

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

ESCUELA DE INGENIERIA

“MEDIDOR DE pH Y TEMPERATURA DE ALTA EXACTITUD”

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA
PRESENTAN:**

**ELISEO ESTUDILLO ZAMORA
FCO. FERNANDO ANDRADE MENDOZA**

ENSENADA B.C., ABRIL DE 1998

MEDIDOR DE pH Y TEMPERATURA DE ALTA EXACTITUD

TESIS QUE PRESENTAN:

**ELISEO ESTUDILLO ZAMORA
FCO. FERNANDO ANDRADE MENDOZA**

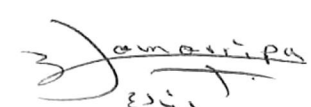
APROBADA POR:



**M.C. MIGUEL ANGEL PEREZ CHAVARRIA
DIRECTOR DE TESIS**



**M.C. HECTOR MEJIA VAZQUEZ
SINODAL**



**M.C. JESUS ZAMARRIPA TOPETE
SINODAL**



**M.C. HUMBERTO CERVANTES DE AVILA
SINODAL**



**ING. JUAN DE DIOS SANCHEZ LOPEZ
SINODAL**

Agradecimientos

A nuestro amigo y director de tesis Miguel Angel Pérez por su valiosas aportaciones y por darnos la oportunidad de trabajar en este proyecto.

Al INSTITUTO DE INVESTIGACIONES OCEANOLOGICAS por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Al M.C. Martin Hernández Ayón por haber cooperado con nosotros apoyandonos con su conocimiento en el area de química.

Al P. ING. Feliciano Dominguez Preciado por haber sido una de las personas que estuvo soportándonos y aconsejándonos durante la realización de este proyecto.

CONTENIDO

I	INTRODUCCIÓN.....	4
II	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INSTRUMENTO.....	5
	II.1 Principio de operación.....	6
	II.2 Características y especificaciones.....	9
III	CIRCUITERÍA ANALÓGICA.....	11
	III.1 Adquisición de pH.....	11
	III.2 Adquisición de temperatura.....	15
	III.3 Fuente de alimentación.....	19
	III.4 Conversión analógico - digital.....	19
IV	CIRCUITERÍA DIGITAL.....	22
	IV.1 El microcontrolador.....	23
	IV.2 La memoria.....	25
	IV.3 El reloj de tiempo real.....	25
V	PROGRAMACIÓN.....	27
	V.1 Introducción.....	27
	V.2 Programa de control.....	27
	V.2.1 Rutina de adquisición.....	28
	V.2.2 Rutina de intercomunicación.....	29
	V.2.3 Mandos del MEPHTAE.....	31
	V.3 Programa de intercomunicación.....	34
	V.4 Protocolo de comunicación.....	38
	V.5 Pruebas de campo.....	39
VI	CONCLUSIONES.....	47
	Bibliografía.....	48
	Apéndice I. Listado del programa en ensamblador.....	49
	Apéndice II. Programa WINPHT.....	70
	Apéndice III. Diagramas Electrónicos.....	75
	Apéndice IV. Mascarillas (PCB) del MEPHTAE.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama general del instrumento	7
Figura 2.2. Diagrama del principio de operación.....	9
Figura 3.1. Circuito equivalente del electrodo de pH.	13
Figura 3.2. Circuito de acondicionamiento para pH	14
Figura 3.3. Circuito de acondicionamiento para temperatura	17
Figura 4. Diagrama a cuadros del módulo DS2252T.....	22
Figura 4.1. Diagrama a cuadros del microcontrolador.....	24
Figura 5.1. Inicio del programa del MEPHTAE	28
Figura 5.2. Diagrama de flujo de la rutina de adquisición	29
Figura 5.3. Diagrama de flujo de la rutina de intercomunicación.....	30
Figura 5.4. Diagrama de flujo del mando “ E “	31
Figura 5.5. Diagrama de flujo del mando “ L “	32
Figura 5.6. Diagrama de flujo del mando “ P “	33
Figura 5.7. Diagrama de flujo del mando “ A “	34
Figura 5.8. Diagrama de flujo del mando Fecha.	35
Figura 5.9. Diagrama de flujo del mando Archiva.....	36
Figura 5.10. Diagrama de flujo del mando Programa.	37
Figura 5.11. Resultados obtenidos por el MEPHTAE y el termómetro HP.....	40
Figura 5.12. Gráfica del error entre el termómetro HP y el MEPHTAE.	41
Figura 5.13. Resultados del MEPHTAE para resistencias constantes	42
Figura 5.14. Gráfica del error entre el valor calculado y el obtenido por el MEPHTAE	43
Figura 5.15. Resultados obtenidos para el buffer pH 7.....	45
Figura 5.16. Resultados del barrido para el buffer pH 4.....	46
Figura 5.17. Ventana principal del programa WINPHT	72

LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1. Variación de voltaje de una sustancia con la temperatura..	15
Tabla 4.3. Selección de la alarma para el reloj de tiempo real.....	26
Tabla 5.1. Variación de los buffers pH 7 y pH 4 con la temperatura.....	44

MEDIDOR DE pH Y TEMPERATURA DE ALTA EXACTITUD

I INTRODUCCIÓN

El presente proyecto nació de la necesidad e importancia expresada por investigadores del área de Oceanografía Química del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California, de contar con un instrumento de alta exactitud para la medición de la concentración del ion de hidrógeno (pH) y temperatura en la investigación oceanológica.

