal FF, esto indica que los pines del 2 al 9 del conector DB-25 del puerto paralelo estarán el alto o a +5 V. y por ser latch se queda la información allí hasta que se cambie de nuevo. Por parte de la microcomputadora se programan el puerto del 8255 el hexadecimal 00, los pines de la PC +5 V. y en lo mismos pines 0.4 V. entonces el efecto será que a la hora de leer datos la computadora personal leerá la información recién puesta en el latch 74367 de su propia tarjeta y no la que se requiere que lea en este caso hexadecimal 00.

Surge la necesidad de utilizar PULL-UP's en cada bit de baja resistencia para permitirle a la PC poder leer 1's cuando realmente esten, estos pull-up's son formados por resistencias de 1K Ω conectados a +5 V. El efecto es que al leer la PC el latch 74367 de su propia tarjeta, así como el 74244 que leerá ambos estarán a cero permitiendo poder leer cero.

Un diagrama del interfase se presenta en el apéndice F en el diagrama No2.

En el apéndice G se encuentra el pin out de los diferentes chips utilizados en el programa.

VI.- Programas.

A.- Programa en Assembly del Z-80.

1.- Introducción.

El objetivo principal de este programa es ejecutar instrucciones como leer datos, recibir señales de control para determinar que parámetro medir, y dar a conocer el valor de la medición.

Aparte de el programa principal se encuentra una subrutina que ayuda a determinar que parámetro se desea monitoriar.

Mientras la computadora personal no envíe ninguna señal que el programa pueda ejecutar, se queda en fase de lectura, es decir siempre revisará que es lo que esta enviando la computadora personal.

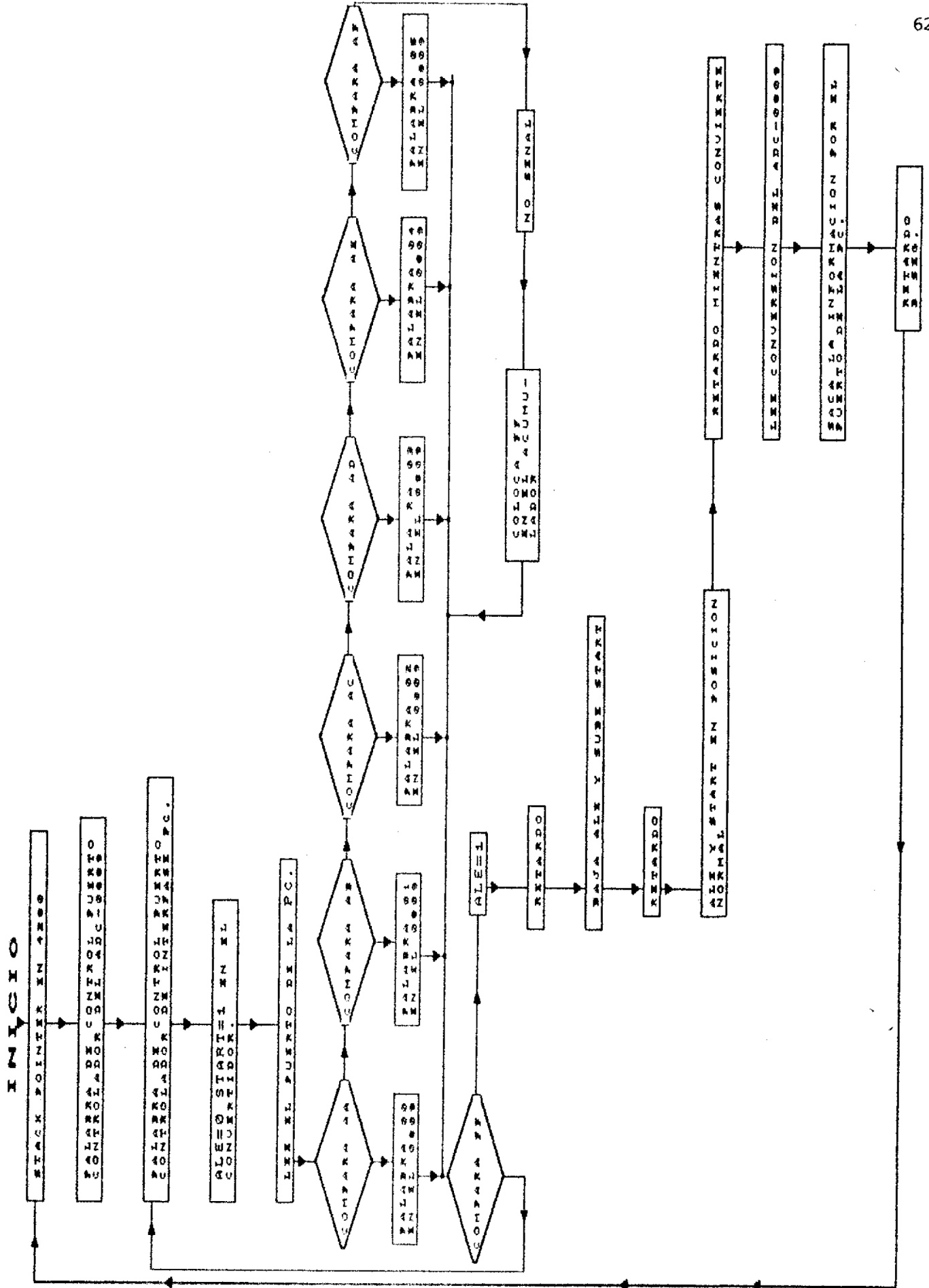
La computadora personal es la que da la clave, de que parámetro desea medir, y luego de un tiempo de espera recoge el dato.

Los objetivos del programa para la computadora del microprocesador con Z-80 son:

1.- Determinar si de la computadora personal, esta mandando un comando clave, si lo hay, por medio de comparación determina cual de ellos es.

2.- Ya que sabe cual de los parámetros es, efectúa una subrutina que coloca la dirección para controlar el convertidor, se generan todas las señales de control necesarias para que trabaje el convertidor.

Diagrama de flujo Z-80



3.- Se lee el dato de la conversión en el puerto del interfase con la PC, y se deja allí por un tiempo, durante este tiempo la computadora personal tendrá que leer el dato.

4.- Volverá a quedarse esperando otro comando.

3.- Programa principal.

Label	Hexadecimal	Instrucción	Documentación
	310042	LD SP,4200	
	3E90	LD A,90	
	D3FF	OUT (FF),A	
Leer:	3E90	LD A,90	
	D3FB	OUT (FB),A	
	3E01	LD A,01	
	D3FD	OUT (FD),A	
	DBFB	IN (A),FB	
	CD0052	CALL DETERMINA	
	FEFF	CP,FF	
	28EF	JRZ Leer	
	3E03	LD A,03	
	D3FD	OUT (FD),A	
	3E00	LD A,00	
	0601	LD B,01	
Antes3	0EAA	LD C,AA	
Antes2	16FF	LD D,FF	
Antes1	15	DEC D	
	BA	CP D	
	20FC	JRNZ Antes1	

	0D	DEC C
	B9	CP C
	20F6	JRNZ Antes2
	05	DEC B
	B8	CP B
	20F0	JRNZ Antes3
	3E00	LD A,00
	D3FD	OUT (FD),A
	3E00	LD A,00
	0601	LD B,01
After3	0EAA	LD C,AA
After2	16FF	LD D,FF
After1	15	DEC D
	BA	CP D
	20FC	JRNZ After1
	0D	DEC C
	B9	CP C
	20F6	JRNZ After2
	05	DEC B
	B8	CP B
	20F0	JRNZ Antes3
	3E01	LD A,01
	D3FD	OUT (FD),A
	3E00	LD A,00
	0601	LD B,01
T03:	0EAA	LD C,AA
T02:	16FF	LD D,FF

T01:	15	DEC D
	BA	CP D
	20FC	JRNS T01
	0D	DEC C
	B9	CP C
	20F6	JRNZ T02
	05	DEC B
	B8	CP B
	20F0	JRNZ T03
	3E80	LD A,80
	D3FB	OUT (FB),A
	DBFC	IN (A),FC
	D3FB	OUT (FB),A
	3E00	LD A,00
	0602	LD B,02
PR01:	0EFF	LD C,FF
PR02:	16FF	LD D,FF
PR03:	15	DEC D
	BA	CP D
	20FC	JRNZ PR01
	0D	DEC C
	B9	CP C
	20F6	JRNZ PR02
	05	DEC B
	B8	CP B
	20F0	JRNZ PR03
	C70050	JP LEER

Subrutina determina.

	FEAA	CP AA
	2005	JRNZ PRESION
	3E00	LD A,00
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET
PRESION	FEAB	CP AB
	2005	JRNZ HUMEDAD
	3E01	LD A,01
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET
HUMEDAD	FEAC	CP AC
	2005	JRNZ RADIAC
	3E02	LD A,02
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET
RADIAC	FEAD	CP AD
	2005	JRNZ VELOCI
	3E03	LD A,03
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET
VELOCI	FEAE	CP AE
	2005	JRNZ DIREC
	3E04	LD A,04
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET

DIREC	FEAF	CP AF
	2005	JRNZ NOSEÑA
	3E05	LD A,05
	D3FE	OUT (FE),A
	C9	RET
NOSEÑAL	3EFF	LD A,FF
	C9	RET

El programa que se describe arriba, primero direcciona el stack pointer a la dirección 4200, que es donde se encuentra una memoria RAM en la microcomputadora, este stack sirve para guardar direcciones a la hora de realizar saltos dentro del programa. A la hora de regresar de ejecutar una subrutina en el stack pointer se encontrará la dirección a donde tiene que ir y seguir ejecutando.

Luego realiza funciones de programación de puertos, tanto del puerto que controla el convertidor análogo/digital, como el que se comunica con el interfase de la PC. Coloca en Reset las señales de ALE y START del convertidor. Luego se encuentra una label LEER, lo primero que se realiza es leer qué dato está presente en el puerto de interfase, es decir revisar si la PC está mandando un comando. Para determinar si es o no un comando clave entra a la subrutina DETERMINA.

En DETERMINA se compara la palabra que se acaba de leer de la PC y se compara con AA, que significa temperatura, AB que significa presión, AC que significa humedad relativa, AD que significa radiación solar, AE que significa velocidad del viento

y AF que significa dirección del viento.

Si la señal es alguno de estos parámetros, ejecuta instrucciones de colocar la dirección adecuada al bus de direcciones del convertidor, para saber así qué circuito se desea monitoriar y luego regresa a seguir ejecutando. De lo contrario, si la señal no es la clave de alguno de los parámetros luego de revisar por todos, salta a NOSEÑAL que coloca en el acumulador FFH, al salir de la rutina NOSEÑAL compara si en acumulador hay FFH, efectivamente si no fue ninguno de los comandos va a tener este valor entonces salta a la rutina LEER, es decir vuelve a revisar qué comando se envía de la computadora personal.

Se quedará leyendo el comando de la PC hasta que sea uno de los parámetros a medir.

Al revisar que es uno de los comandos claves, entonces sigue con el programa; primero dará la señal de control al ALE, es decir para que el convertidor coloque la dirección y dejará esta señal por un tiempo, por esto dentro del programa existe un retardo de 0.3 segundos, baja el ALE y sube el START ordenando así que empiece la conversión, luego de esta instrucción existe otro retardo de 0.3 seg. que es cuando queda válida la señal de START.

Luego pone en reset otra vez el Ale y el Start y da un tiempo más para que ocurra la conversión, luego de este retardo se lee el resultado de la conversión y se saca por el puerto de interfase con la PC a manera que ésta pueda leer el dato, y por parte de la unidad deja aproximadamente 2 seg. para que la computadora pueda leer. Luego revisará si hay algún comando clave enviado por la computadora personal.

B.- Programa en turbo Pascal 5.10

1.- Introducción.

El objetivo general de este programa realizado en turbo pascal 5.10, es de controlar todo el proyecto y presentar los resultados.

Se utiliza turbo pascal, ya que posee la ventaja de tener instrucciones que se comunican directamente por el puerto paralelo. Esta instrucción es PORT.

El programa posee 11 procedimientos que se ejecutan según la opción dentro del programa principal. Existen 6 procedimientos, uno para cada parámetro atmosférico, se discutirá solamente uno de ellos ya que son iguales, solo cambian las señales de control enviadas.

Los procedimientos temperatura, presión, humedad, radiación, velocidad y dirección llevan la misma estructura, primero se coloca en el puerto 03BE el hexadecimal FF, el cual hará que el pin de strobe del DB-25 de la PC se coloque en cero, lo que indica que el bus del 74245 en la unidad básica de Z-80 estará de entrada, luego se envía el comando, cada parámetro posee su comando por ejemplo temperatura posee el AA, presión AB etc...

Luego que se envió el comando se espera que la unidad de Z-80 termine su trabajo y luego cambia de nuevo el bus de datos de interfase de dirección y lee el dato por el puerto 03BC, lo multiplica por la constante que corresponde y presenta el resultado en las unidades acostumbradas.

Cada uno de estos procedimientos realiza la misma operación sólo que para diferente parámetro. A continuación se da la lista de comandos:

Temperatura -- AA
Presión ----- AB
Humedad ----- AC
Radiación ---- AD
Velocidad ---- AE
Dirección ---- AF

El procedimiento MENU realiza la operación de imponer marcos a la pantalla y de dar las diferentes opciones que el proyecto posee, este menú se refiere a los parámetros de medición.

El procedimiento PARAMETRO es utilizado para monitoriar un solo parámetro atmosférico una sola vez, para esto utiliza un CASE OF que escoge la opción que corresponde. En este procedimiento se encuentra un retardo que sirve para observar el valor en la pantalla.

El siguiente procedimiento es TIEMPO, en este procedimiento se encuentra la opción de monitorear un parámetro por tiempo indefinido hasta que se presione cualquier tecla. Lleva la misma estructura de el procedimiento parámetro, sólo que lleva un REPEAT UNTIL KEYPRESSED, que es una función de turbo pascal que realiza la función de hacer un bucle cerrado en el programa hasta cuando se presiona una tecla. De manera que al presionar esta opción se monitorea un parámetro por tiempo indefinido hasta que se presione cualquier tecla.

En el procedimiento TODOS, está referido a monitorear todos los parámetros una sola vez y presentar sus resultados, para ello utiliza en secuencia serial los procedimientos que se mencionaron al inicio temperatura, presión, etc...

En lo que respecta al procedimiento AUTOMATICO, es una opción que se da al usuario de poder monitorear los 6 parámetros atmosféricos por tiempo indefinido. Hasta que se presione cualquier tecla indicando la salida, hace uso del procedimiento todos y utiliza la función de turbo pascal KEYPRESSED.

En lo que respecta al programa principal, primero presenta la carátula del proyecto, para luego presentar el menu principal en donde se muestran los diferentes opciones de monitoreo mencionadas anteriormente.

En resumen diremos que el programa posee 2 menus, uno de opciones de monitoreo y el otro de parámetros atmosféricos. A continuación se presenta el diagrama de flujo que explica la forma de trabajo del programa.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OPCION PARAMETRO