Hasta el momento estos instrumentos son adquiridos en el mercado extranjero, debido a que no se fabrican en el país, por otra parte, el medidor de pH y temperatura de alta exactitud (MEPHTAE) reúne ciertas características, algunas de ellas no disponibles en los instrumentos comerciales afines: Bajo costo, totalmente programable, alta exactitud, intervalo de mediciones enfocado a las necesidades de la institución, gran autonomía y tecnología propia.

El objetivo de este trabajo es: diseñar y construir un instrumento para la medición de temperatura y pH con alta exactitud el cual incluye la circuiteria (apéndice I) y el circuito impreso (apéndice II) , con las siguientes características:

- Alta exactitud.
- Autonomía.
- Bajo costo.

II DESCRIPCIÓN GENERAL DEL INSTRUMENTO

El medidor de pH y temperatura de alta exactitud, está basado en el microcontrolador DS5002T el cual gobierna todo el sistema mediante un programa de control hecho en lenguaje ensamblador (apéndice IV) cuyas tareas son: la adquisición de las señales, el almacenamiento de datos y la recuperación de los mismos.

La medición de la temperatura y el pH se realizan mediante el uso de un termistor para el caso de la temperatura y un electrodo para el caso del pH, cada uno de estos sensores se acondiciona mediante sus respectivos circuitos cuya salida se conecta a un convertidor analógico a digital (A/D) para realizar el procesamiento de los datos en forma digital y posteriormente su almacenamiento en la memoria de estado sólido.

Ya que es un sistema energizado con baterías el cual puede estar en operación durante largos periodos de tiempo manteniendo la información en su memoria, toda la circuitería utilizada en este instrumento es de muy bajo consumo. Se encuentra alimentado con una batería alcalina comercial de 9V. La información almacenada en el MEPHTAE se recupera mediante una computadora personal la cual accesa al instrumento por el puerto serie, y con la ayuda de un programa amigable (apéndice III) se realiza la comunicación MEPHTAE↔COMPUTADORA↔USUARIO.

II.1 Principio de operación.

Como se puede apreciar en el diagrama a bloques del MEPHTAE que se muestra en la figura 2.1, consta del módulo DS2252T el cual cuenta internamente con un microcontrolador, un reloj de tiempo real y una memoria. El reloj de tiempo real es indispensable ya que debe tomar muestras a horas e intervalos de tiempo definidos por el usuario, además durante el tiempo que el sistema no se encuentre tomando muestras, todos los circuitos deben permanecer en modo de bajo consumo para ahorrar energía, despertando al sistema solo en momentos en que éste debe obtener muestras. Los únicos circuitos que siempre se encuentran energizados son las memorias de estado sólido y el reloj de tiempo real.

El instrumento también cuenta con una memoria de lectura/escritura que se utiliza para almacenar los datos recabados por la obtención de muestras de pH y temperatura además de información acerca del experimento que se encuentre en proceso.

Consta también de un convertidor analógico/digital para poder realizar la transformación de las señales analógicas a una forma digital para su posterior almacenamiento.

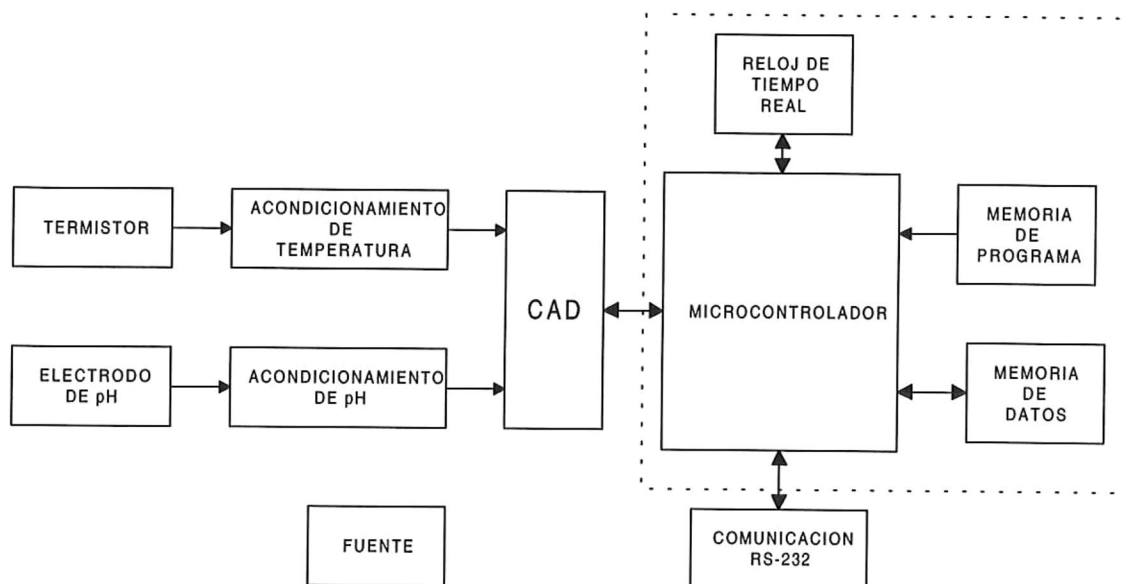


Figura 2.1 Diagrama general del instrumento.