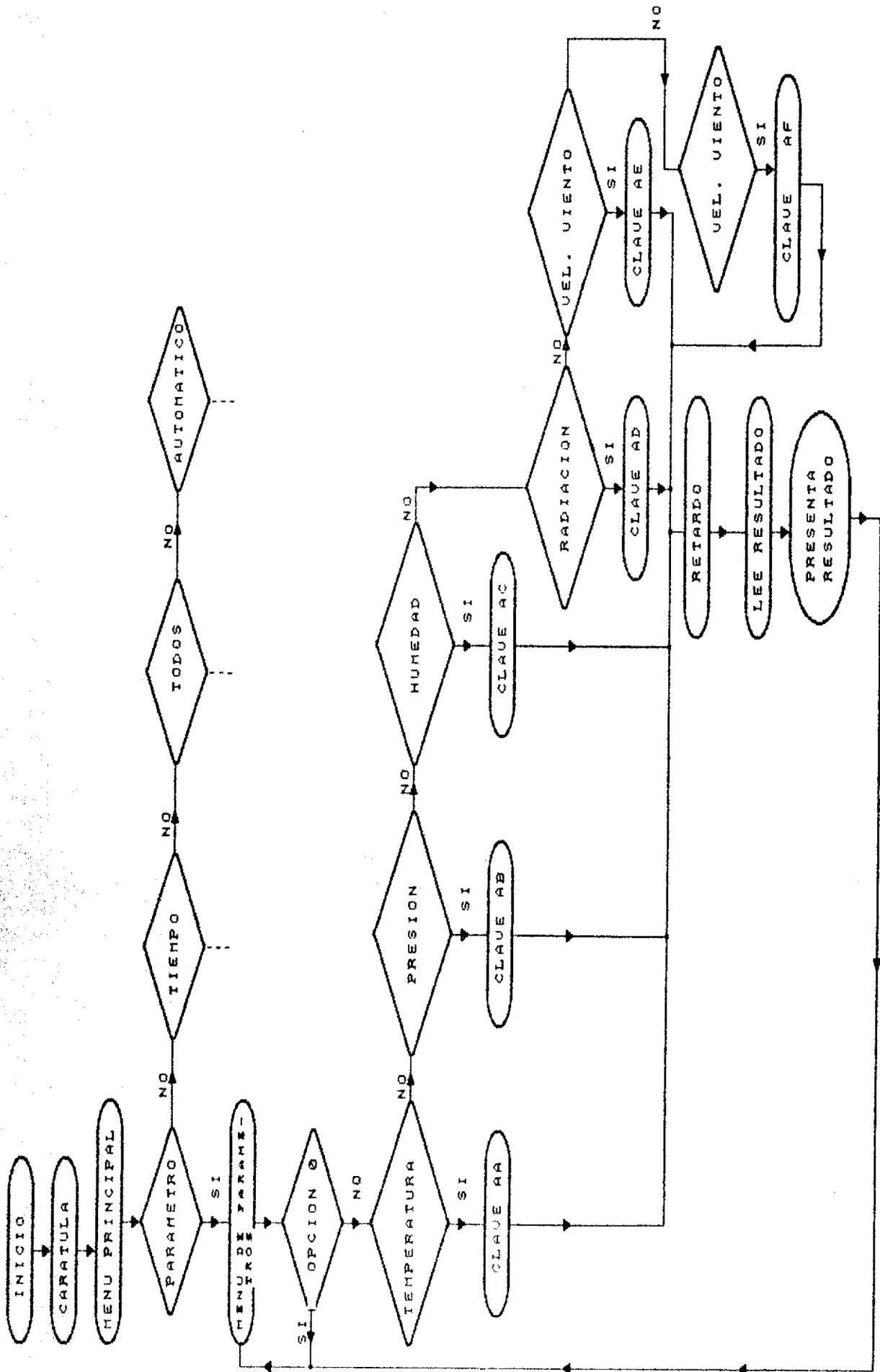
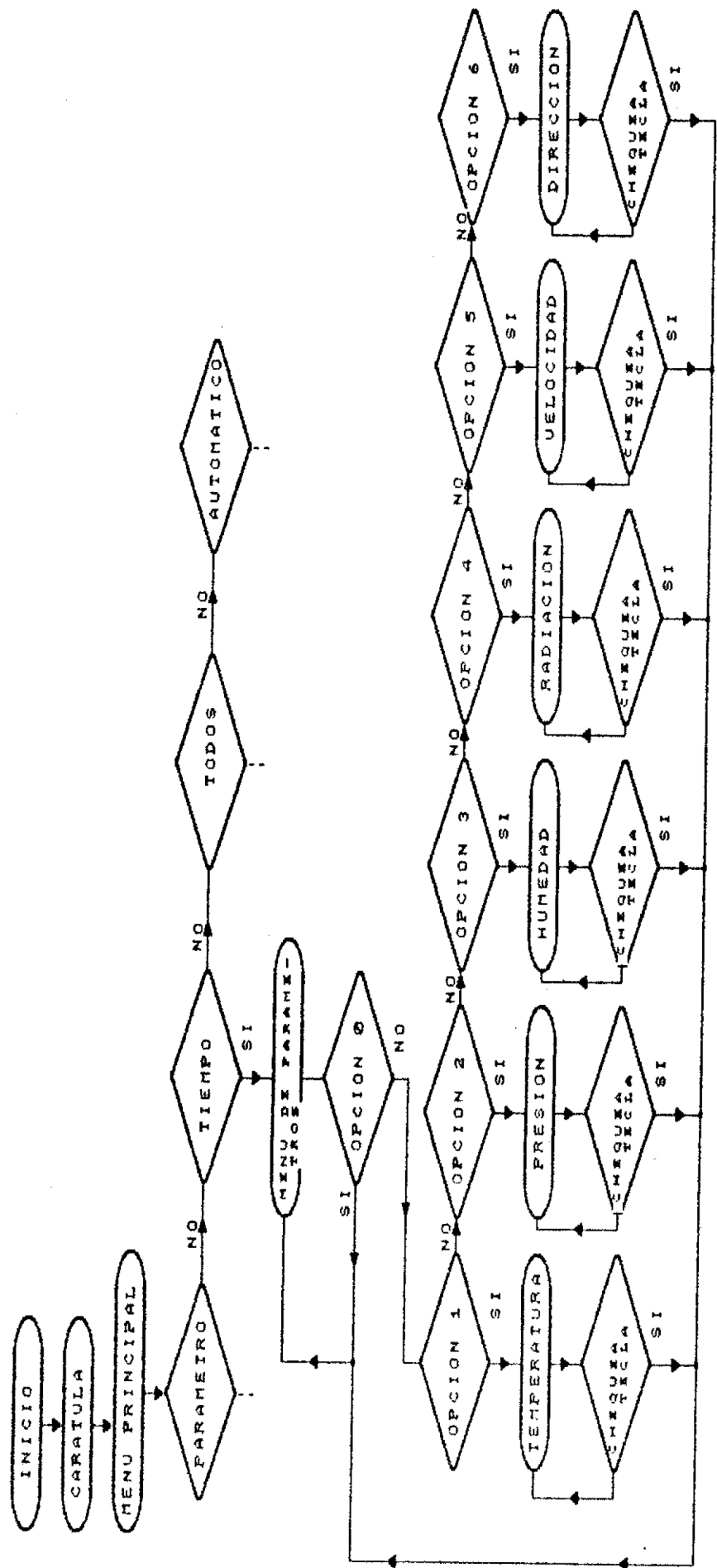
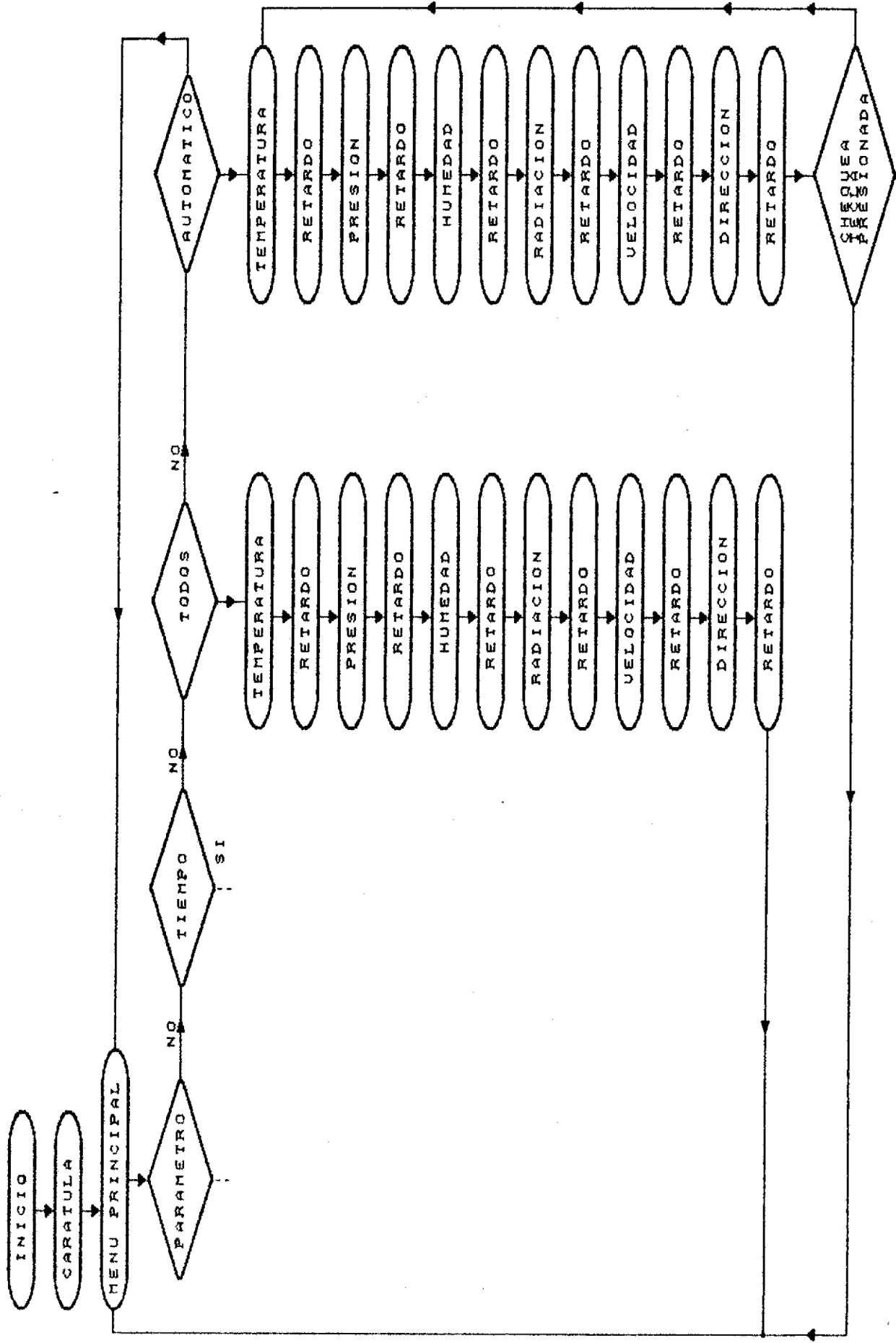


DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OPCION TIEMPO





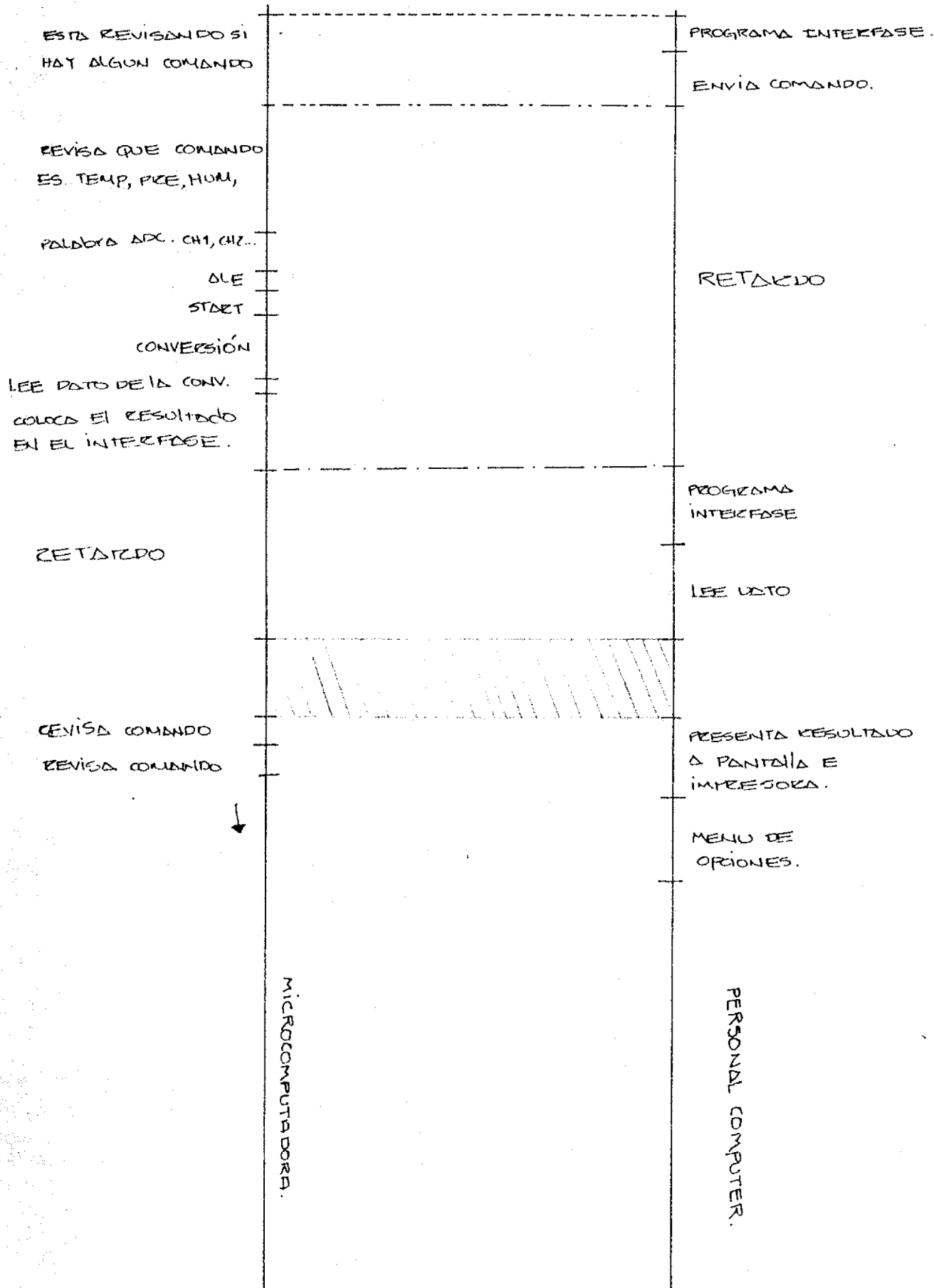


DIAGRAMA DE TIEMPOS

```

PROGRAM ATMOSPHERIC (INPUT,OUTPUT);
USES CRT,DOS,PRINTER,GRAPH,UTIL,UTILCRT;
LABEL 10,20;
VAR
  A,B,C:INTEGER;
  X:CHAR;
PROCEDURE TEMPERATURA;
VAR
  T:INTEGER;
  TEMP:REAL;
BEGIN
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$AA;
  DELAY (1700);
  CLRSCR;
  PORT ;$037A;:=$00;
  PORT ;$0378;:=$FF;
  T:=PORT ;$0378;
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$00;
  TEMP:=T*0.8;
  GOTOXY(10,12);
  WRITELN ('-EL VALOR DE LA TEMPERATURA ES:',TEMP:6:2);
  WRITELN (LST,'TEMP:',TEMP:6:2);
  WRITELN;
  END;

PROCEDURE PRESION;
VAR
  P:INTEGER;
  PRESION:REAL;
BEGIN
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$A9;
  DELAY (1700);
  CLRSCR;
  PORT ;$037A;:=$00;
  PORT ;$0378;:=$FF;
  P:=PORT ;$0378;
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$00;
  PRESION:=P*0.1976190476;
  GOTOXY(10,12);
  WRITELN ('-EL VALOR DE LA PRESION EN *PSI* ES:',PRESION:6:2);
  WRITELN (LST,'PRESION:',PRESION:6:2);
  WRITELN;
  END;

PROCEDURE HUMEDAD;
VAR
  H:INTEGER;
  HUMEDAD:REAL;
BEGIN
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$AC;

```

```

DELAY(1700);
CLRSCR;
PORT ;$037A;:=$00;
PORT ;$0378;:=$FF;
H:=PORT ;$0378;
PORT ;$037A;:=$FF;
PORT ;$0378;:=$00;
HUMEDAD:=80-(H*0.3937007874);
GOTOXY(10,12);
WRITELN ('-EL % DE HUMEDAD RELATIVA ES:',HUMEDAD:6:2);
WRITELN (LST,'HUME:',HUMEDAD:6:2);
WRITELN;
END;

PROCEDURE RADIACION;
VAR
  R:INTEGER;
  RADIACION:REAL;
BEGIN
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$AD;
  DELAY(1700);
  CLRSCR;
  PORT ;$037A;:=$00;
  PORT ;$0378;:=$FF;
  R:=PORT ;$0378;
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$00;
  RADIACION:=R*169.5652174;
  GOTOXY(10,12);
  WRITELN ('-LA RADIACION SOLAR EN Watts/mt2 ES:',RADIACION:6:2);
  WRITELN (LST,'RADIO:',RADIACION:6:2);
  WRITELN;
END;

PROCEDURE VELOCIDAD;
VAR
  V:INTEGER;
  VELOCIDAD:REAL;
BEGIN
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$AE;
  DELAY(1700);
  CLRSCR;
  PORT ;$037A;:=$00;
  PORT ;$0378;:=$FF;
  V:=PORT ;$0378;
  PORT ;$037A;:=$FF;
  PORT ;$0378;:=$00;
  VELOCIDAD:=(V*0.03804347826)-3.4;
  GOTOXY(10,12);
  WRITELN ('-LA VELOCIDAD DEL VIENTO EN Km/h ES:',VELOCIDAD:6:2);
  WRITELN (LST,'VELOC:',VELOCIDAD:6:2);
  WRITELN;
END;

```

```
PROCEDURE DIRECCION;
```

```
VAR
```

```
  D: INTEGER;
```

```
  DIRECCION: REAL;
```

```
BEGIN
```

```
  PORT ;#037A:= $FF;
```

```
  PORT ;#037B:= $AF;
```

```
  DELAY (1700);
```

```
  CLRSCR;
```

```
  PORT ;#037A:= $00;
```

```
  PORT ;#037B:= $FF;
```

```
  D:= PDRT ;#037B;
```

```
  PORT ;#037A:= $FF;
```

```
  PORT ;#037B:= $00;
```

```
  DIRECCION:= D*0.576923076;
```

```
  GOTOXY(10,12);
```

```
  WRITELN ('-LA DIRECCION DEL VIENTO EN GRADOS ES:',DIRECCION:6:2);
```

```
  WRITELN (LST,'DIREC:',DIRECCION:6:2);
```

```
  WRITELN;
```

```
END;
```

```
PROCEDURE MENU;
```

```
BEGIN
```

```
  CLRSCR;
```

```
  BOX(1,1,79,25);
```

```
  BOXSEPARATE(1,3,79);
```

```
  BOXSEPARATE(1,23,79);
```

```
  WRITWITHBACK(26,2,' MENU DE PARAMETROS ');
```

```
  WRITWITHBACK(3,2,' ATMOSFERIC ');
```

```
  WRITWITHBACK(20,24,' *PRESTONE EL NUMERO DE LA OPCION Y ENTER* ');
```

```
  GOTOXY(20,6);
```

```
  WRITELN ('-DEVUELVE AL MENU PRINCIPAL -- (0)');
```

```
  GOTOXY(20,8);
```

```
  WRITELN ('-TEMPERATURA AMBIENTE ----- (1)');
```

```
  GOTOXY(20,10);
```

```
  WRITELN ('-PRESION ATMOSFERICA ----- (2)');
```

```
  GOTOXY(20,12);
```

```
  WRITELN ('-HUMEDAD RELATIVA ----- (3)');
```

```
  GOTOXY(20,14);
```

```
  WRITELN ('-RADIACION SOLAR ----- (4)');
```

```
  GOTOXY(20,16);
```

```
  WRITELN ('-VELOCIDAD DEL VIENTO ----- (5)');
```

```
  GOTOXY(20,18);
```

```
  WRITELN ('-DIRECCION DEL VIENTO ----- (6)');
```

```
  WRITWITHBACK(8,21,' OPCION:');
```

```
END;
```

```
PROCEDURE PARAMETRO;
```

```
LABEL 30,40;
```

```
VAR
```

```
  B: INTEGER;
```

```
BEGIN
```

```
  B0: MENU;
```

```

READLN (B);
IF B=0 THEN GOTO 40;
WRITELN (LST, 'OPCION PARAMETRO');
WRITELN (LST, ' ');
CASE B OF
  1:TEMPERATURA;
  2:PRESION;
  3:HUMEDAD;
  4:RADIACION;
  5:VELOCIDAD;
  6:DIRECCION;
END;
DELAY(1700);
GOTO 30;
40:END;

PROCEDURE TIEMPO;
LABEL 70,60;
VAR
  C: INTEGER;
BEGIN
  70:MENU;
  READLN (C);
  IF C=0 THEN GOTO 60;
  WRITELN (LST, 'OPCION TIEMPO');
  WRITELN (LST, ' ');
  CASE C OF
    1: REPEAT
      GOTOXY(3,2);
      HIGHVIDEO;
      WRITELN ('*-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-*');
      NORMVIDEO;
      TEMPERATURA;
      DELAY (1500);
      UNTIL KEYPRESSED;
    2: REPEAT
      GOTOXY(3,2);
      HIGHVIDEO;
      WRITELN ('*-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-*');
      NORMVIDEO;
      PRESION;
      DELAY(1500);
      UNTIL KEYPRESSED;
    3: REPEAT
      GOTOXY(3,2);
      HIGHVIDEO;
      WRITELN ('*-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-*');
      NORMVIDEO;
      HUMEDAD;
      DELAY(1500);
      UNTIL KEYPRESSED;
    4: REPEAT
      GOTOXY(3,2);
      HIGHVIDEO;
      WRITELN ('*-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-*');

```

```

    NORMVIDEO;
    RADIACION;
    DELAY (1500);
    UNTIL KEYPRESSED;
5: REPEAT
    GOTOXY(3,2);
    HIGHVIDEO;
    WRITELN ('↑-PRESIONE ENTER PARA REFRESAR AL MENU-↑');
    NORMVIDEO;
    VELOCIDAD;
    DELAY(1500);
    UNTIL KEYPRESSED;
6: REPEAT;
    GOTOXY(3,2);
    HIGHVIDEO;
    WRITELN ('↑-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-↑');
    NORMVIDEO;
    DIRECCION;
    DELAY(1500);
    UNTIL KEYPRESSED;
    END;
GOTO 70;
60: END;

```

```

PROCEDURE TODOS;
BEGIN
    GOTOXY(3,2);
    HIGHVIDEO;
    WRITELN ('↑-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-↑');
    NORMVIDEO;
    WRITELN (LST, 'TODOS LOS PARAMETROS');
    WRITELN (LST, ' ');
    TEMPERATURA;
    DELAY(1500);
    PRESION;
    DELAY(1500);
    GOTOXY(3,2);
    HIGHVIDEO;
    WRITELN ('↑-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-↑');
    NORMVIDEO;
    HUMEDAD;
    DELAY(1500);
    RADIACION;
    DELAY(1500);
    GOTOXY(3,2);
    HIGHVIDEO;
    WRITELN ('↑-PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-↑');
    NORMVIDEO;
    VELOCIDAD;
    DELAY(1500);
    DIRECCION;
    DELAY(1500);
END;

```

```

PROCEDURE AUTOMATICO;

```

```

BEGIN
  REPEAT
    BEGIN
      GOTOXY(3,2);
      HIGHVIDEO;
      WRITELN ('*PRESIONE ENTER PARA REGRESAR AL MENU-*');
      NORMVIDEO;
      TODOS;
    END;
  UNTIL KEYPRESSED;
END;

BEGIN "PROGRAMA PRINCIPAL"
  CLRSCR;
  NOCURSOR;
  BOX(1,1,79,25);
  BOX(2,1,78,25);
  BOX(14,8,65,20);
  WRITWITHBACK(25,3,'-DEPARTAMENTO DE ING. ELECTRONICA-');
  GOTOXY(33,10);WRITE('PROGRAMA ATMOSFERIC');
  GOTOXY(37,12);WRITE('VERSION 1.0');
  WRITWITHBACK(23,14,' MEDICION DE PARAMETROS ATMOSFERICOS Y ');
  WRITWITHBACK(23,15,' SU CONVERSION A INFORMACION DIGITAL ');
  WRITWITHBACK(23,16,' PARA SU PROCESAMIENTO ');
  GOTDXY(35,18);WRITE('Jose Luis Alvarado ');
  GOTOXY(35,19);WRITE('Universidad del Valle 1991');
  GOTOXY(35,24);WRITE('* Revise si la impresora esta lista *');
  READ (X);
  WRITELN (LST,'TEMPERATURA (C)');
  WRITELN (LST,'PRESION ATMOSFERICA (psi)');
  WRITELN (LST,'HUMEDAD RELATIVA (%)');
  WRITELN (LST,'RADIACION SOLAR (Watts/m2)');
  WRITELN (LST,'VELOCIDAD DEL VIENTO (km/h)');
  WRITELN (LST,'DIRECCION DEL VIENTO (grados) Norte=0.0 & Este=45.0');
  20:CLRSCR;
  BOX(1,1,79,25);
  BOXSEPARATE(1,3,79);
  BOXSEPARATE(1,23,79);
  WRITWITHBACK(3,2,' ATMOSFERIC ');
  WRITWITHBACK(22,2,' MENU PRINCIPAL ');
  WRITWITHBACK(20,5,' PRESIONE EL NUMERO DE LA OPCION Y ENTER ');
  WRITWITHBACK(23,24,'*MEDICION DE PARAMETROS ATMOSFERICOS*');
  GOTOXY(8,8);
  WRITELN ('* -SALIR DEL PROGRAMA ----- (0)');
  GOTOXY(8,10);
  WRITELN ('* -DESEA MEDIR UNA VEZ ALGUN PARAMETRO ----- (1)');
  GOTOXY(8,12);
  WRITELN ('* -DESEA MEDIR UN SOLO PARAMETRO POR TIEMPO INDEFINIDO ----- (2)');
  GOTOXY(8,14);
  WRITELN ('* -DESEA MEDIR TODOS LOS PARAMETROS UNA SOLA VEZ ----- (3)');
  GOTOXY(8,16);
  WRITELN ('* -AUTOMATICO: TODOS LOS PARAMETROS POR TIEMPO INDEFINIDO ---- (4)');
  WRITWITHBACK(10,20,'OPCION:');
  WRITELN (LST,'*PARAMETROS ATMOSFERICOS-*');
  WRITELN (LST,' ');

```

```
READLN (A);  
IF A=0 THEN GOTO 10;  
CASE A OF  
  1: PARAMETRO;  
  2: TIEMPO;  
  3: TODOS;  
  4: AUTOMATICO;  
END;  
GOTO 20;  
10:END.
```

4.- Impresión de datos.