El MEPHTAE tiene tres modos de operación a saber; *monitor*, *campo* y *comunicación*.

Modo monitor:

Este modo solo es válido cuando el instrumento se encuentra conectado a una computadora personal. Al encender el instrumento se verifica si se encuentra presente la interfaz de comunicación serie. Una vez que ésto ha sido verificado el MEPHTAE espera una instrucción proveniente del usuario para empezar a adquirir datos y almacenarlos a disco si así lo desea, ésto se realiza mediante el programa de intercomunicación. Cuando el microcontrolador recibe la orden de adquirir datos, éste lee los valores entregados por el convertidor A/D correspondientes a pH y temperatura, los

valores leídos se visualizarán en el monitor de la computadora personal y el MEPHTAE esperará a que se cumpla el intervalo entre muestras que le indicará tomar otra lectura.

Modo de campo:

En este modo de operación el MEPHTAE se programa con la fecha de inicio, fecha de fin e intervalo entre muestras del experimento. Una vez que se programa el instrumento, éste reduce su consumo de energía y queda en espera a que el reloj de tiempo real genere el pulso indicando que es hora de tomar lecturas, cuando esto sucede, se realiza la misma secuencia que en el modo *monitor* solo que en lugar de mostrar las lecturas en pantalla, éstas se almacenan en la memoria de lectura/escritura del sistema. Después de que se han realizado las lecturas, el sistema vuelve a su modo de bajo consumo hasta que nuevamente sea hora de tomar otra lectura o detecte la presencia de la interfaz de comunicación serie, en cuyo caso quedará en espera de algún mando proveniente del usuario para ejecutarlo.

Modo de comunicación:

Este también es válido solo cuando está conectado a la computadora, se utiliza tanto para programar el MEPHTAE como para recuperar los datos de memoria.

En la figura 2.2 se muestra el diagrama de flujo de los modos de operación.

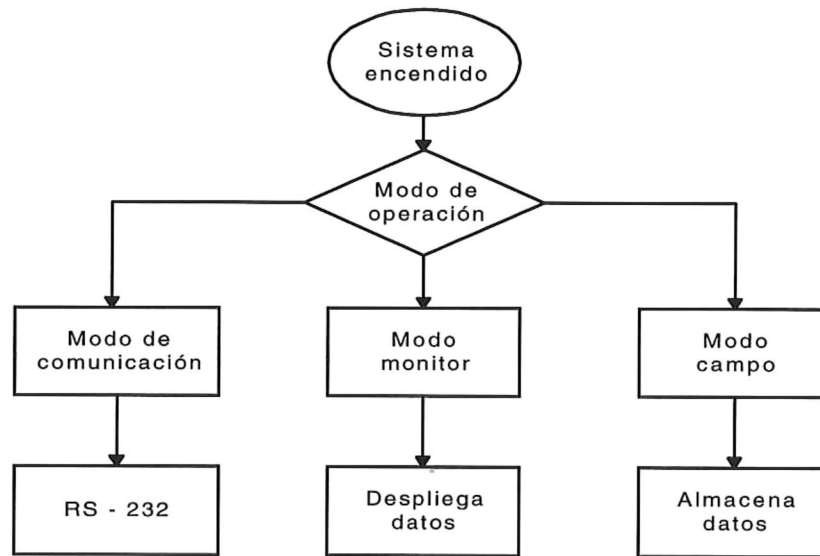


Figura 2.2 Diagrama del principio de operación.

II.2 Características y especificaciones.

Las características principales del MEPHTAE son las siguientes:

- **Alta exactitud.** Comparandolo con instrumentos comerciales, se logró igualar la exactitud de pH en 0.1 mV y se mejoró la temperatura a 0.01 °C, es decir, 20 veces la de un instrumento comercial ya que estos funcionan con 0.2 °C.
- **Almacenamiento de datos en memoria de estado sólido.** Para almacenar hasta 14,000 lecturas (7,000 de pH y 7,000 de temperatura) sin necesidad de que esté presente la computadora y poder recuperarlas posteriormente.
- **Bajo consumo de potencia.** Toda la circuiteria es de bajo consumo, la cual es energizada solo en momentos que debe tomar muestras, ya que de ello depende la capacidad del instrumento para permanecer en el campo operando adecuadamente.

Consumo en reposo : 1 mA

Consumo en operación : 15 mA.

- **Retención de datos hasta por 10 años en reposo.** Esto debido a que el módulo DS2252T cuenta con una batería de respaldo y que en ausencia de alimentación respalda tanto al reloj de tiempo real como a la memoria.

- **Totalmente programable.** El instrumento tiene la capacidad de ser programado con la fecha de inicio, fecha de fin e intervalo de muestreo.

- **Alimentación con una batería alcalina comercial de 9V.** Batería fácil de adquirir que no representaría ningún problema para reemplazarla.

Tiempo de duración en operación continua : 37 hrs.

- **Comunicación externa a través del puerto serie RS-232.** Puede ser accesada a través de un puerto serie RS-232 para programarlo, recuperar la información obtenida y almacenarla en disco duro de una computadora personal.

- **Bajo costo.** Dado que el instrumento es totalmente construido en el IIO, es una opción más económica que adquirirlo comercialmente.