Dentro del programa principal se encuentran bajo la instrucción LST lo que se requiere imprimir. Para correr el programa ATMOSFER.EXE se necesita encender la impresora de lo contrario devolverá al cursor A>, Luego de aparecer la primera carátula del programa, este revisará si la impresora esta encendida, y enviara *parametros atmosfericos*, indicando por medio de la impresora al usuario que esta listo para medir.

La computadora personal XT, cuenta con dos puertos paralelos uno de ellos trabaja controlando la impresora y el otro es de comunicación/control del proyecto, nombrados LPT1 y LPT2 respectivamente.

VII.- Resultados.

A.- Introducción.

Como sabemos a excepción de la temperatura, velocidad y dirección del viento, todos los demás parámetros atmosféricos cambian lentamente con el tiempo. La presión atmosférica varía lentamente a lo largo de un día, su variación es de 0.5 Psi cuando el cambio es apreciable, la humedad relativa también posee un cambio lento durante el día, pero más rápido que el de la presión atmosférica. En cuanto a la radiación solar esta dependerá de si el día esta despejado o no, y su variación es máxima al medio día.

Los parámetros que notablemente cambian su valor son por ejemplo la temperatura, este valor cambia en el transcurso del día, y además depende de otros factores, como lo son la velocidad del viento, y si el equipo esta expuesto al sol o sombra.

En cuanto la velocidad y dirección del viento, son dos parámetros que constantemente estan cambiando su valor.

B.- Determinación del valor de los parámetros.

Hay que mencionar que este equipo depende de la calibración inicial analógica, por cuanto el equipo posee un error en su lectura, ya que por muy confiables que sean las mediciones, siempre habrá un error en la calibración del equipo.

Como resultados se presentan las diferentes opciones del menu, es decir medir un solo parámetro una sola vez, un solo parámetro por tiempo indefinido, todos los parámetros una sola vez y todos los parámetros por tiempo indefinido.

Es de notar que el equipo que mide los parámetros atmosféricos y presenta sus resultados al usuario de cuatro maneras diferentes según el menú, el usuario dispondrá que opción del menú utilizar y que estudio realizar con los datos, el cual se adecue a sus necesidades.

En el apéndice I se presentan las diferentes opciones del menú con las mediciones realizadas, y por aparte se tomaron datos de los 6 parámetros durante una hora los cuales se grafican a manera de ejemplo de como se pueden utilizar los datos tomados y así ver mas concretamente el uso que se le puede dar al equipo.

Se presentan 6 gráficas una para cada parámetro con respecto a una hora de medición.

Por su parte ya que mencionamos que el equipo posee un error intrínseco debido a que es calibrado respecto de las medidas tomadas de otros equipos, además sabemos que posee un error adicional que consiste en la lectura humana de las medidas que sirvieran para calibrar.

Además de este error corremos el riesgo de que el convertidor analógico/digital de un dato no correcto de su conversión, ya que posee error de cuantificación y error por ruido, el primero referido a la cantidad de subdivisiones o precisión del convertidor y el otro error referido a las condiciones de trabajo del convertidor (ambiente).

A continuación se presentan resultados de las diferentes opciones con que cuenta en programa y en el Apéndice I se presentan gráficas de los distintos parámetros VRS Tiempo.

Opción: Medir algun parámetro una sola vez.

Para demostrar el funcionamiento el equipo envia una señal que se imprime llamada Parámetro, la cual indica que solo se esta midiendo una vez cualquier parámetro atmosférico.

A continuación se presentan la medición instantánea de un día cualquiera de los seis parámetros, una vez cada uno.

OPCION PARAMETRO

TEMP: 22.40

OPCION PARAMETRO

PRESION: 12.45

OPCION PARAMETRO

HUME: 66.61

OPCION PARAMETRO

RADIA:678.26

OPCION PARAMETRO

VELOC: 0.06

OPCION PARAMETRO

DIREC: 22.50

-PARAMETROS ATMOSFERICOS-

Opción: Medición de un parámetro por tiempo indefinido.

Para mostrar como trabaja esta opción se penso en monitoriar la temperatura, ejemplificando asi lo que se puede realizar con los otros cinco parámetros, esta opción mide un solo parámetro a sollicititud del usuario y lo mide por tiempo indefinido a razón de 3.5 segundos, hasta que el usuario mismo presione cualquier tecla. Para denotar en los datos impresos que se realiza esta opción se manda un código denominado Tiempo.

OPCION TIEMPO

TEMP: 20.80
TEMP: 22.40
TEMP: 22.40
TEMP: 21.60
TEMP: 22.40
TEMP: 20.80
TEMP: 20.80
TEMP: 21.60
TEMP: 22.40
TEMP: 20.80
TEMP: 22.40
TEMP: 20.80
TEMP: 20.80
TEMP: 22.40
TEMP: 22.40
TEMP: 20.80
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 21.60
TEMP: 22.40
TEMP: 22.40

-PARAMETROS ATMOSFERICOS-

Opción: Medir todos los parámetros una sola vez.

Esta opción es una facilidad que se le presenta al usuario de poder determinar una sola vez, los seis parámetros atmosféricos. A partir del primer dato realizado se tarda un tiempo de 3.5 segundos en dar a conocer el siguiente parámetro, el tiempo total que tarda en presentar los seis parámetros atmosféricos es de 21 segundos. El usuario podrá hacer uso de esta opción cuando necesite una lectura inmediata de los seis parámetros, en caso por ejemplo de estar realizando un experimento en el cual se necesiten.

TODOS LOS PARAMETROS

TEMP: 20.80
PRESION: 12.45
HUME: 67.40
RADIA:508.70
VELOC: 0.10
DIREC: 128.08
-PARAMETROS ATMOSFERICOS-

Opción: Medir todos los parámetros por tiempo indefinido.

Esta opción es la más poderosa que posee el equipo y consiste en medir los seis parámetros por tiempo indefinido hasta que el usuario presione cualquier tecla. Se tardará un intervalo de 3.5 segundos para dar a conocer cada parámetro, es decir 21 segundos en presentar los seis. Se quedará entonces presetando todos los parámetros por tiempo indefinido a razón de 21 segundos. Para saber que se trabaja con esta opción se envía un código denominado Todos Los Parámetros. Un ejemplo de lo medido es el siguiente.

TODOS LOS PARAMETROS

TEMP: 20.80
PRESION: 12.65
HUME: 67.01
RADIA: 508.70
VELOC: 0.06
DIREC: 127.50

TODOS LOS PARAMETROS

TEMP: 21.60
PRESION: 12.45
HUME: 67.01
RADIA: 508.70
VELOC: 0.06
DIREC: 128.08

TODOS LOS PARAMETROS

TEMP: 23.20
PRESION: 12.45
HUME: 67.01
RADIA: 508.70
VELOC: 0.01
DIREC: 127.50

TODOS LOS PARAMETROS

TEMP: 21.60
PRESION: 12.65
HUME: 66.61
RADIA: 678.26
VELOC: 0.06

TODOS LOS PARAMETROS

-PARAMETROS ATMOSFERICOS-

VIII.- Conclusiones.

I. Los parámetros Temperatura, Presion y Humedad relativa, pueden medirse con transductores comunes en el mercado, con muy buena exactitud y presición.

II. Es posible por medio del puerto paralelo de la computadora personal, formar un interfase para leer y escribir datos en Hexadecimal.

III. Para tomar los 6 parámetros atmosféricos normalmente se lleva de 15 a 20 minutos, el equipo puede ser programado para obtener los mismos 6 parámetros cada 17.5 segundos, lo que demuestra la eficiencia del mismo.

IV. El equipo no presenta una confiabilidad del 100% debido a los errores de calibración y los errores del convertidor, pero facilita la toma de datos, puesto que se obtienen numericamente en pantalla y por impresora.

V. El equipo puede ser ampliado en cuanto a transductores de medida y programación, ya que fue diseñado para poder expanderlo cuando sea necesario.

VI. El equipo de medición cuenta con diferentes opciones de trabajo presentadas por medio de menus al usuario, lo que hace que el equipo sea eficiente en lo que respecta a gobernabilidad.

VII. En los resultados obtenidos en las puebas realizadas, se grafican los distintos parámetros atmosféricos VRS tiempo.

Podemos observar como cambian dichos parámetros en el transcurso del día, mes etc... y así hacer un estudio del aprovechamiento de estos recursos naturales.

VIII.El uso de la Computadora Personal en el equipo de medición incrementa la eficiencia del mismo, ya que además de tener los datos en pantalla, se lleva un registro en papel, a travez de la impresora.

IX. El equipo diseñado es útil en mediciones para las areas de metereología, física, química y otras ya que permite la rápida y fácil medición de parámetros atmosféricos en forma conjunta.

IX.- Bibliografía.

- Tompkins J. Interfacing sensor to IBM PC. New Yersey E.E.U.U.
1988 Pretince Hall. 447 pp.
- National. Linear data book. Electronic
1989 Microsystems. U.S.A.
- Coughlin F. Circuitos integrados lineales y amplificadores
operacionales. México. Pretince Hall 394 pp.
1989
- Millman J. Microelectronics. New York U.S.A. 2 edición.
1988 McGraw-Hill. 1001 pp.
- Caristi J. Modern Electronics. New York U.S.A.
1990 Revistas americanas S.A. 82 pp.
- Caristi J. Modren Electronics. New York U.S.A.
1990 Revistas americanas S.A. 90 pp.
- National. ECG. U.S.A. National Semiconductors.
1990 National Inc.
- Sellers W. Physical Climatology. The university of Chigago
1975 Press/Chigago. 267 pp.

- Longley R. Tratado ilustrado de metereología. Universidad
1977 de Alberta U.S.A. 325 pp.
- Redway J. Handbook of meteorology. John Willey & Sons, Inc.
1971 London, 294 pp.
- Cole F. Introduction to meteorology. John Willwy & Sons, Inc.
1970 U.S.A. 381pp.
- Critch F. General Climatology. 3 edition. Pretince-Hall Inc.
1974 New Yersey. U.S.A. 446 pp.

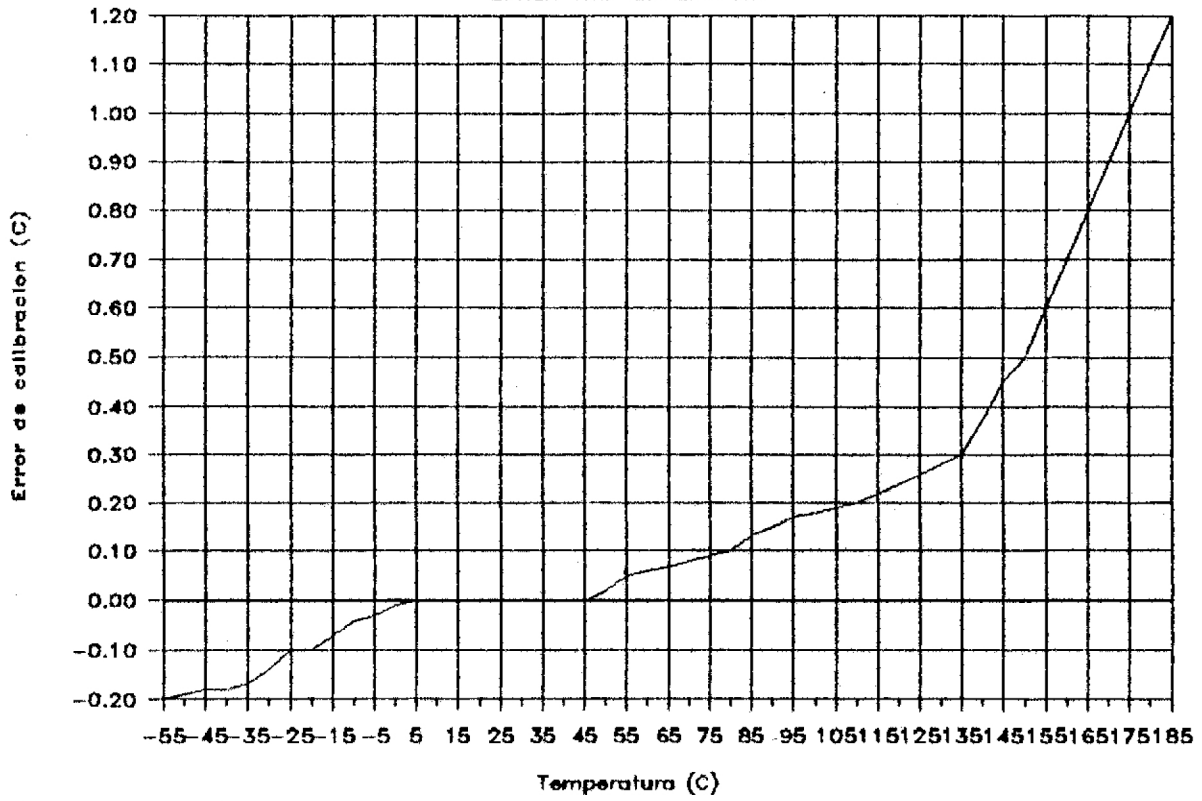
APENDICE A
TEMPERATURA

TABLA No.1

Temperatura vrs. voltaje en el transductor.

Temperatura	Voltaje (V)
-10 -----	2.63
0 -----	2.732
10 -----	2.83
20 -----	2.926
30 -----	3.03
40 -----	3.73
50 -----	3.231

GRAFICA # 1
ERROR VRS TEMPERATURA



GRAFICA # 2

Region de Interes Ampliada

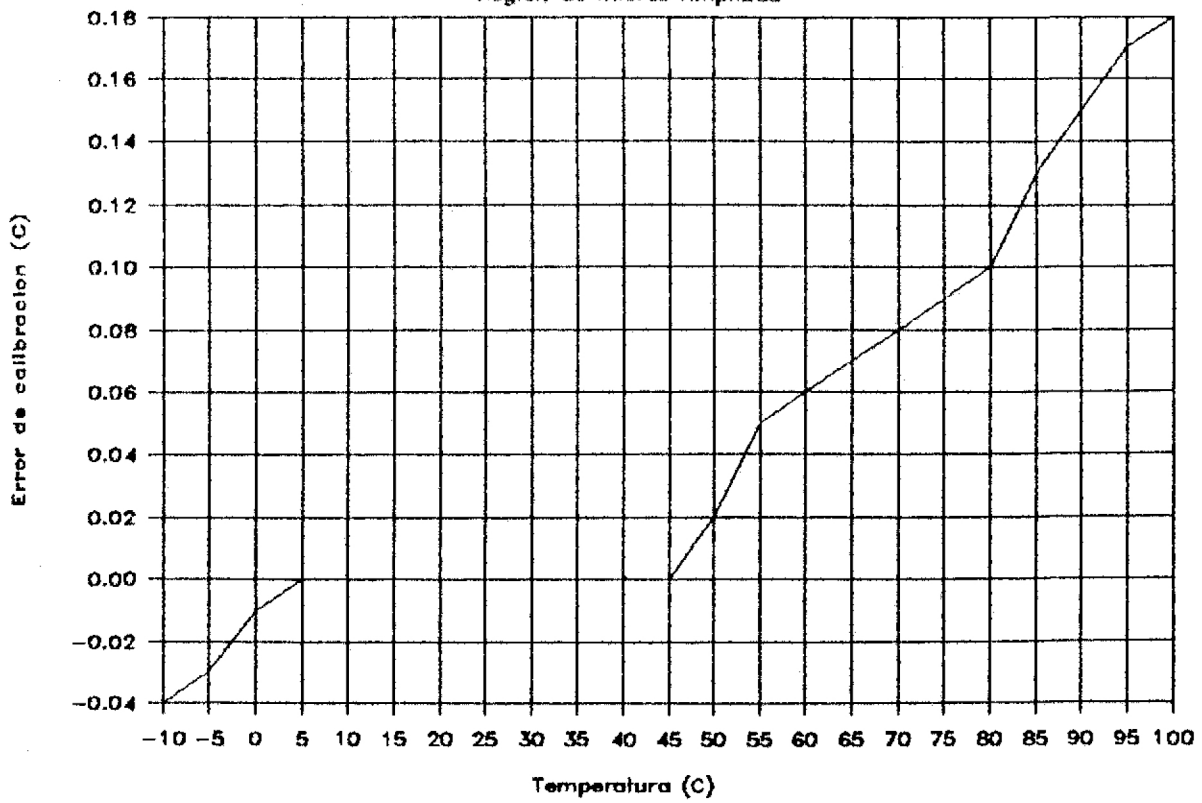
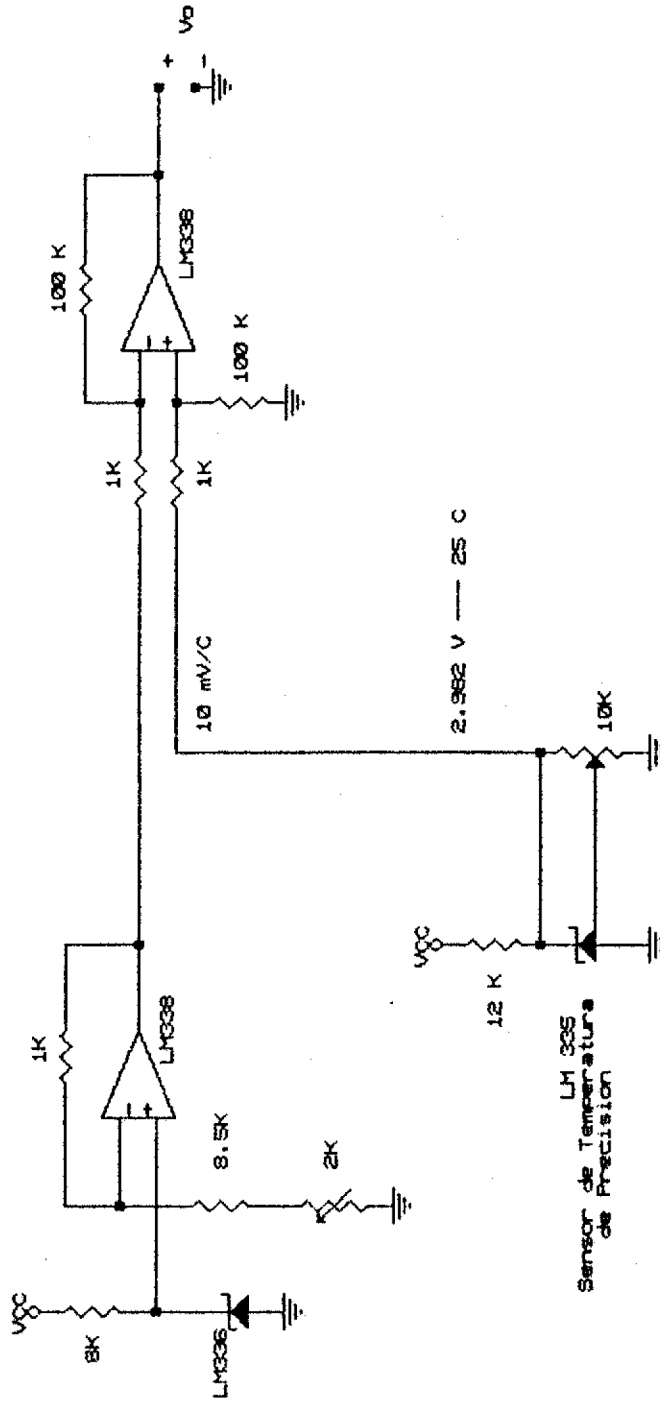