Las especificaciones principales de los sensores son las siguientes:

pH

Sensor	Electrodo de vidrio CORNING 476541.
Intervalo	0 a 14 unidades de pH ó de 412 a -412 mV.
Exactitud	± 0.1 mV.
Resolución	0.1 mV.

TEMPERATURA

Sensor	Termistor CSP60BA252M
Intervalo	0 a 40 °C.
Exactitud	± 0.01 °C.
Resolución	0.01 °C.

III CIRCUITERÍA ANALÓGICA

La circuitería analógica está básicamente constituida por los circuitos de acondicionamiento de señal, reguladores de voltaje y el convertidor analógico-digital. Todos los dispositivos utilizados en esta etapa se seleccionaron principalmente por su bajo consumo de energía, tal es el caso de los reguladores de voltaje para la alimentación del sistema y de los amplificadores operacionales que se emplearon en los circuitos acondicionadores de señal. La elección del convertidor A/D fue en base a sus muy particulares características que simplificaron considerablemente las etapas de adquisición de señales.

III.1 Adquisición de pH.

El pH es una unidad de medida la cual nos indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución y se mide en una escala de 0 a 14. El término pH se deriva de "p" el símbolo matemático del logaritmo negativo, y "H" el símbolo químico del Hidrógeno. La definición formal de pH es el logaritmo negativo de la actividad del ion de Hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

El valor de pH de una sustancia está directamente relacionado a la razón de las concentraciones del ion de Hidrógeno $[\text{H}^+]$ y el ion hidroxil $[\text{OH}^-]$. Si la concentración H^+ es mayor que la concentración OH^- , el material es ácido; en estos casos el valor de pH es menor de 7. Si la concentración OH^- es mayor que la concentración H^+ , el material es básico, con un valor de pH mayor que 7. Si se encuentran presentes cantidades iguales de iones H^+ y OH^- , el material es neutro, con un pH de 7.

Para medir el pH de una sustancia se puede utilizar un papel indicador de pH, el cual cambia de color conforme varía el nivel de pH. Estos indicadores tienen limitaciones en su exactitud, y pueden ser difíciles de interpretar correctamente en muestras de colores muy parecidos.

Mediciones más exactas se obtienen utilizando un electrodo de pH, el cual consta de 2 partes principales. Un electrodo de medición de pH y un electrodo de referencia. El electrodo sensor de pH consiste de un tubo de vidrio con tapa, un electrodo de alambre (generalmente es de cable coaxial blindado) que va por el centro del tubo y termina en un electrodo de referencia interno. El fondo del bulbo del electrodo se llena con una solución caracterizada con un pH constante, el electrodo se sumerge en esta solución para humedecer la superficie interior de una membrana de un vidrio especial y la superficie exterior de esta membrana está en contacto con la solución que se va a medir. El potencial de este electrodo es una función de la actividad de los iones de Hidrógeno libre y un valor E_0 , el cual se supone como el potencial del sistema en reposo, es decir cuando el pH del sistema es cero. El electrodo de referencia consiste también de un tubo con tapa, en cuyo interior tiene un electrodo de alambre que se sumerge en una solución que está en contacto con una solución salina, y ésta se pone en contacto con la solución que se va a medir. En este electrodo, su potencial no varía con la actividad del Hidrógeno, por lo cual es solo función del valor de E_0 . Idealmente el voltaje producido por el electrodo de pH es de cerca de 60 mV por unidad de pH.

El circuito equivalente para un electrodo de pH se muestra en la figura 3.1, en donde E_{pH} depende del pH de la solución y usualmente no excede de ± 0.5 volt a escala completa. La resistencia interna R_p típicamente es de 250 M Ω a 1 G Ω .

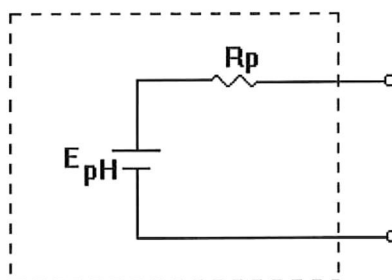


FIGURA 3.1 Circuito equivalente del electrodo de pH

Para poder realizar la medición del voltaje de salida del sensor fue necesario contar con un circuito acondicionador de señal debido a que éste entrega niveles de corriente muy bajos. Para medir niveles de voltaje extrayendo muy poca corriente de la fuente se necesita un dispositivo con una impedancia muy alta de entrada de manera que la corriente no fluya hacia el medidor de voltaje. El dispositivo que hace lo anterior es el amplificador operacional OP-80.

En la figura 3.2 se muestra el circuito acondicionador de la señal para la adquisición de pH, como se puede apreciar, la configuración que se utilizó es la de seguidor de voltaje, porque presenta una muy alta impedancia de entrada por lo que extrae una corriente despreciable de la fuente que en este caso es el sensor de pH, y es el fin que se persigue además de que el voltaje a la salida es el mismo que el proporcionado por el electrodo de pH.