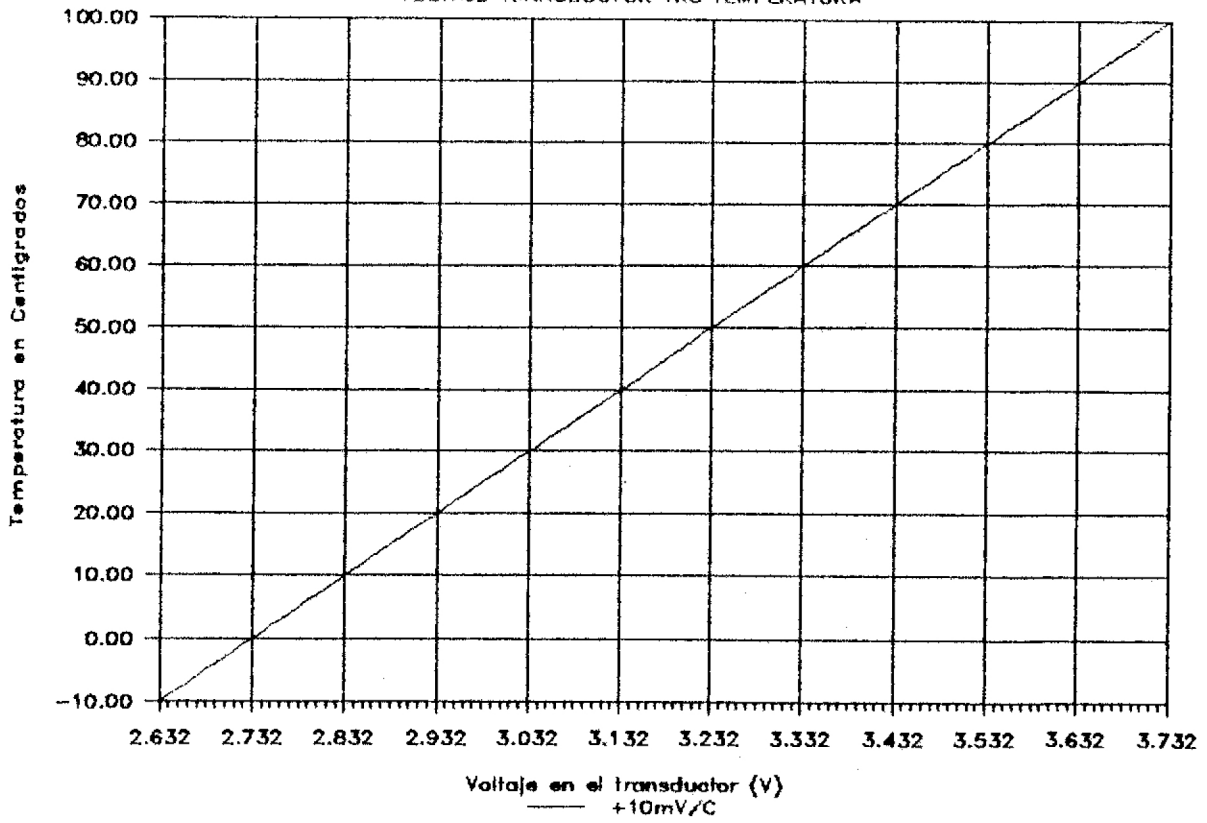
DIAGRAMA # 1

SENSOR DE TEMPERATURA
CIRCUITO INTERFASE

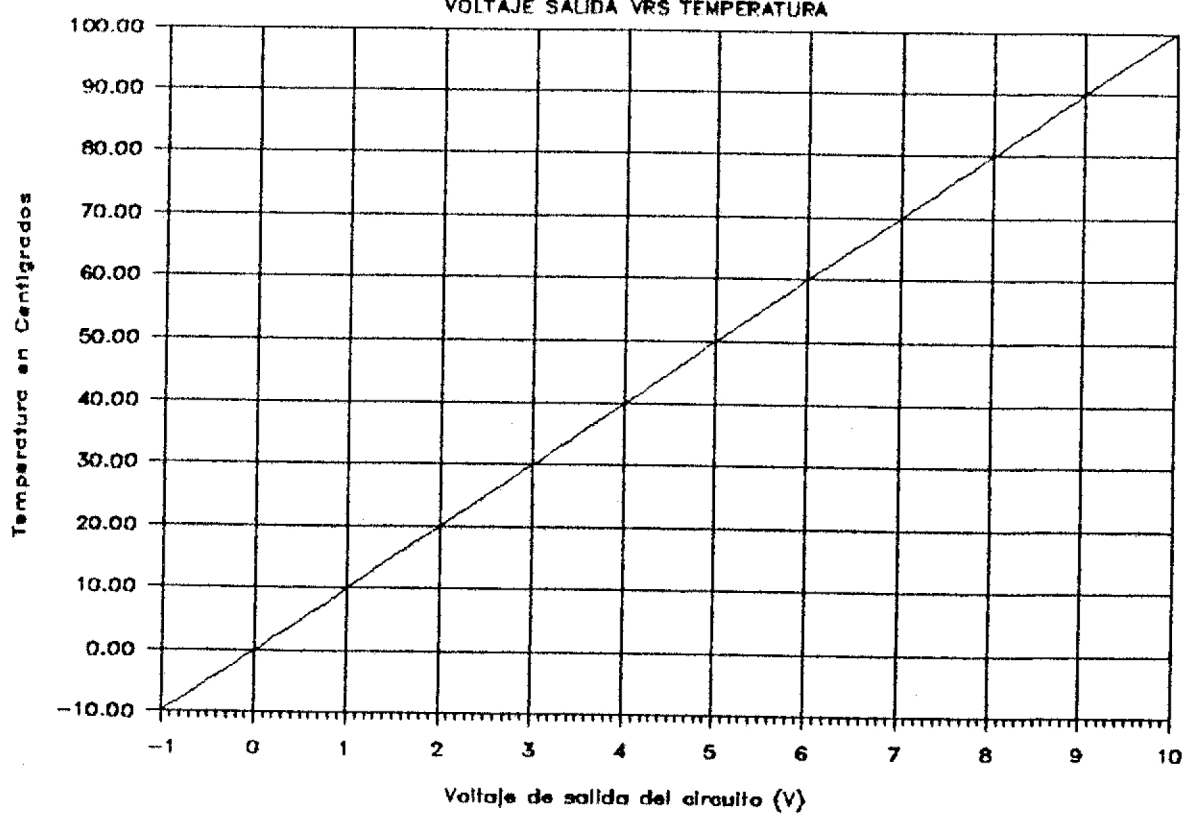


PROYECTO DE GRADUACION	
Size Document Number	Sensor de
A	Temperatura y Circuito Interfase
Date:	January 4, 1991 Sheet 1 of 1

GRAFICA # 3
VOLTAJE TRANSDUCTOR VRS TEMPERATURA

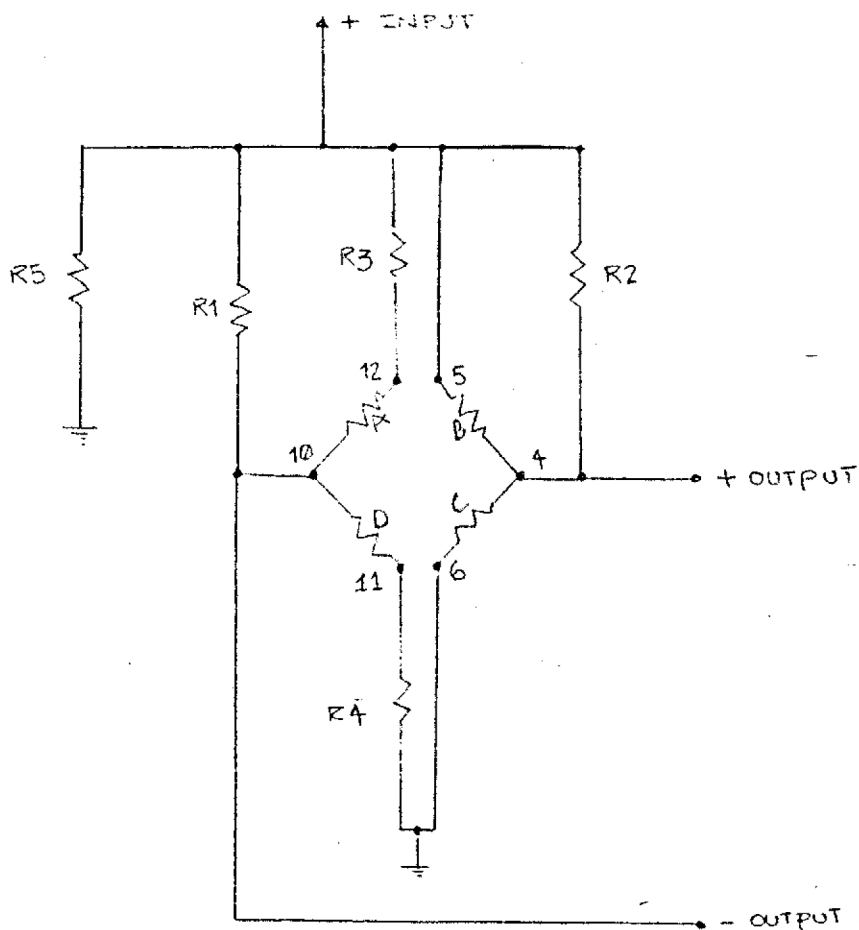


GRAFICA # 4
VOLTAJE SALIDA VRS TEMPERATURA



APENDICE B
PRESION ATMOSFERICA

NPH-8-100A



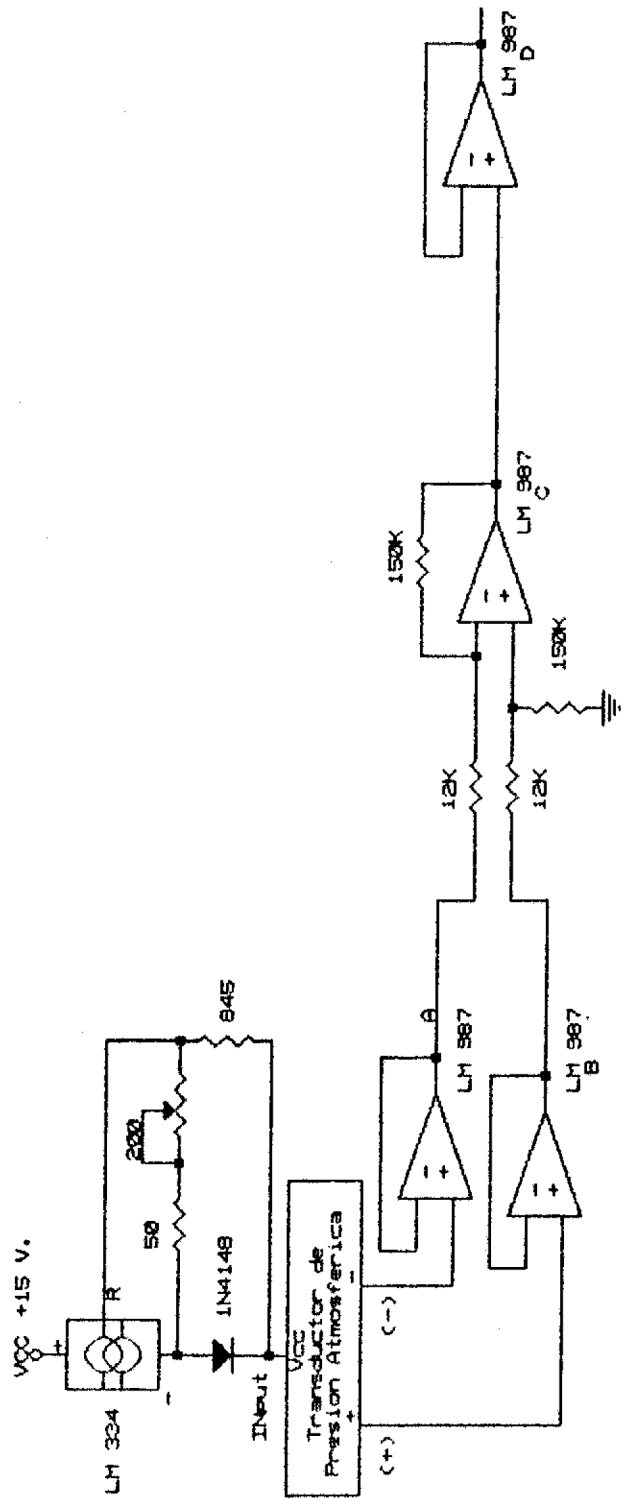
NovaSensor

MODEL NPH 8 100A
 SERIAL Z180Z-454
 I.S. OUTPUT 117.74mV
 NONLIN. (BASE) 0.03%
 06-29-10. DOT
 COMPENSATION RESISTORS

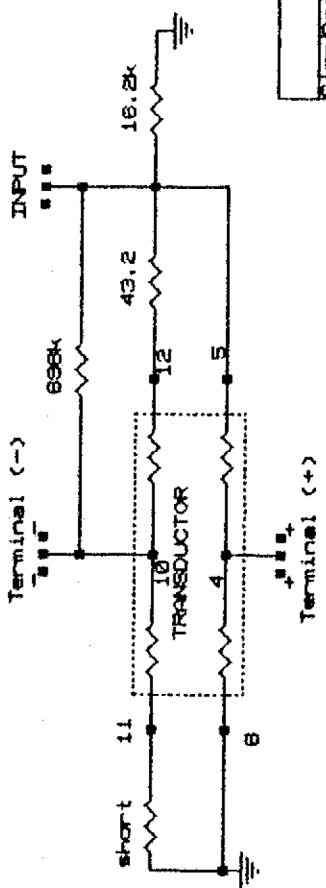
R1	698.0	Kohms
R2	OMIT	Kohms
R3	43.2	ohms
R4	SHORT	ohms
R5	16.2	Kohms

Gas Accuracy

DIAGRAMA #2
 TRANSDUCTOR DE PRESION
 Circuito Interface



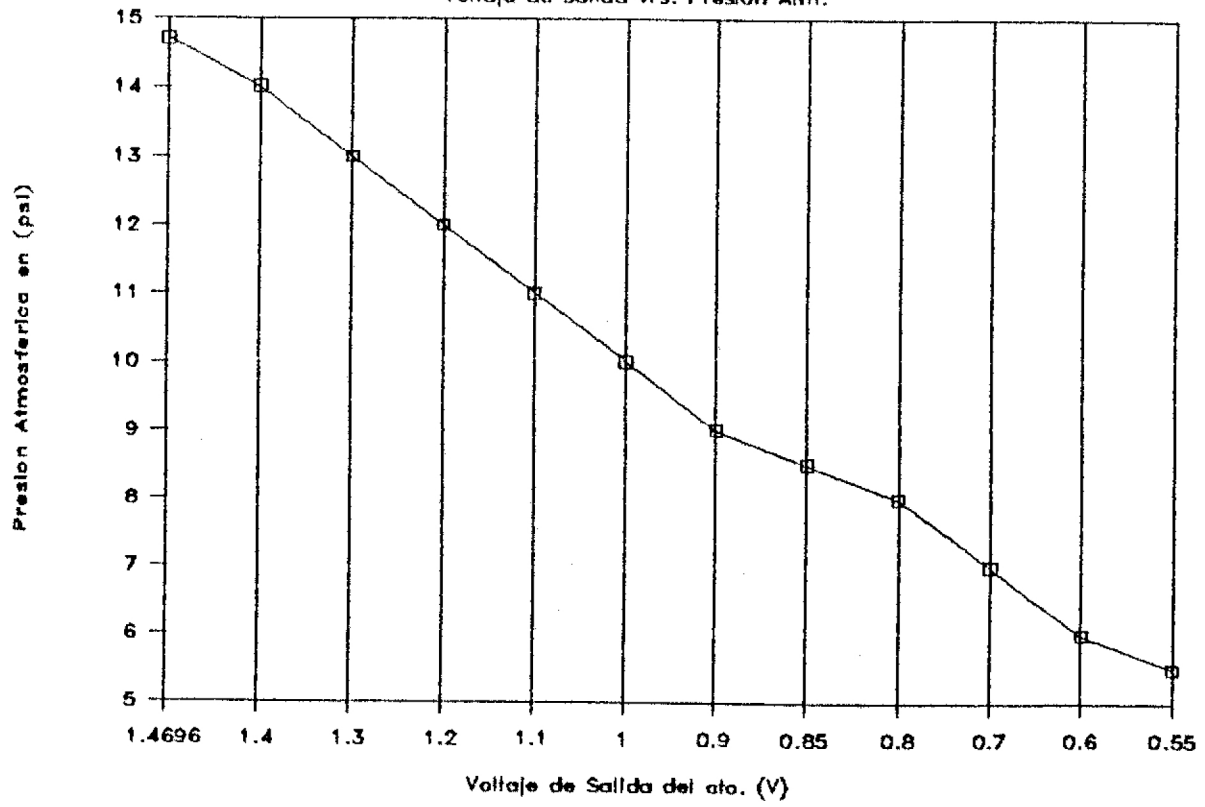
TRANSDUCTOR DE PRESION ATMOSFERICA
 parte de Arriba



PROYECTO DE GRADUACION	
Slack Document Number	Transductor de
A	Presion Atmosferica y Cto. Interface JL
Date:	January 10, 1981 Sheet 1 of 1

GRAFICA # 1

Voltaje de salida vrs. Presion Alm.