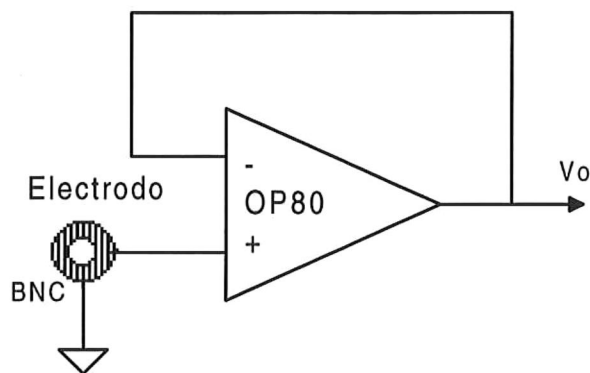


Figura 3.2 Circuito de acondicionamiento para pH

Dado que la salida entregada por el electrodo de pH es muy pequeña y susceptible a campos electromagnéticos, fue necesario tomar ciertas medidas que previnieran algún tipo de interferencia tanto para el electrodo como para el circuito de acondicionamiento.

La primera medida que se tomó fue la de aislar el circuito de acondicionamiento de pH en un impreso separado de la demás circuitería y encerrarlo en una caja metálica (jaula de Faraday).

La segunda medida consistió en no insertar la terminal de entrada del operacional al impreso, sino levantarla y usar una barra de teflón como aislante y hacer ahí las conexiones en el aire.

La tercera medida fue la de conectar la salida del circuito de acondicionamiento al convertidor por medio de alambre coaxial. Aunque tal medida no es muy necesaria dado que a la salida del circuito la señal ya esta reforzada.

Ahora la salida del operacional puede ser conectada ya sea a una etapa amplificadora de señal o directamente al convertidor analógico-digital, para que los valores de voltaje entregados puedan ser procesados en forma digital.

El electrodo sensor de pH que se seleccionó para el MEPHTAE es el número 476541 de la compañía CORNING, el cual entrega una voltaje de -414 mV para un pH de 0 y +414 mV para un pH de 14.

El pH es un parámetro muy sensible a cambios de temperatura, de aquí la importancia de la medición de temperatura. En la tabla 3.1 se muestran los valores de voltaje para una misma muestra de pH pero a diferentes temperaturas.

Temperatura (° C)	Vsalida (Volts)
18	0.3380
20	0.3379
25	0.3376
30	0.3371
35	0.3365
38	0.3361
40	0.3358

Tabla 3.1 Variación de voltaje de una sustancia con la temperatura
(Gileady Kirowa, Interfacial electrochemistry, advanced book program, 1995)

III.2 Adquisición de temperatura.

La temperatura es uno de los parámetros físicos más frecuentemente medidos. Uno de los sensores más utilizados para realizar su medición es el termistor.

Los termistores son elementos de material semiconductor los cuales ofrecen un cambio grande en su resistencia cuando ocurre un cambio en la temperatura de su cuerpo. La palabra termistor realmente es una contracción de las palabras "thermal resistor". Existen dos tipos de materiales, los que aumentan su resistencia cuando aumenta la temperatura, estos son los materiales de coeficiente térmico positivo (CTP) y los que disminuyen su resistencia al aumentar la temperatura, que se denominan de coeficiente térmico negativo (CTN), mismos que son más comunes. Los materiales que se utilizan en la fabricación de los CTN, generalmente son óxidos de metal tales como

Manganeso, Níquel, Cobalto, Cobre, Tantalio, etc. Los termistores son baratos y tienen una muy alta sensibilidad comparados con la mayoría de los sensores de temperatura, debido a esto, usualmente son la mejor elección para mediciones que requieren alta resolución. Su alcance de medición puede ser de hasta 500 °C. Su curva de respuesta no es una función lineal pero es predecible ya que se trata de una exponencial. Sus principales características son: Bajo precio, alta resolución, buena exactitud, buena precisión y tiempo de respuesta rápido. Debido a lo anterior se eligió un termistor para realizar la adquisición de la temperatura.

El termistor seleccionado fue el CSP60BA252M dada su alta exactitud de 0.01° C. Tiene una resistencia nominal de 2609Ω a 25°C. La ecuación que describe la variación de la resistencia con respecto a la temperatura es la siguiente:

$$R_t = \exp\left(A_0 + \frac{A_1}{T} + \frac{A_2}{T^2} + \frac{A_3}{T^3}\right) \quad (1)$$

donde:

$$A_0 = -5.302542004227D+00$$

$$A_1 = +4.322876104713D+03$$

$$A_2 = -1.075058065068D+05$$

$$A_3 = -3.186736667189D+06$$

T= Temperatura absoluta en °K.

$$T = ^\circ\text{C} + 273.15$$

En la figura 3.3 se puede observar el circuito acondicionador de señal que se realizó. El cual consiste en un circuito puente que convierte el cambio de resistencia del termistor en un cambio de voltaje. Como se puede ver en la ecuación (1), la resistencia del termistor no es lineal con respecto a la temperatura.