GRAFICA # 2

Presion Atm. vs. Voltaje Trasdutor

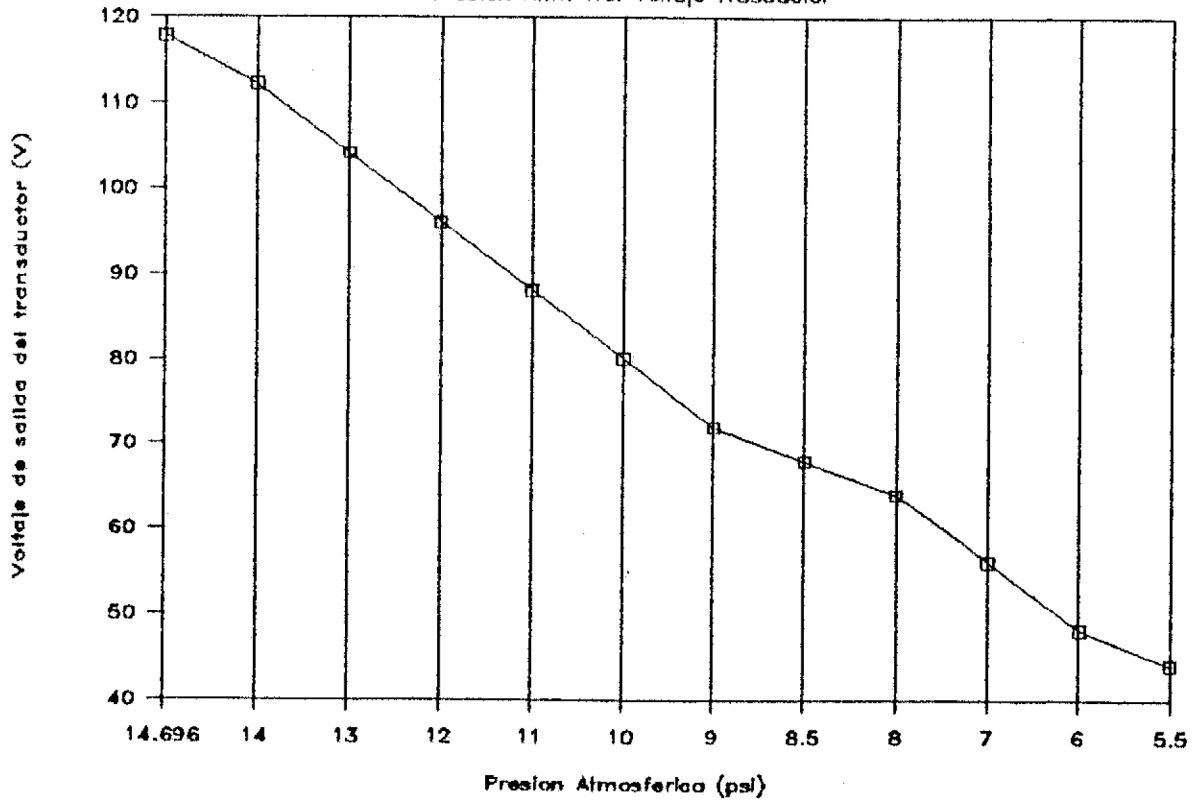


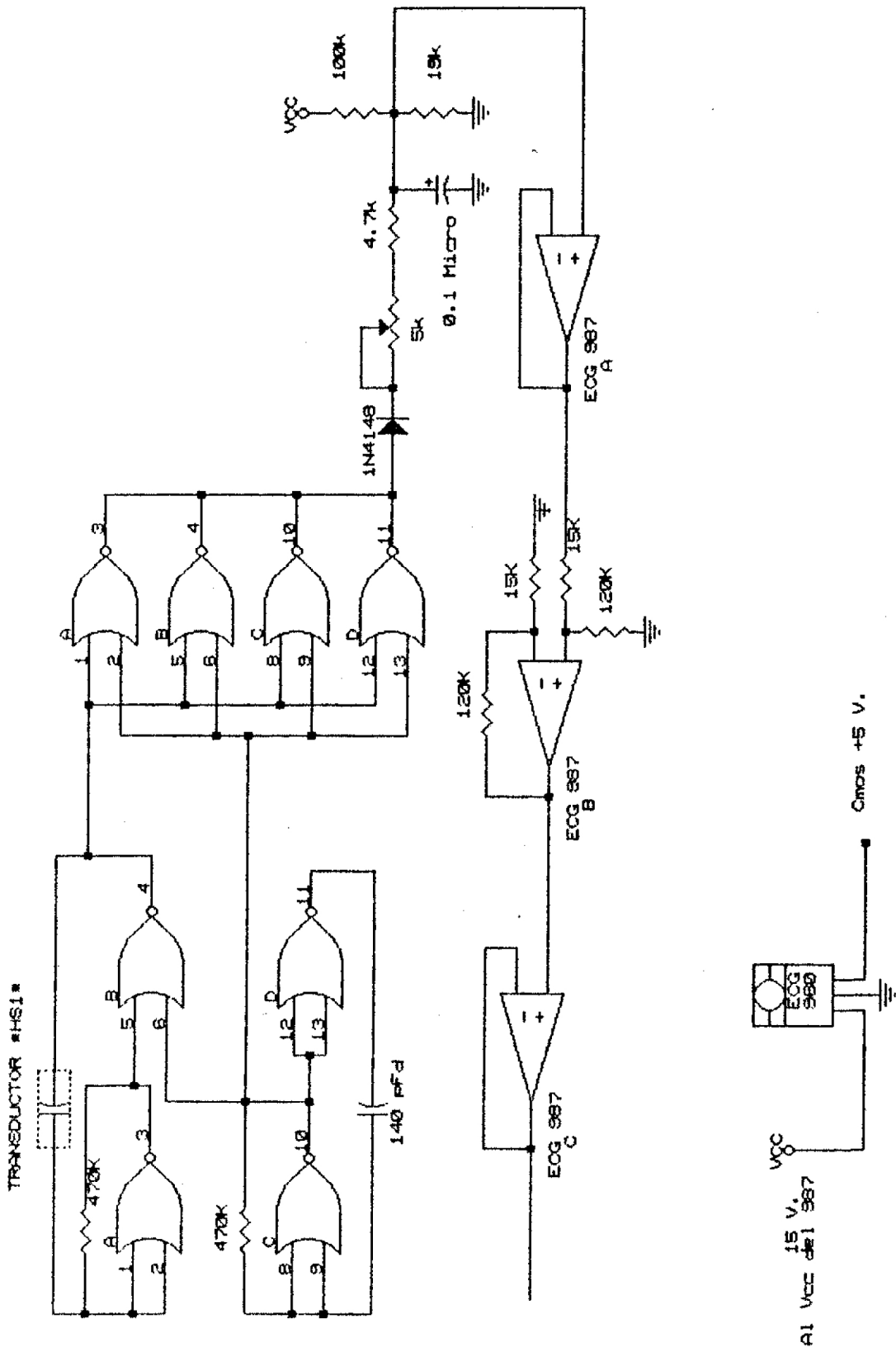
TABLA No.1

Presión, voltaje del transductor y voltaje de salida del circuito interfase.

PRESION	VOLTAJE TRANSDUCTOR	VOLTAJE DE SALIDA
14.696	117.74 mV.	1.4695 V
14.00	112.16 "	1.41 "
13	104.15 "	1.31 "
12	96.14 "	1.22 "
11	88.13 "	1.13 "
10	80.12 "	1.00 "
9	72.10 "	0.90 "
8.5	68.11 "	0.848 "
8	64.10 "	0.8 "
7	56.11 "	0.7 "
6	48.10 "	0.6 "
5.5	44.06 "	0.55 "

APENDICE C
HUMEDAD RELATIVA

DIAGRAMA #1 de Transductor y Cto. Interface



PROYECTO DE GRADUACION	
Size	Document Number
A	TRANSISTOR DE
	UNIDAD RELATIVA Y CTO. INTERFASE
	JL
Date:	January 10, 1991 Sheet 1 of 1

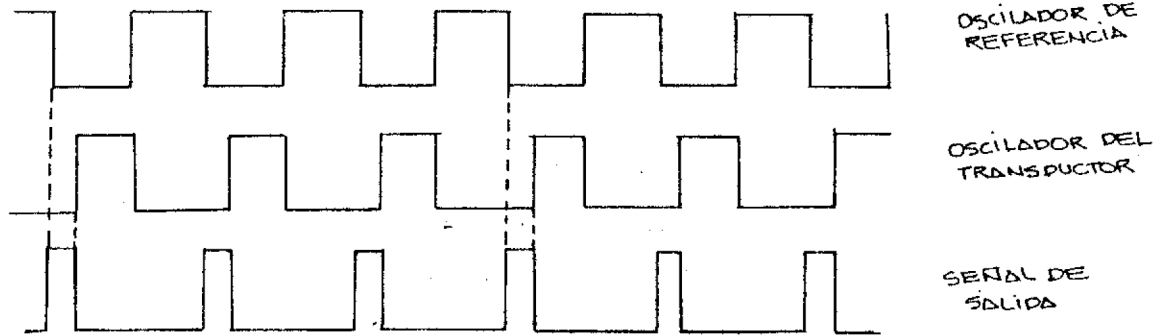
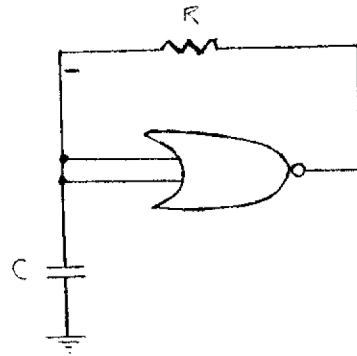
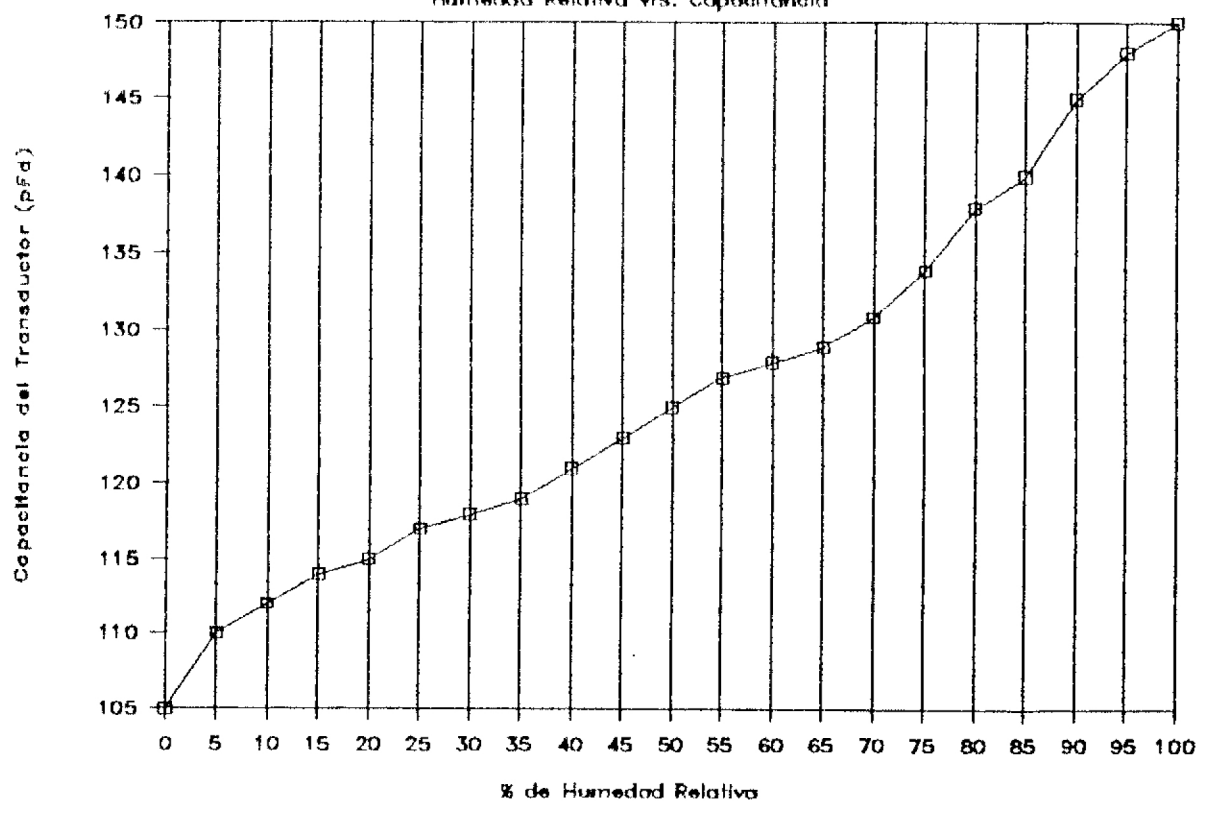


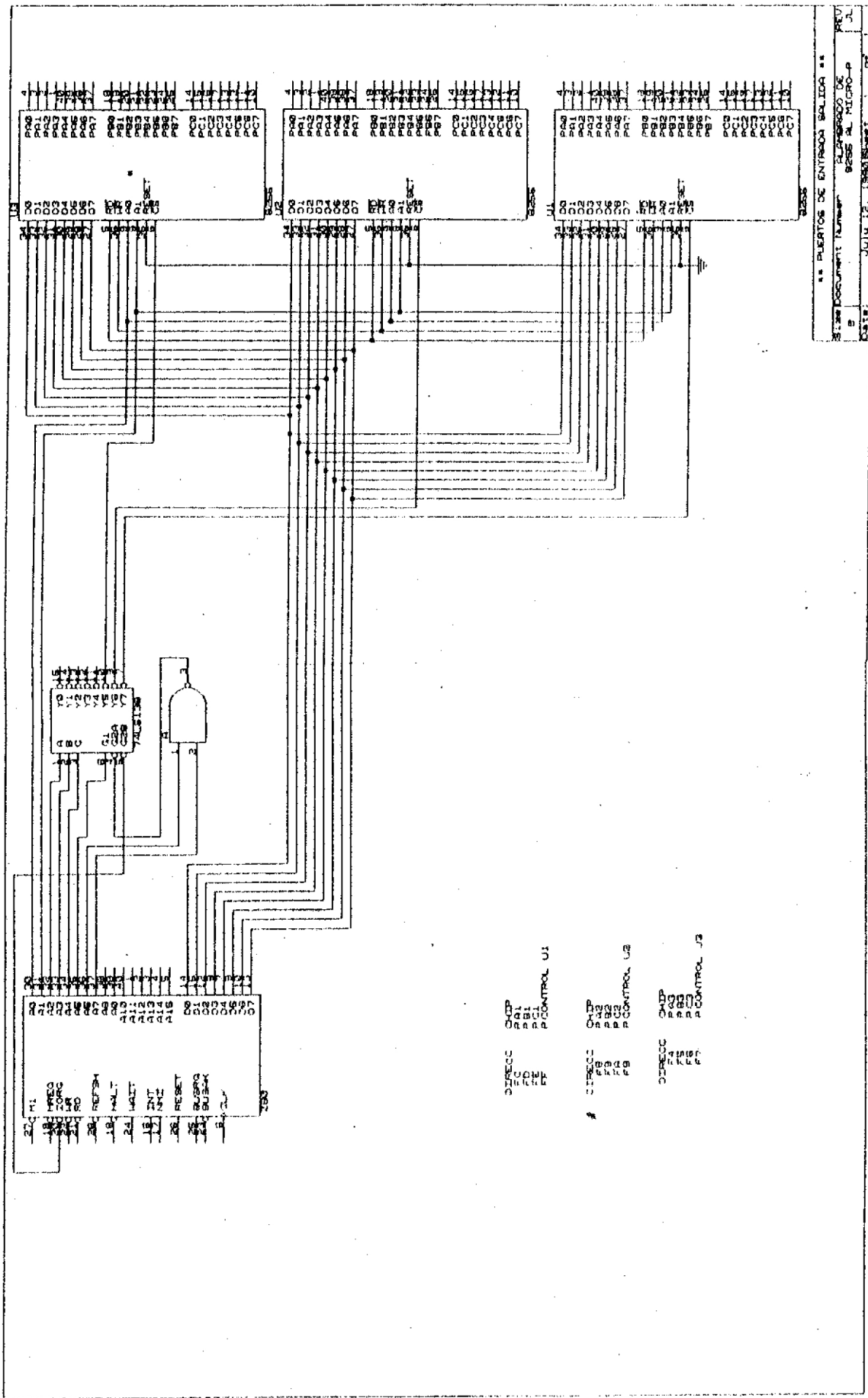
DIAGRAMA #2
APENDICE "C"