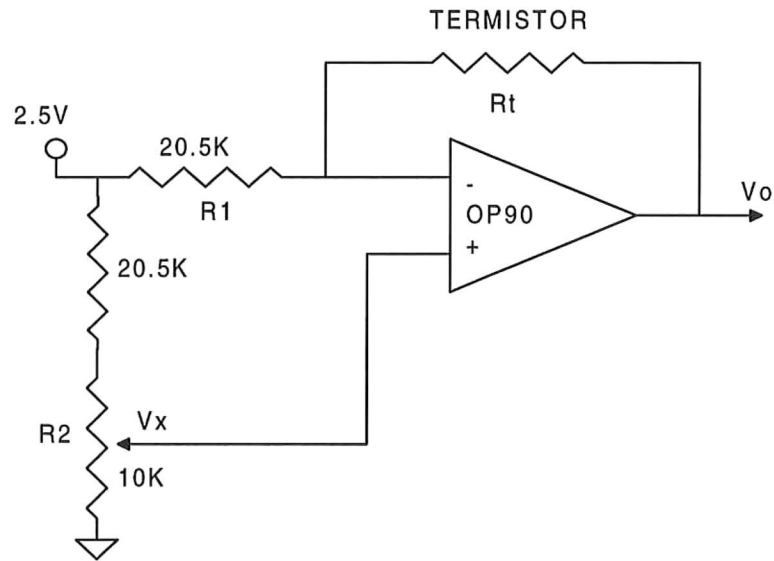


Figura 3.3. Circuito de acondicionamiento para temperatura

La resistencia que tendrá el termistor cuando queramos que la salida sea cero del operacional es 7526Ω que corresponde a 0°C y para la cual se ajusta un voltaje V_x a través del potenciómetro (R_2) para que la salida del operacional sea igual a 0V en el límite inferior del intervalo de medición y para el límite superior la salida será de 0.635V . La relación de salida - entrada esta dada por:

$$V_0 = V_x + \frac{(V_x - 2.5\text{V})R_t}{R_1} \quad (2)$$

Para obtener el valor de la temperatura partiendo del voltaje de salida del circuito, primeramente se despeja R_t de la ecuación anterior obteniendo :

$$R_t = \frac{(V_o - V_x)R_1}{V_x - 2.5V} \quad (3)$$

Después de obtener R_t se obtiene la temperatura en °C por medio de la siguiente fórmula:

$$T(^{\circ}C) = \frac{1}{b_0 + b_1(\ln R_t) + b_2(\ln R_t)^2 + b_3(\ln R_t)^3} - 273.15 \quad (4)$$

donde:

$$b_0 = 1.257500097 \quad E -03$$

$$b_1 = 252.884515772 \quad E -06$$

$$b_2 = 9.5887048253 \quad E -07$$

$$b_3 = 9.81254757771 \quad E -08$$

Como la respuesta del termistor es no lineal, fue necesario contar con una expresión que linealizara los datos obtenidos y es lo que hace la ecuación anterior.

Para obtener estas constantes se eligieron cuatro valores de temperatura y se sustituyeron sus valores respectivos de resistencia en la ecuación (4) quedando un sistema de ecuaciones lineales 4x4 el cual se resuelve para obtener dichas constantes.

Lo anterior es transparente al usuario ya que las fórmulas anteriores se incorporan al programa de intercomunicación por lo que el usuario simplemente observa el valor de la temperatura en grados centígrados.

III.3 Fuente de alimentación.

La circuitería de alimentación se compone de una batería alcalina comercial de 9V y de los circuitos ICL7663 y ICL7660.

El ICL7663 es un regulador de voltaje que se encarga de entregar +5V con lo que se alimenta todo el sistema. Se seleccionó este regulador debido a su muy bajo consumo de energía (20 μ A máximo) y a que ocupa pocos componentes externos, además de tener la capacidad de permanecer en estado de bajo consumo con solo poner +5V en una de sus terminales.

El ICL7660 es un regulador de voltaje negativo que nos proporciona -5V para fin de alimentar los amplificadores operacionales de la etapa de adquisición de señales. Es un circuito con bajo consumo de energía (200 μ A máximo), este dispositivo se alimenta de la salida del regulador ICL7663.

III.4 Conversión analógico - digital.

La etapa de conversión analógico-digital es indispensable para poder realizar el procesamiento de datos en el instrumento, ya que este se basa en un microcontrolador el cual para su funcionamiento necesita información en forma digital.

El dispositivo empleado para realizar la conversión de las señales analógicas provenientes de los circuitos acondicionadores de señal de ambos sensores (pH y temperatura) es el AD7713AN.

El AD7713AN está diseñado especialmente para aplicarlo en mediciones de bajas frecuencias y en señales muy pequeñas en las cuales se requiera eliminar niveles muy bajos de ruido que puedan interferir con la señal, como es nuestro caso. Tal dispositivo

emplea una técnica de conversión sigma-delta con una resolución de 24 bits, sin embargo, el fabricante sólo nos asegura 21 bits sin error. Internamente contiene un filtro pasabajas y un amplificador que son configurados via programación tanto la frecuencia de corte como la ganancia del amplificador. La frecuencia de muestreo del convertidor es determinada por la frecuencia de corte del filtro además junto con la ganancia del amplificador determinan la cantidad de ruido presente a la salida del convertidor y así los bits efectivos de la conversión. Cuenta además con tres entradas analógicas lo que nos ahorra el uso de un multicanalizador. Dos de las tres entradas son diferenciales y puede admitir señales de $\pm 2.5V/V_{ref}$ máximo, la tercer entrada puede admitir señales de $+4(V_{ref})/Ganancia$ máximo.

Sus características principales son las siguientes:

- 24 bits de resolución.
- Tres canales de entrada.
- Ganancia programable (1 a 128).
- Filtro pasabajas con frecuencia de corte programable.
- Salida programable para ser de 16 o 24 bits.
- Una sola fuente de alimentación.
- Bajo consumo de corriente (menos de 1mA).
- Interfaz serie bidireccional compatible con microcontroladores.

Una característica muy importante de este convertidor es que cuenta con varios modos de autocalibración programable para eliminar al máximo el error en la conversión.