GRAFICA # 1

Humedad Relativa vs. Capacitancia



APENDICE D
MICROCOMPUTADORA Z-80



** PUERTOS DE ENTRADA SALIDA **
 B.1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.11.12.13.14.15.16.17.18.19.20.21.22.23.24.25.26.27.28.29.30.31.32.33.34.35.36.37.38.39.40.41.42.43.44.45.46.47.48.49.50.51.52.53.54.55.56.57.58.59.60.61.62.63.64.65.66.67.68.69.70.71.72.73.74.75.76.77.78.79.80.81.82.83.84.85.86.87.88.89.90.91.92.93.94.95.96.97.98.99.100.101.102.103.104.105.106.107.108.109.110.111.112.113.114.115.116.117.118.119.120.121.122.123.124.125.126.127.128.129.130.131.132.133.134.135.136.137.138.139.140.141.142.143.144.145.146.147.148.149.150.151.152.153.154.155.156.157.158.159.160.161.162.163.164.165.166.167.168.169.170.171.172.173.174.175.176.177.178.179.180.181.182.183.184.185.186.187.188.189.190.191.192.193.194.195.196.197.198.199.200.201.202.203.204.205.206.207.208.209.210.211.212.213.214.215.216.217.218.219.220.221.222.223.224.225.226.227.228.229.230.231.232.233.234.235.236.237.238.239.240.241.242.243.244.245.246.247.248.249.250.251.252.253.254.255.256.257.258.259.260.261.262.263.264.265.266.267.268.269.270.271.272.273.274.275.276.277.278.279.280.281.282.283.284.285.286.287.288.289.290.291.292.293.294.295.296.297.298.299.300.301.302.303.304.305.306.307.308.309.310.311.312.313.314.315.316.317.318.319.320.321.322.323.324.325.326.327.328.329.330.331.332.333.334.335.336.337.338.339.340.341.342.343.344.345.346.347.348.349.350.351.352.353.354.355.356.357.358.359.360.361.362.363.364.365.366.367.368.369.370.371.372.373.374.375.376.377.378.379.380.381.382.383.384.385.386.387.388.389.390.391.392.393.394.395.396.397.398.399.400.401.402.403.404.405.406.407.408.409.410.411.412.413.414.415.416.417.418.419.420.421.422.423.424.425.426.427.428.429.430.431.432.433.434.435.436.437.438.439.440.441.442.443.444.445.446.447.448.449.450.451.452.453.454.455.456.457.458.459.460.461.462.463.464.465.466.467.468.469.470.471.472.473.474.475.476.477.478.479.480.481.482.483.484.485.486.487.488.489.490.491.492.493.494.495.496.497.498.499.500.501.502.503.504.505.506.507.508.509.510.511.512.513.514.515.516.517.518.519.520.521.522.523.524.525.526.527.528.529.530.531.532.533.534.535.536.537.538.539.540.541.542.543.544.545.546.547.548.549.550.551.552.553.554.555.556.557.558.559.560.561.562.563.564.565.566.567.568.569.570.571.572.573.574.575.576.577.578.579.580.581.582.583.584.585.586.587.588.589.590.591.592.593.594.595.596.597.598.599.600.601.602.603.604.605.606.607.608.609.610.611.612.613.614.615.616.617.618.619.620.621.622.623.624.625.626.627.628.629.630.631.632.633.634.635.636.637.638.639.640.641.642.643.644.645.646.647.648.649.650.651.652.653.654.655.656.657.658.659.660.661.662.663.664.665.666.667.668.669.670.671.672.673.674.675.676.677.678.679.680.681.682.683.684.685.686.687.688.689.690.691.692.693.694.695.696.697.698.699.700.701.702.703.704.705.706.707.708.709.710.711.712.713.714.715.716.717.718.719.720.721.722.723.724.725.726.727.728.729.730.731.732.733.734.735.736.737.738.739.740.741.742.743.744.745.746.747.748.749.750.751.752.753.754.755.756.757.758.759.760.761.762.763.764.765.766.767.768.769.770.771.772.773.774.775.776.777.778.779.780.781.782.783.784.785.786.787.788.789.790.791.792.793.794.795.796.797.798.799.800.801.802.803.804.805.806.807.808.809.810.811.812.813.814.815.816.817.818.819.820.821.822.823.824.825.826.827.828.829.830.831.832.833.834.835.836.837.838.839.840.841.842.843.844.845.846.847.848.849.850.851.852.853.854.855.856.857.858.859.860.861.862.863.864.865.866.867.868.869.870.871.872.873.874.875.876.877.878.879.880.881.882.883.884.885.886.887.888.889.890.891.892.893.894.895.896.897.898.899.900.901.902.903.904.905.906.907.908.909.910.911.912.913.914.915.916.917.918.919.920.921.922.923.924.925.926.927.928.929.930.931.932.933.934.935.936.937.938.939.940.941.942.943.944.945.946.947.948.949.950.951.952.953.954.955.956.957.958.959.960.961.962.963.964.965.966.967.968.969.970.971.972.973.974.975.976.977.978.979.980.981.982.983.984.985.986.987.988.989.990.991.992.993.994.995.996.997.998.999.1000.1001.1002.1003.1004.1005.1006.1007.1008.1009.1010.1011.1012.1013.1014.1015.1016.1017.1018.1019.1020.1021.1022.1023.1024.1025.1026.1027.1028.1029.1030.1031.1032.1033.1034.1035.1036.1037.1038.1039.1040.1041.1042.1043.1044.1045.1046.1047.1048.1049.1050.1051.1052.1053.1054.1055.1056.1057.1058.1059.1060.1061.1062.1063.1064.1065.1066.1067.1068.1069.1070.1071.1072.1073.1074.1075.1076.1077.1078.1079.1080.1081.1082.1083.1084.1085.1086.1087.1088.1089.1090.1091.1092.1093.1094.1095.1096.1097.1098.1099.1100.1101.1102.1103.1104.1105.1106.1107.1108.1109.1110.1111.1112.1113.1114.1115.1116.1117.1118.1119.1120.1121.1122.1123.1124.1125.1126.1127.1128.1129.1130.1131.1132.1133.1134.1135.1136.1137.1138.1139.1140.1141.1142.1143.1144.1145.1146.1147.1148.1149.1150.1151.1152.1153.1154.1155.1156.1157.1158.1159.1160.1161.1162.1163.1164.1165.1166.1167.1168.1169.1170.1171.1172.1173.1174.1175.1176.1177.1178.1179.1180.1181.1182.1183.1184.1185.1186.1187.1188.1189.1190.1191.1192.1193.1194.1195.1196.1197.1198.1199.1200.1201.1202.1203.1204.1205.1206.1207.1208.1209.1210.1211.1212.1213.1214.1215.1216.1217.1218.1219.1220.1221.1222.1223.1224.1225.1226.1227.1228.1229.1230.1231.1232.1233.1234.1235.1236.1237.1238.1239.1240.1241.1242.1243.1244.1245.1246.1247.1248.1249.1250.1251.1252.1253.1254.1255.1256.1257.1258.1259.1260.1261.1262.1263.1264.1265.1266.1267.1268.1269.1270.1271.1272.1273.1274.1275.1276.1277.1278.1279.1280.1281.1282.1283.1284.1285.1286.1287.1288.1289.1290.1291.1292.1293.1294.1295.1296.1297.1298.1299.1300.1301.1302.1303.1304.1305.1306.1307.1308.1309.1310.1311.1312.1313.1314.1315.1316.1317.1318.1319.1320.1321.1322.1323.1324.1325.1326.1327.1328.1329.1330.1331.1332.1333.1334.1335.1336.1337.1338.1339.1340.1341.1342.1343.1344.1345.1346.1347.1348.1349.1350.1351.1352.1353.1354.1355.1356.1357.1358.1359.1360.1361.1362.1363.1364.1365.1366.1367.1368.1369.1370.1371.1372.1373.1374.1375.1376.1377.1378.1379.1380.1381.1382.1383.1384.1385.1386.1387.1388.1389.1390.1391.1392.1393.1394.1395.1396.1397.1398.1399.1400.1401.1402.1403.1404.1405.1406.1407.1408.1409.1410.1411.1412.1413.1414.1415.1416.1417.1418.1419.1420.1421.1422.1423.1424.1425.1426.1427.1428.1429.1430.1431.1432.1433.1434.1435.1436.1437.1438.1439.1440.1441.1442.1443.1444.1445.1446.1447.1448.1449.1450.1451.1452.1453.1454.1455.1456.1457.1458.1459.1460.1461.1462.1463.1464.1465.1466.1467.1468.1469.1470.1471.1472.1473.1474.1475.1476.1477.1478.1479.1480.1481.1482.1483.1484.1485.1486.1487.1488.1489.1490.1491.1492.1493.1494.1495.1496.1497.1498.1499.1500.1501.1502.1503.1504.1505.1506.1507.1508.1509.1510.1511.1512.1513.1514.1515.1516.1517.1518.1519.1520.1521.1522.1523.1524.1525.1526.1527.1528.1529.1530.1531.1532.1533.1534.1535.1536.1537.1538.1539.1540.1541.1542.1543.1544.1545.1546.1547.1548.1549.1550.1551.1552.1553.1554.1555.1556.1557.1558.1559.1560.1561.1562.1563.1564.1565.1566.1567.1568.1569.1570.1571.1572.1573.1574.1575.1576.1577.1578.1579.1580.1581.1582.1583.1584.1585.1586.1587.1588.1589.1590.1591.1592.1593.1594.1595.1596.1597.1598.1599.1600.1601.1602.1603.1604.1605.1606.1607.1608.1609.1610.1611.1612.1613.1614.1615.1616.1617.1618.1619.1620.1621.1622.1623.1624.1625.1626.1627.1628.1629.1630.1631.1632.1633.1634.1635.1636.1637.1638.1639.1640.1641.1642.1643.1644.1645.1646.1647.1648.1649.1650.1651.1652.1653.1654.1655.1656.1657.1658.1659.1660.1661.1662.1663.1664.1665.1666.1667.1668.1669.1670.1671.1672.1673.1674.1675.1676.1677.1678.1679.1680.1681.1682.1683.1684.1685.1686.1687.1688.1689.1690.1691.1692.1693.1694.1695.1696.1697.1698.1699.1700.1701.1702.1703.1704.1705.1706.1707.1708.1709.1710.1711.1712.1713.1714.1715.1716.1717.1718.1719.1720.1721.1722.1723.1724.1725.1726.1727.1728.1729.1730.1731.1732.1733.1734.1735.1736.1737.1738.1739.1740.1741.1742.1743.1744.1745.1746.1747.1748.1749.1750.1751.1752.1753.1754.1755.1756.1757.1758.1759.1760.1761.1762.1763.1764.1765.1766.1767.1768.1769.1770.1771.1772.1773.1774.1775.1776.1777.1778.1779.1780.1781.1782.1783.1784.1785.1786.1787.1788.1789.1790.1791.1792.1793.1794.1795.1796.1797.1798.1799.1800.1801.1802.1803.1804.1805.1806.1807.1808.1809.1810.1811.1812.1813.1814.1815.1816.1817.1818.1819.1820.1821.1822.1823.1824.1825.1826.1827.1828.1829.1830.1831.1832.1833.1834.1835.1836.1837.1838.1839.1840.1841.1842.1843.1844.1845.1846.1847.1848.1849.1850.1851.1852.1853.1854.1855.1856.1857.1858.1859.1860.1861.1862.1863.1864.1865.1866.1867.1868.1869.1870.1871.1872.1873.1874.1875.1876.1877.1878.1879.1880.1881.1882.1883.1884.1885.1886.1887.1888.1889.1890.1891.1892.1893.1894.1895.1896.1897.1898.1899.1900.1901.1902.1903.1904.1905.1906.1907.1908.1909.1910.1911.1912.1913.1914.1915.1916.1917.1918.1919.1920.1921.1922.1923.1924.1925.1926.1927.1928.1929.1930.1931.1932.1933.1934.1935.1936.1937.1938.1939.1940.1941.1942.1943.1944.1945.1946.1947.1948.1949.1950.1951.1952.1953.1954.1955.1956.1957.1958.1959.1960.1961.1962.1963.1964.1965.1966.1967.1968.1969.1970.1971.1972.1973.1974.1975.1976.1977.1978.1979.1980.1981.1982.1983.1984.1985.1986.1987.1988.1989.1990.1991.1992.1993.1994.1995.1996.1997.1998.1999.2000.2001.2002.2003.2004.2005.2006.2007.2008.2009.2010.2011.2012.2013.2014.2015.2016.2017.2018.2019.2020.2021.2022.2023.2024.2025.2026.2027.2028.2029.2030.2031.2032.2033.2034.2035.2036.2037.2038.2039.2040.2041.2042.2043.2044.2045.2046.2047.2048.2049.2050.2051.2052.2053.2054.2055.2056.2057.2058.2059.2060.2061.2062.2063.2064.2065.2066.2067.2068.2069.2070.2071.2072.2073.2074.2075.2076.2077.2078.2079.2080.2081.2082.2083.2084.2085.2086.2087.2088.2089.2090.2091.2092.2093.2094.2095.2096.2097.2098.2099.2100.2101.2102.2103.2104.2105.2106.2107.2108.2109.2110.2111.2112.2113.2114.2115.2116.2117.2118.2119.2120.2121.2122.2123.2124.2125.2126.2127.2128.2129.2130.2131.2132.2133.2134.2135.2136.2137.2138.2139.2140.2141.2142.2143.2144.2145.2146.2147.2148.2149.2150.2151.2152.2153.2154.2155.2156.2157.2158.2159.2160.2161.2162.2163.2164.2165.2166.2167.2168.2169.2170.2171.2172.2173.2174.2175.2176.2177.2178.2179.2180.2181.2182.2183.2184.2185.2186.2187.2188.2189.2190.2191.2192.2193.2194.2195.2196.2197.2198.2199.2200.2201.2202.2203.2204.2205.2206.2207.2208.2209.2210.2211.2212.2213.2214.2215.2216.2217.2218.2219.2220.2221.2222.2223.2224.2225.2226.2227.2228.2229.2230.2231.2232.2233.2234.2235.2236.2237.2238.2239.2240.2241.2242.2243.2244.2245.2246.2247.2248.2249.2250.2251.2252.2253.2254.2255.2256.2257.2258.2259.2260.2261.2262.2263.2264.2265.2266.2267.2268.2269.2270.2271.2272.2273.2274.2275.2276.2277.2278.2279.2280.2281.2282.2283.2284.2285.2286.2287.2288.2289.2290.2291.2292.2293.2294.2295.2296.2297.2298.2299.2300.2301.2302.2303.2304.2305.2306.2307.2308.2309.2310.2311.2312.2313.2314.2315.2316.2317.2318.2319.2320.2321.2322.2323.2324.2325.2326.2327.2328.2329.2330.2331.2332.2333.2334.2335.2336.2337.2338.2339.2340.2341.2342.2343.2344.2345.2346.2347.2348.2349.2350.2351.2352.2353.2354.2355.2356.2357.2358.2359.2360.2361.2362.2363.2364.2365.2366.2367.2368.2369.2370.2371.2372.2373.2374.2375.2376.2377.2378.2379.2380.2381.2382.2383.2384.2385.2386.2387.2388.2389.2390.2391.2392.2393.2394.2395.2396.2397.2398.2399.2400.2401.2402.2403.2404.2405.2406.2407.2408.2409.2410.2411.2412.2413.2414.2415.2416.2417.2418.2419.2420.2421.2422.2423.2424.2425.2426.2427.2428.2429.2430.2431.2432.2433.2434.2435.2436.2437.2438.2439.2440.2441.2442.2443.2444.2445.2446.2447.2448.2449.2450.2451.2452.2453.2454.2455.2456.2457.2458.2459.2460.2461.2462.2463.2464.2465.2466.2467.2468.2469.2470.2471.2472.2473.2474.2475.2476.2477.2478.2479.2480.2481.2482.2483.2484.2485.2486.2487.2488.2489.2490.2491.2492.2493.2494.2495.2496

8255

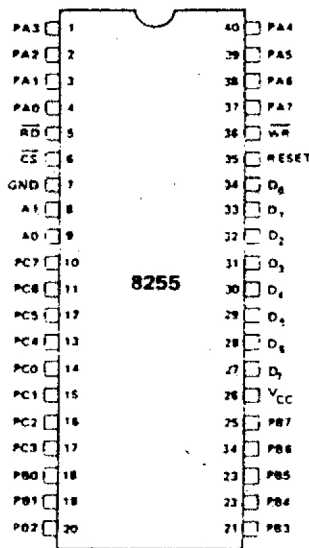
PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with MCS™ -8 and MCS™ -80 Microprocessor Families
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40 Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count

The 8255 is a general purpose programmable I/O device designed for use with both the 8008 and 8080 microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in two groups of twelve and used in three major modes of operation. In the first mode (Mode 0), each group of twelve I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In Mode 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining four pins three are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (Mode 2) is a Bidirectional Bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and five lines, borrowing one from the other group, for handshaking.

Other features of the 8255 include bit set and reset capability and the ability to source 1mA of current at 1.5 volts. This allows darlington transistors to be directly driven for applications such as printers and high voltage displays.

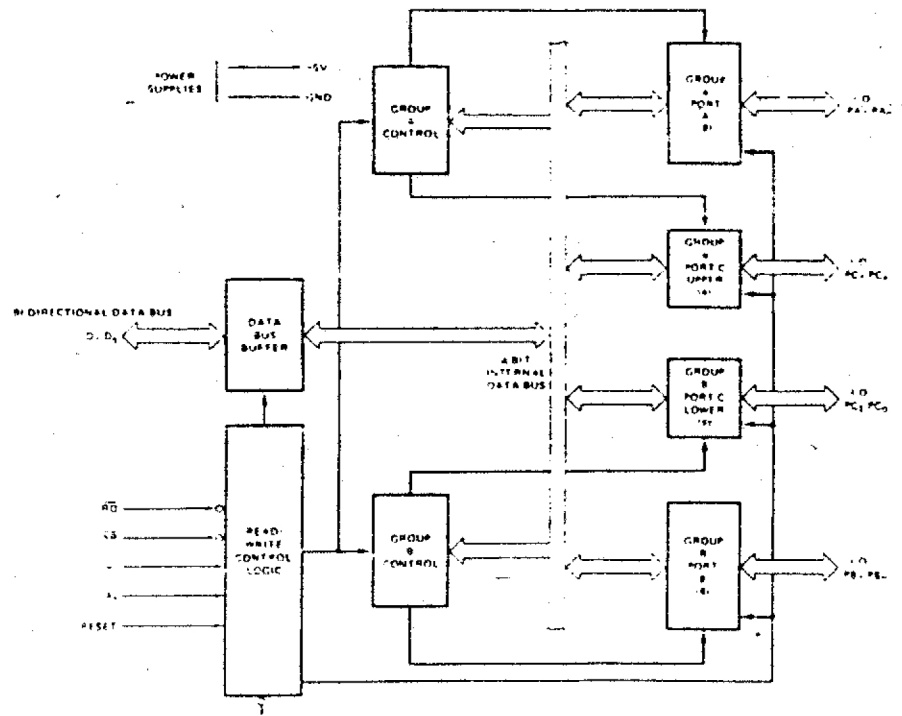
PIN CONFIGURATION



PIN NAMES

D ₇ -D ₀	DATA BUS (BI-DIRECTIONAL)
RESET	RESET INPUT
CS	CHIP SELECT
RD	READ INPUT
WR	WRITE INPUT
A ₀ A ₁	PORT ADDRESS
PA ₇ PA ₀	PORT A (BIT)
PB ₇ PB ₀	PORT B (BIT)
PC ₇ PC ₀	PORT C (BIT)
V _{CC}	+5 VOLTS
GND	0 VOLTS

8255 BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

Ambient Temperature Under Bias	0°C to 70°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin	
With Respect to Ground	-0.5V to +7V
Power Dissipation	1 Watt

*COMMENT: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

D.C. CHARACTERISTICS $T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$; $V_{CC} = +5\text{V} \pm 5\%$; $V_{SS} = 0\text{V}$

Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
V_{IL}	Input Low Voltage			.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0			V	
V_{OL}	Output Low Voltage			.4	V	$I_{OL} = 1.6\text{mA}$
V_{OH}	Output High Voltage	2.4			V	$I_{OH} = -50\mu\text{A}$ (-100 μA for D.B. Port)
$I_{OH}(1)$	Darlington Drive Current		2.0		mA	$V_{OH} = 1.5\text{V}$, $R_{EXT} = 390\Omega$
I_{CC}	Power Supply Current		40		mA	

NOTE:

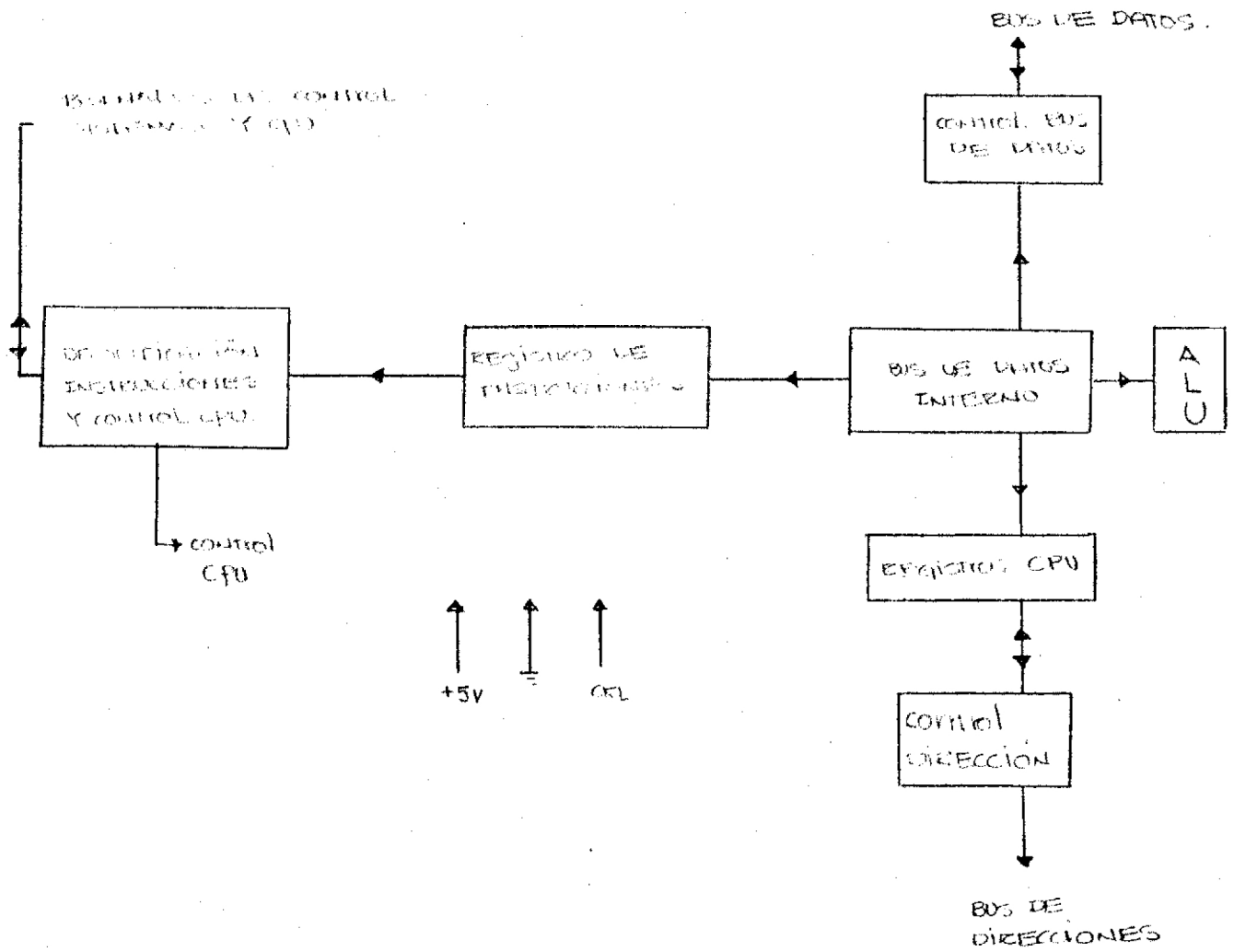
1. Available on 8 pins only.