La manera en que es utilizado el convertidor en el MEPHTAE es la siguiente:

Cada señal proveniente de los circuitos acondicionadores de los sensores se conecta a un canal de entrada del convertidor analógico/digital. Se programa el filtro pasabajas del convertidor para una frecuencia de corte de aproximadamente 20 Hz, una ganancia de 4 para el pH, y 16 para la temperatura, se programa para que entregue una palabra de 16 bits. Como el voltaje de referencia es de 2.5V y tomando en cuenta las ecuaciones anteriores, el convertidor aceptará una entrada de $\pm 0.625V$ para el caso de pH y de .625V para la temperatura.

Se eligió uno de los modos de calibración que fue el que más se adecuó a las necesidades del instrumento. Cuando se activa este modo de autocalibración, se está monitoreando en cada conversión el voltaje de referencia, esto se hace internamente al cortocircuitar la entrada y el voltaje de referencia. Su mayor ventaja de este modo es que el usuario no se tiene que estar preocupando por recalibrar este dispositivo.

Lo anterior lo realiza el instrumento automáticamente al momento de encenderse mediante el programa que se encuentra en la memoria. En este momento el convertidor queda preparado para iniciar la conversión cuando se lo indique el microcontrolador y transmitir el valor a éste.

IV CIRCUITERIA DIGITAL

La etapa digital está compuesta por el módulo DS2252T, el cual, por las mismas características del instrumento, es un dispositivo de muy bajo consumo y además presenta la particularidad de ser un encapsulado tipo SIMM con opción a DIP. El módulo está formado por el microcontrolador DS5002 de 8 bits, memoria DS2257 (32K) de datos y programa, además de un reloj de tiempo real DS1283 como se muestra en la siguiente figura.

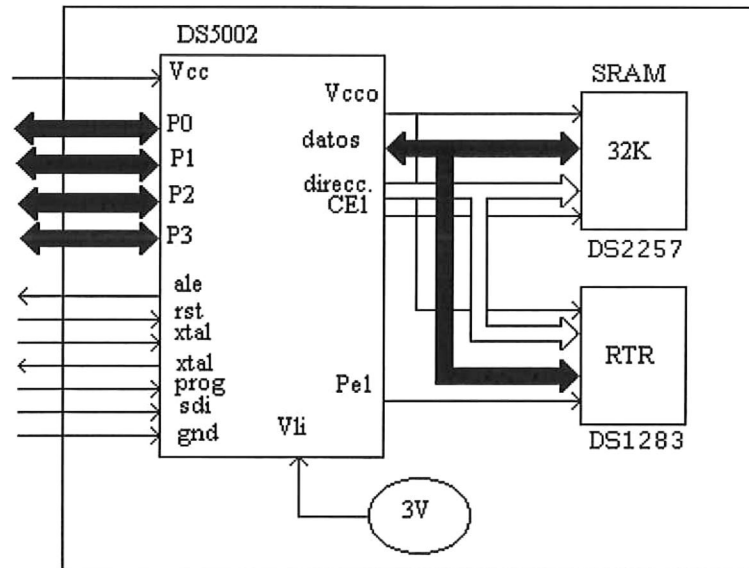


Figura 4.0. Diagrama a cuadros del módulo 2252T

Las principales ventajas de este módulo son las siguientes:

- Batería de respaldo hasta por 10 años en reposo.
- Protección contra escritura.
- Programación vía puerto serie de la computadora personal.

IV.1 El microcontrolador.

Posee las siguientes características:

- Juego de instrucciones compatibles con el 80C31.
- 128 octetos de memoria de lectura/escritura interna.
- Capacidad de comunicación serie.
- Bajo consumo de energía.
- Dos temporizadores/contadores de 16 bits.
- Modo de bajo consumo.
- Interrupción para detectar la caída o falta de alimentación.

Este microcontrolador está basado en una arquitectura totalmente compatible con el 80C31, la cual se muestra en la siguiente figura.