Capacitance

$$T_A = 25^\circ\text{C}; V_{CC} = V_{SS} = 0\text{V}$$

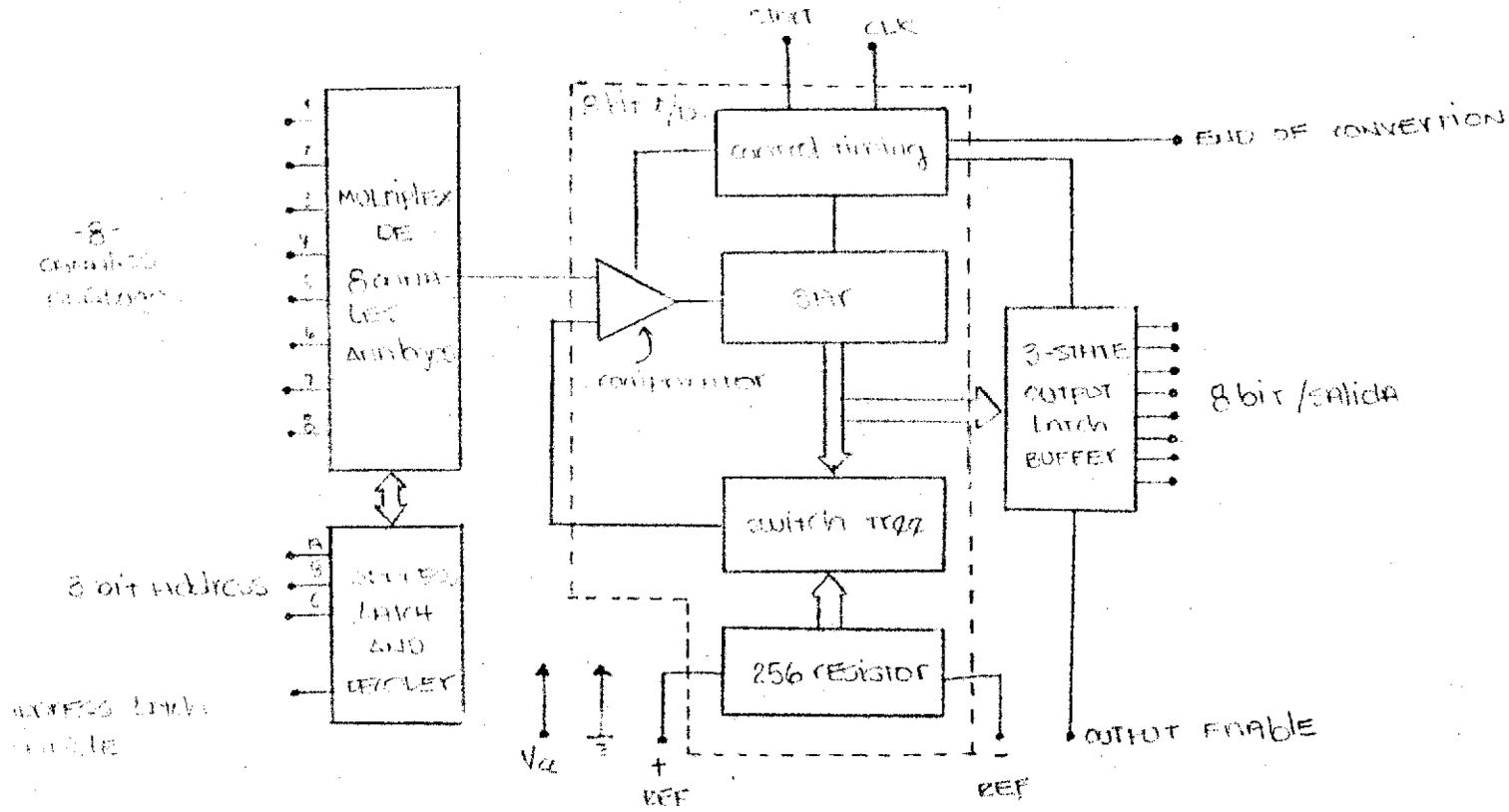
Symbol	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
C_{IN}	Input Capacitance			10	pF	$f_c = 1\text{MHz}$
$C_{I/O}$	I/O Capacitance			20	pF	Unmeasured pins returned to V_{SS}

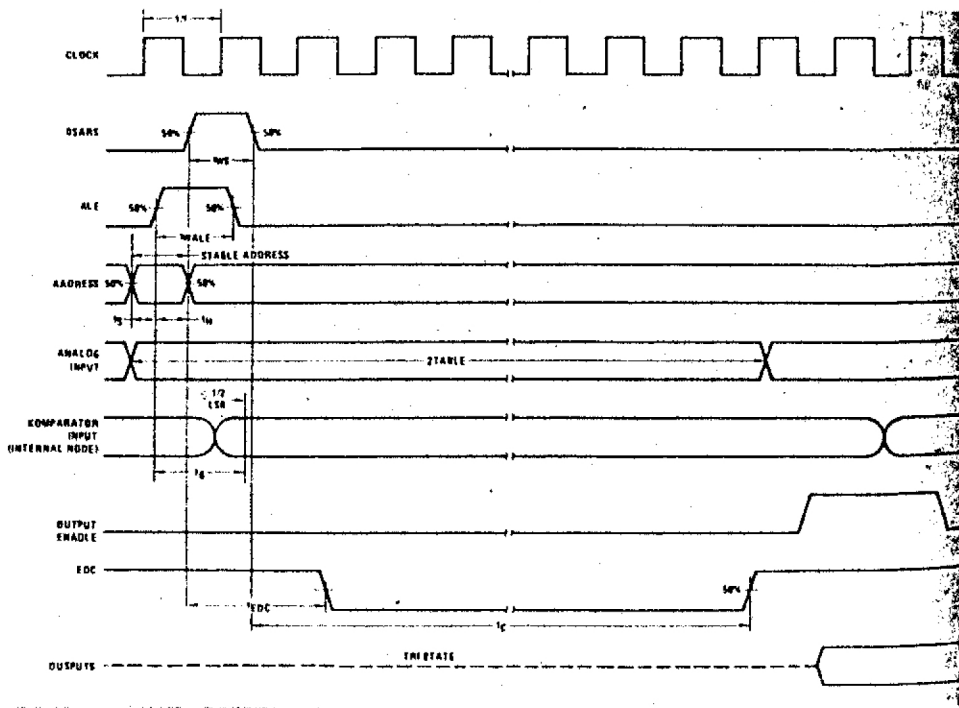
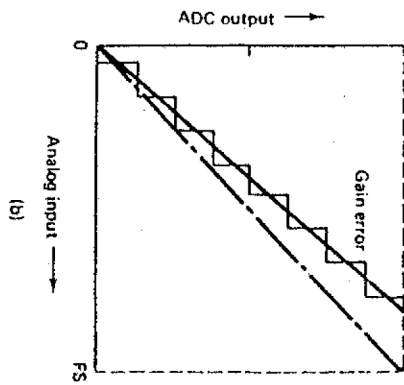
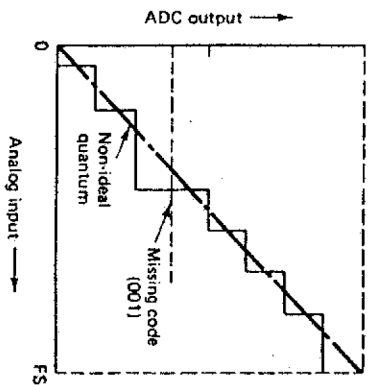
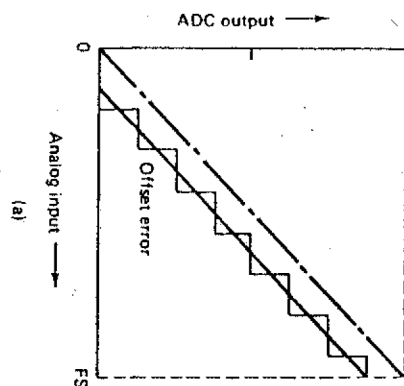
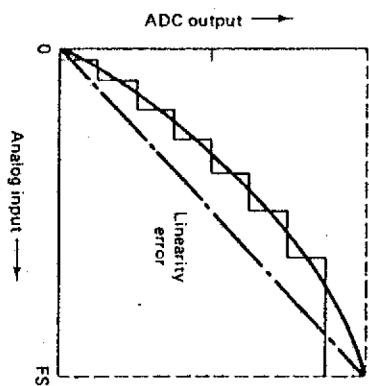
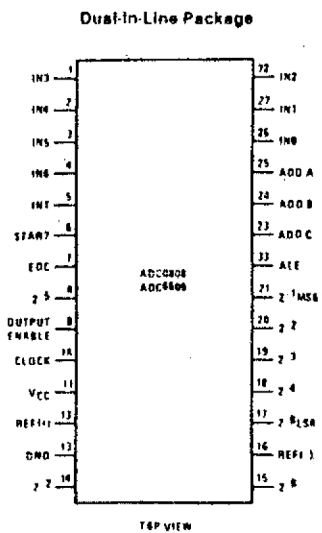
DIAGRAMA INTERNO DEL Z-80



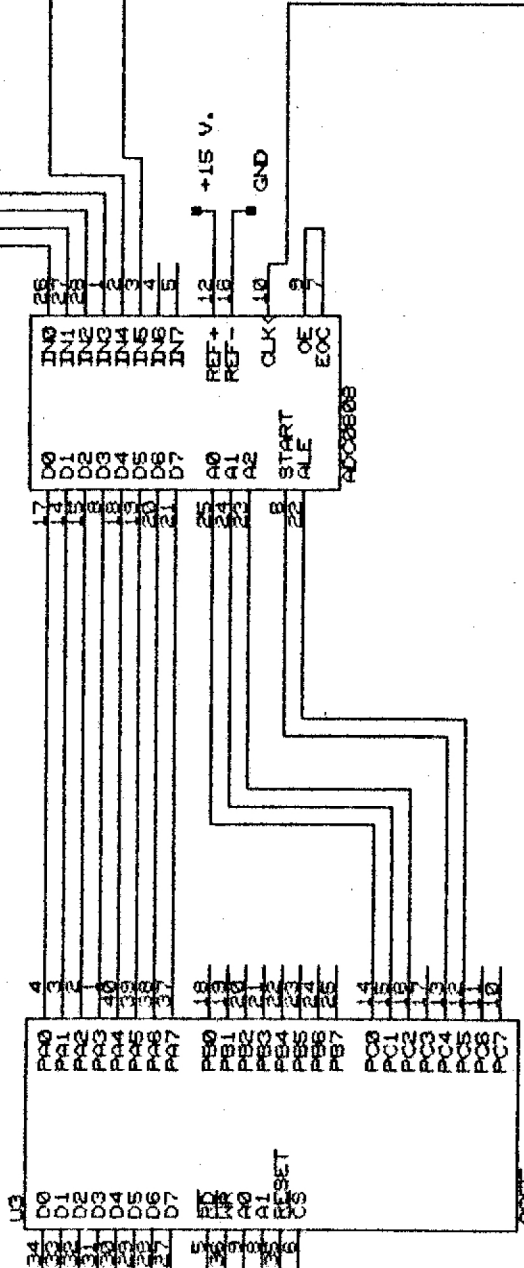
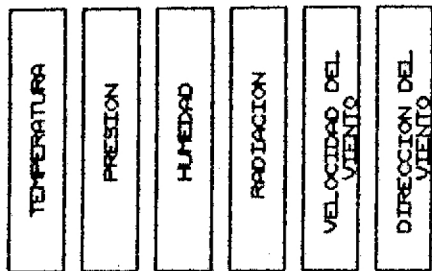
APENDICE E
CONVERTIDOR ADC-0809

DIAGRAMA INTERNO DEL ADC-0808

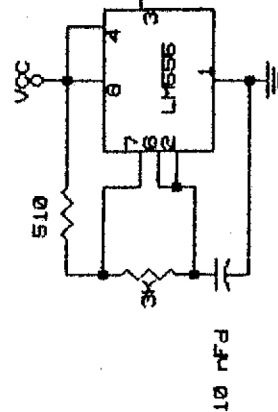
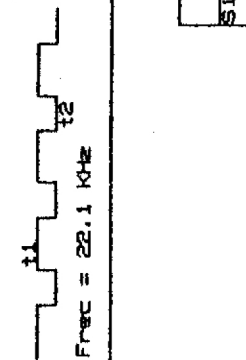




== ALAMBRO DEL ADC 0808 AL 8255 ==



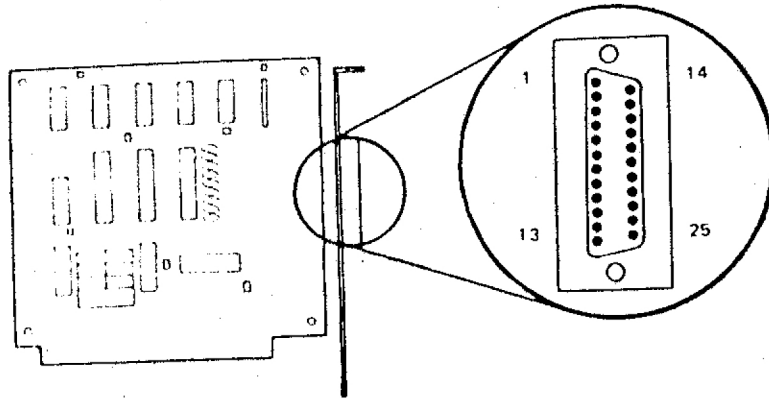
t1=24 Microseg.
t2=21 Microseg.



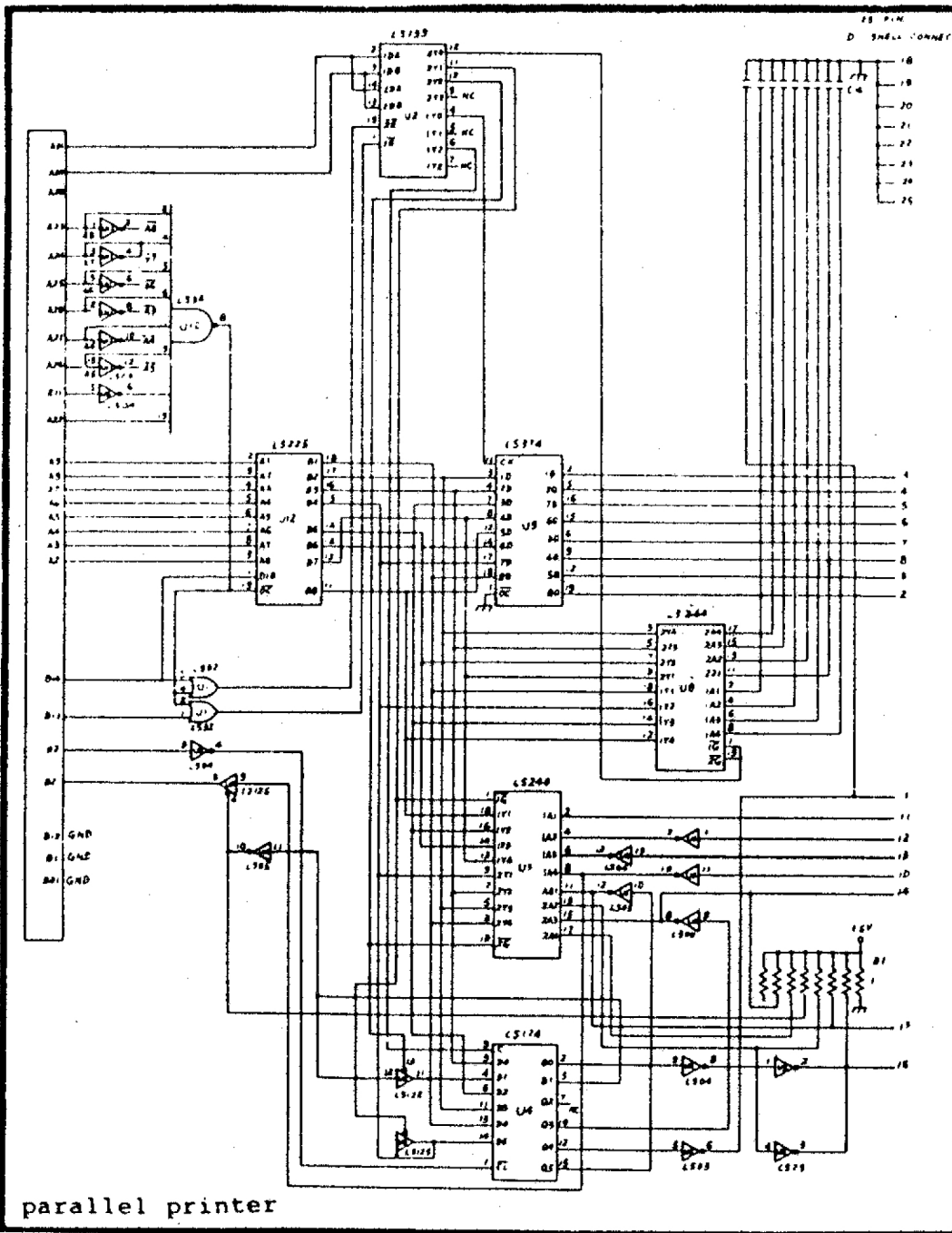
#PROYECTO DE GRADUACION#		
Size	Document Number	REV
A	Analisis/Digital-Interface al 8255	JL
Date:	January 10, 1991	Sheet 1 of 1

APENDICE F

INTERFASE MICROCOMPUTADORA -- COMPUTADORA PERSONAL



	- Strobe	1	out
	+ Data Bit1	2	
	+ Data Bit2	3	
	+ Data Bit2	4	
	+ Data Bit3	5	
	+ Data Bit4	6	
	+ Data Bit5	7	
	+ Data Bit6	8	
	+ Data Bit7	9	printer
printer	- Acknowledge	10	in
	+ Busy	11	Adapter
	+ P. End (out of paper)	12	
	+ Select	13	
	- Auto Feed	14	
✓	- Error	15	N
	- Initialize Printer	16	
	- Select Input	17	
	Ground	18,25	



APENDICE G
PIN OUT DE CIRCUITOS INTEGRADOS

TRANSDUCTOR DE PRESION

Modelo: NPH-9-100A

Serie: 248002-454

F.S. Output: 117.74 mV.

No Linealidad: 0.03%

Fecha de fabricación: 20 de Junio de 1990.

Precio: \$39.75

Dirección: A. Caristi, 69 Whith Pond Rd., Waldwick, NJ 07463

TRANSDUCTOR DE HUMEDAD

Humidity Sensor part number: 69190001.

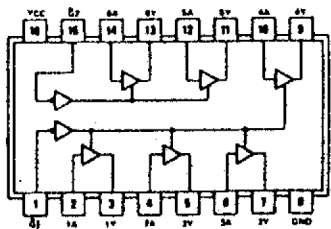
Dirección: Mepco Centralab Inc., P.O. Box 760,
Mineral Wells, TX 76067.

TRANSDUCTOR DE TEMPERATURA

Precision Temperature Sensor LM335ZA.

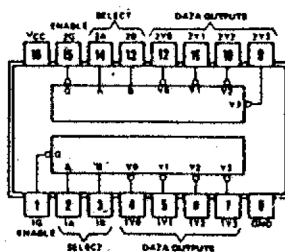
Dirección: Jameco Electronics, 1355 Shoreway Road Belmont, CA.

Diag. 198 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG74387, ECG74LS387



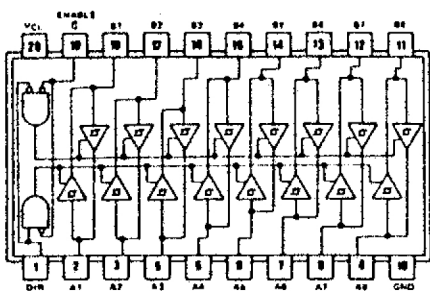
Hex Bus Driver with Non-Inverting 3-State Output (4-Line/2-Line Enable)

Diag. 116 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG74LS139



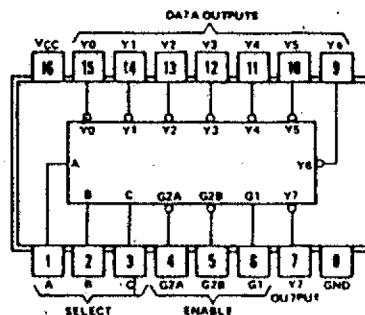
Dual 2-Line-to-4-Line Decoder/Demultiplexer

Diag. 171 20-Pin DIP See Fig. D12
ECG74LS245



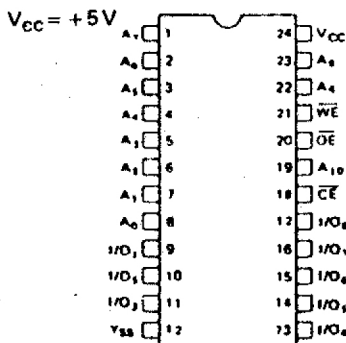
Octal Bus Transceiver with Non-Inverting 3-State Output

Diag. 115 16-Pin DIP See Fig. D8
ECG74LS138, ECG74S138

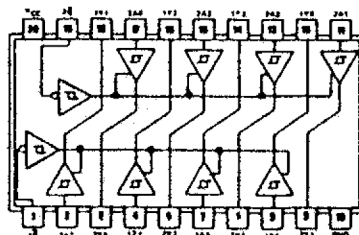


3-Line-to-8-Line Decoder/Demultiplexer

ECG2128 24-Pin DIP See Fig. D15
 NMOS 16K Static RAM (SRAM), Organized
 2K by 8 Bits, 150 nsec Max Access Time

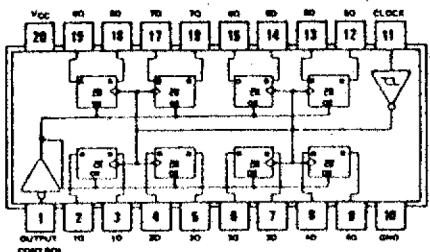


Diag. 170 20-Pin DIP See Fig. D12
ECG74C244, ECG74LS244



Octal Buffer/Line Driver/Line Receiver with Non-Inverting 3-State Output

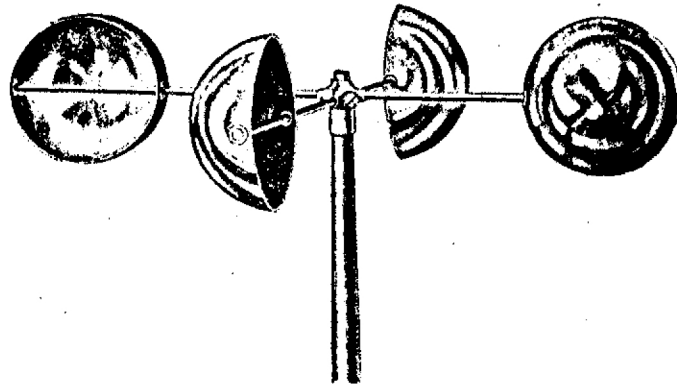
Diag. 201 20-Pin DIP See Fig. D12
ECG74C374, ECG74LS374



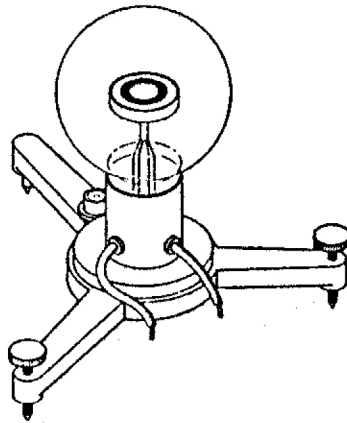
Octal "D" Flip-Flop with 3-State Output

APENDICE H

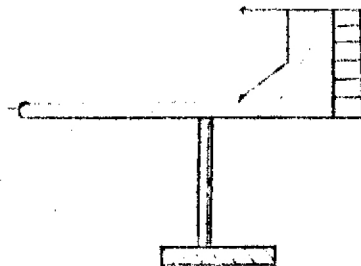
RADIOMETRO DE EPPELY - ANEMOMETRO -- FLECHA DIRECCIONAL



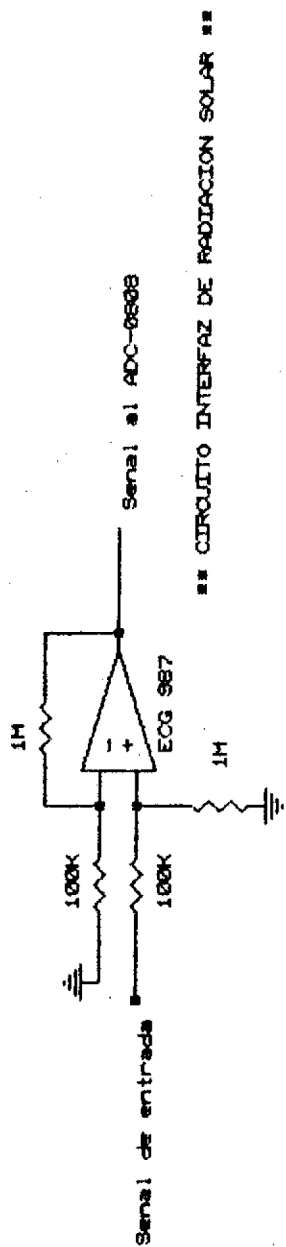
A. ANEMOMETRO



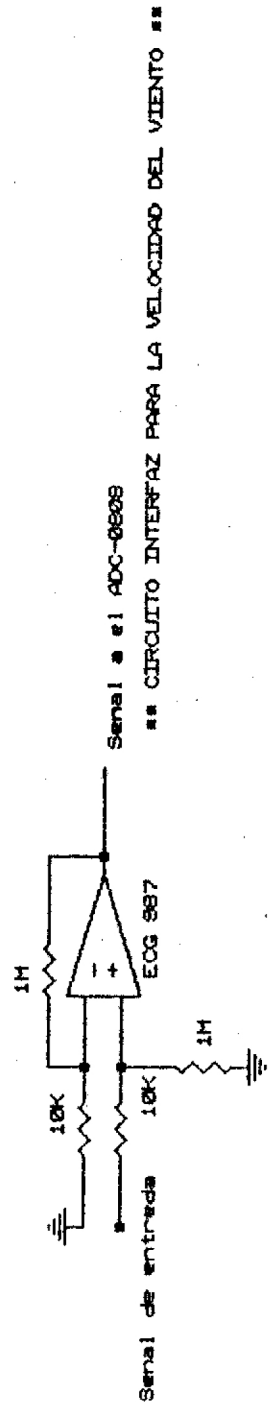
B. PIRANOMETRO DE EPPLEY



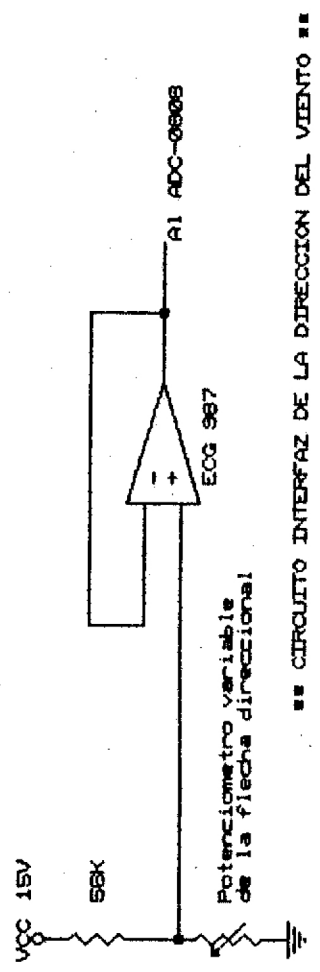
C. FLECHA DIRECCIONAL



== CIRCUITO INTERFAZ DE RADIACION SOLAR ==



== CIRCUITO INTERFAZ PARA LA VELOCIDAD DEL VIENTO ==



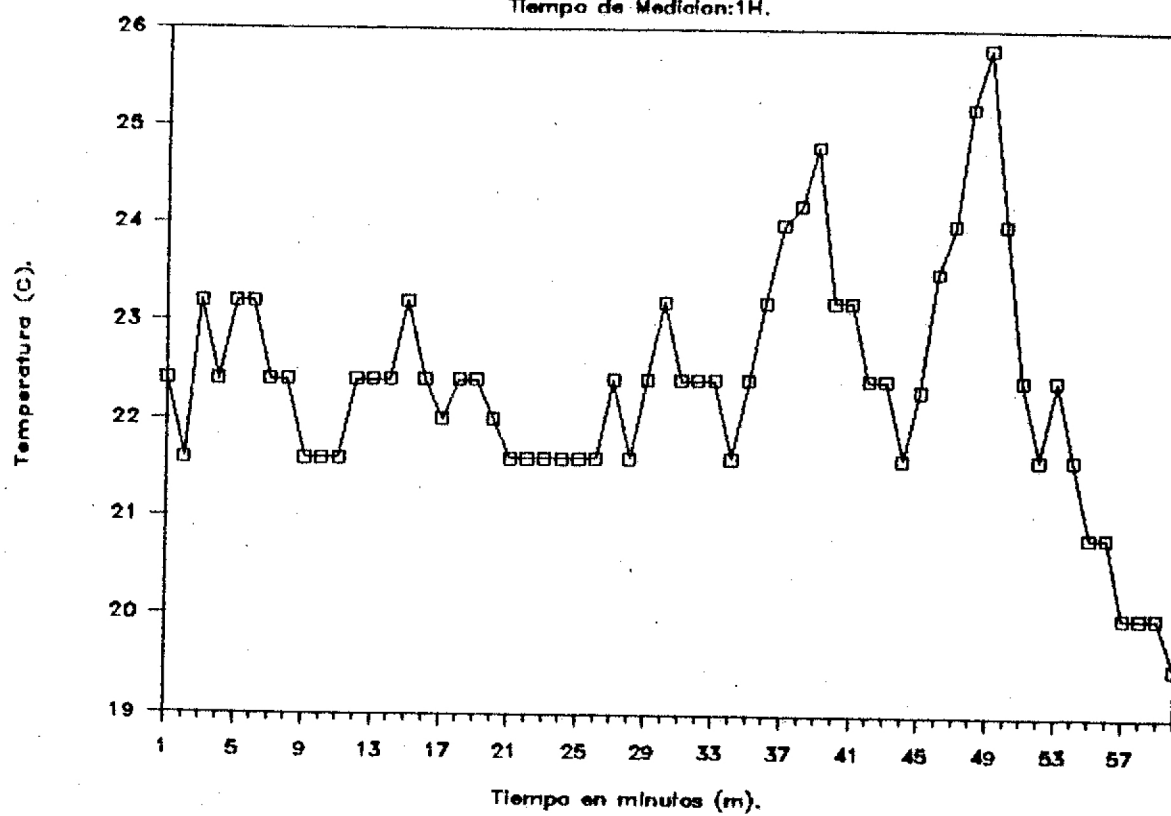
== CIRCUITO INTERFAZ DE LA DIRECCION DEL VIENTO ==

PROYECTO DE GRADUACION		
Size Document Number	RADIACION SOLAR	REV
A	VEL. VIENTO Y DIREC. VIENTO	JL
Date:	January 1, 1988	Sheet 1 of 1

APENDICE I
GRAFICAS DE RESULTADOS

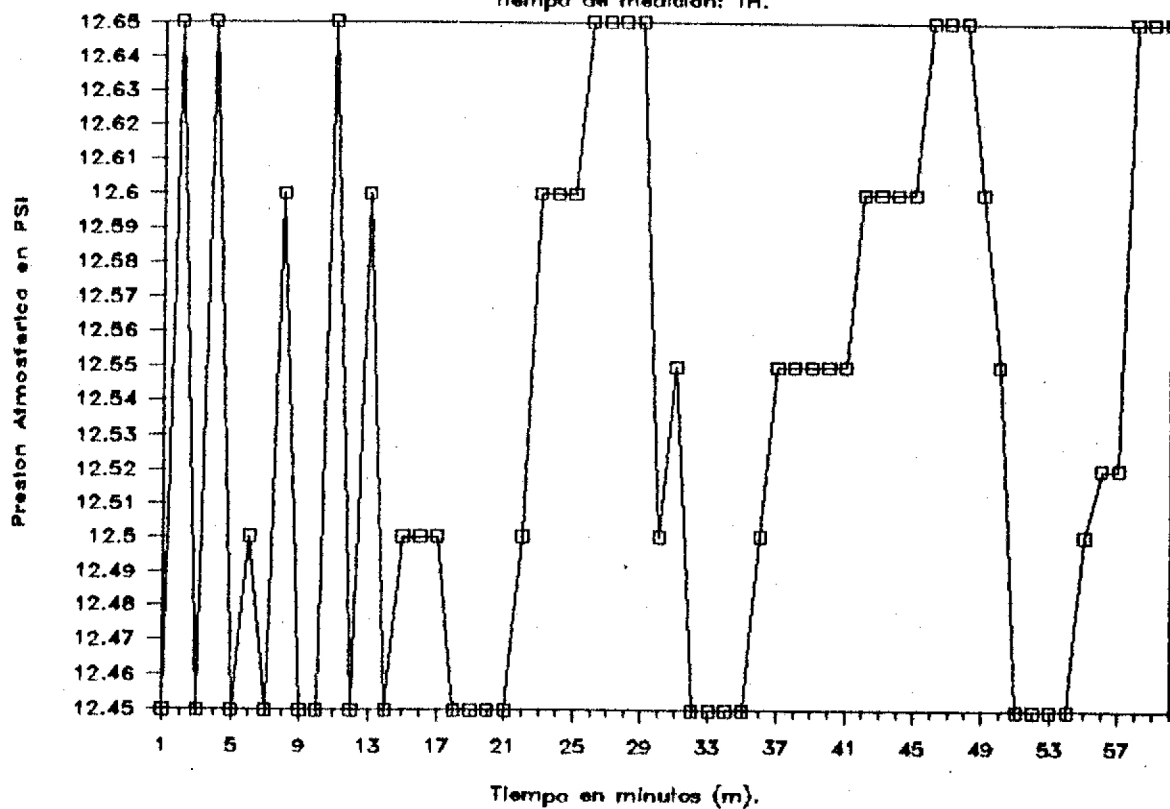
Temperatura vs. Tiempo

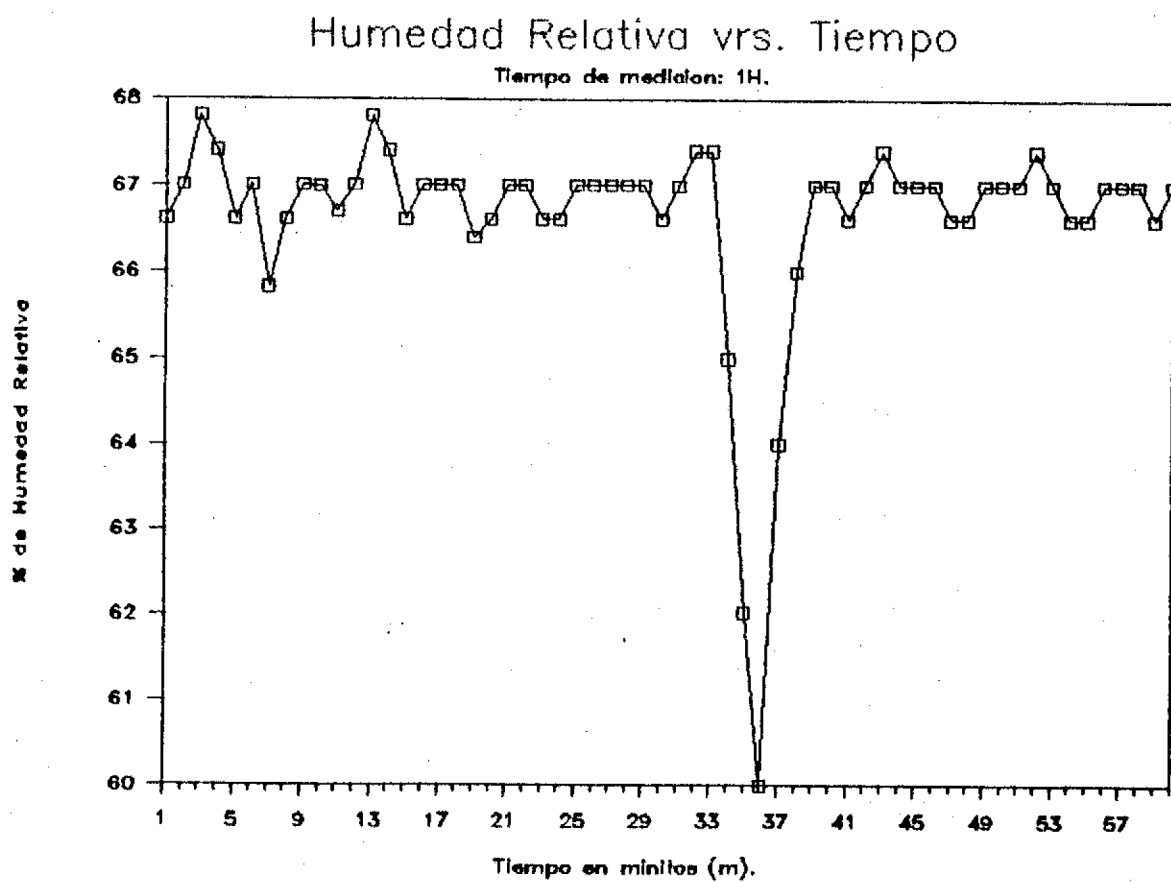
Tiempo de Medición: 1H.



Presion Atmosferica vrs. Tiempo

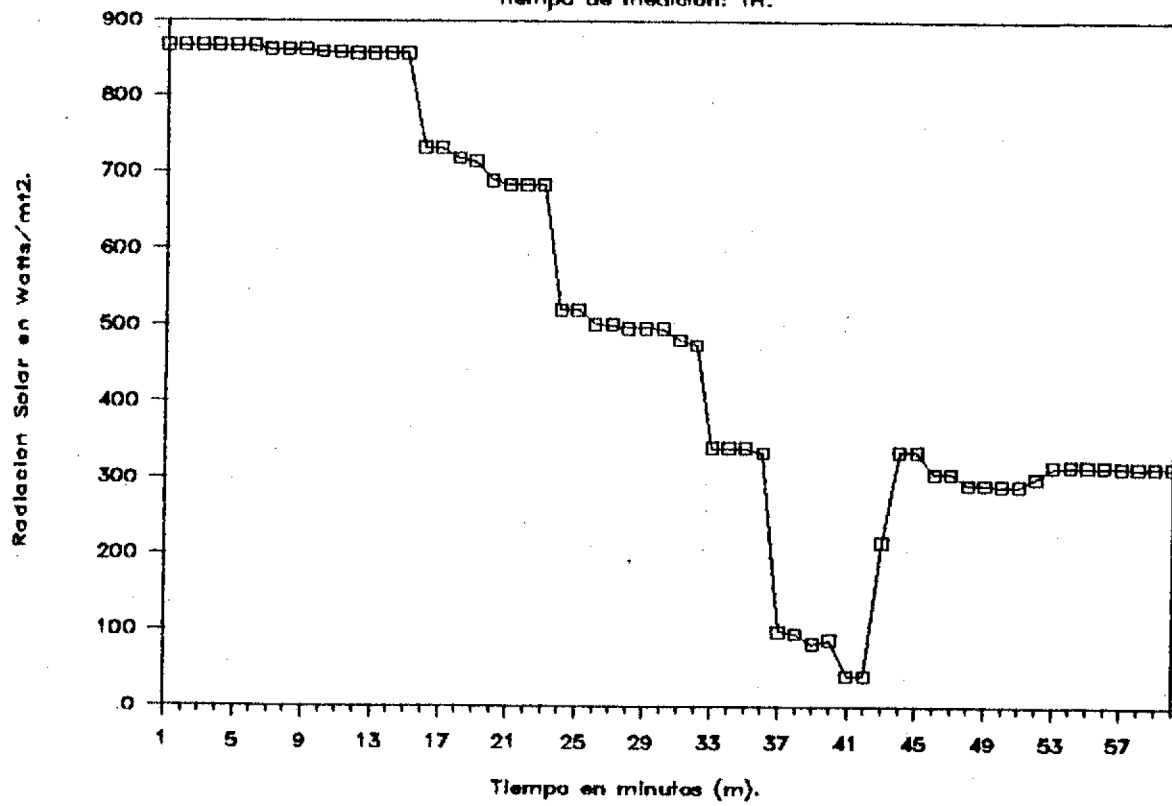
Tiempo de medicion: 1H.





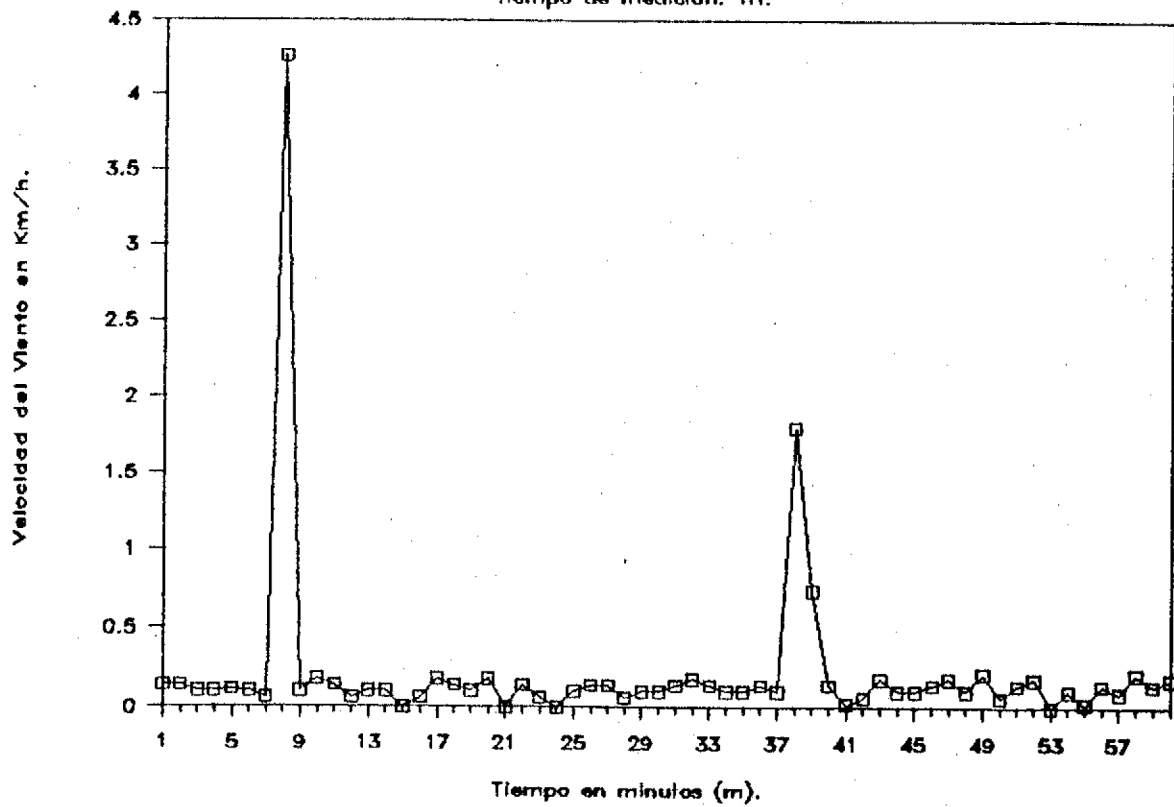
Radiacion Solar vrs. Tiempo

Tiempo de medicion: 1H.



Velocidad del Viento vrs. Tiempo

Tiempo de medicion: 1H.



Dirección del Viento vrs. Tiempo

Tiempo de medición: 1H.