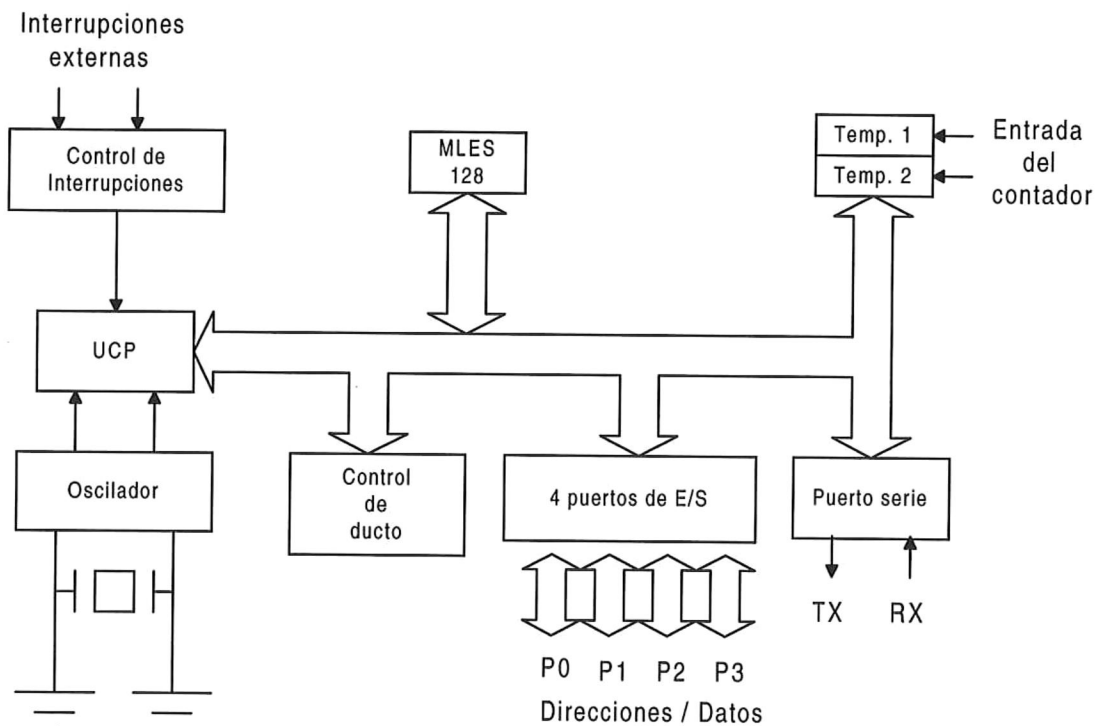


Figura 4.1. Diagrama a cuadros del microcontrolador

El microcontrolador nos ofrece dos modos de reducción de energía, ambos son activados via programación, estos modos pueden ser utilizados cuando no se requiera ningún procesamiento por parte del microcontrolador y esté operando con un voltaje normal. Dichos modos son conocidos como *reposo* y *paro*.

En el modo de *reposo* se suspende la actividad de la Unidad Central de Procesamiento (UCP) pero continúan su operación los puertos de entrada/salida, los temporizadores/contadores y el puerto serie. Una vez que se encuentra en el modo de *reposo*, el microcontrolador conserva el estado de la UCP, contador de programa, pila, acumulador, banderas, y la memoria de lectura/escritura interna. Hay dos formas de terminar el estado de *reposo*, la primera es con una interrupción que haya sido previamente habilitada antes de entrar al modo de *reposo*, la segunda manera es mediante una inicialización externa del microcontrolador.

En el modo de *paro*, la operación del oscilador se suspende por lo que no se generan señales para la UCP y la circuitería de entrada/salida, de tal forma que no se pueden mantener los estados anteriores. La única forma de salir del estado de *paro* es mediante una inicialización externa del microcontrolador.

Para nuestro caso, el modo de reducción de energía utilizado es el de *reposo* debido a que sus características se adecuaban más a la estructura y diseño del programa.

IV.2 La memoria.

El módulo usa una sola memoria de lectura/escritura de 32 Koctetos con tecnología no volátil para el almacenamiento de los datos y el programa, puede ser usada como memoria de programa, de datos o una combinación de ambas. El microcontrolador accesa a esta memoria mediante el ducto interno y además protege el espacio asignado como programa para que no se escriba sobre él.

Al proceso de dividir un espacio de memoria común entre programa y datos es llamado “partición”, que es la dirección seleccionada por el usuario que divide el segmento de programa del segmento usado como memoria de almacenamiento, otro término asociado es el “intervalo” el cual define la cantidad de memoria del módulo. Ambos parámetros se definen programando los registros adecuados

IV.3 Reloj de tiempo real.

El reloj cuenta con un oscilador propio de 32 KHz el cual es independiente del microcontrolador.

Nos provee información del tiempo incluyendo centésimas de segundo, segundos, minutos, horas, días del mes y año. Entrega la información del tiempo y calendario en formato BCD y es accesado a través del ducto de memoria interna pero como un periférico para no interferir con el mapa de memoria.

Para inicializar el reloj solo hay que escribir la fecha, hora y configurar los registros de control.

Una de las características de éste reloj es la de poder dar una interrupción a diferentes condiciones definidas por el usuario, como se muestra en la siguiente tabla.

MINUTO	HORA	DIA	CONDICION DE ALARMA
1	1	1	Alarma por minuto.
0	1	1	Alarma cuando los minutos son iguales a los minutos actuales.
0	0	1	Alarma cuando los minutos y horas son iguales a los actuales.
0	0	0	Alarma cuando los minutos, hora y dia son iguales a los actuales.

Tabla 4.3 Selección de la alarma para el reloj de tiempo real

El microcontrolador reconocerá la interrupción a través de la terminal INT0 para hacer el procesamiento necesario.

V PROGRAMACIÓN

V.1 Introducción.

En este capítulo se describen brevemente los programas de los modos de funcionamiento del MEPHTAE. Consta de dos programas, el primero se encuentra en la memoria del módulo y se realizó en lenguaje ensamblador, el segundo se encuentra en la computadora y fue hecho en lenguaje Visual Basic para Windows.

V.2 Programa del control.

El programa de control almacenado en la memoria de lectura exclusiva se ejecuta siempre que el sistema es energizado, para que esto ocurra existen dos posibilidades. La primera sucede cuando el sistema se conecta a la computadora y la segunda ocurre cuando el sistema detecta que es tiempo de tomar una lectura de pH y temperatura.

En el primer caso se ejecuta el programa de control y se detiene en un lazo de espera hasta que le sea enviado algún carácter válido. En el otro caso ejecuta la rutina de adquisición y una vez terminada regresa a su estado de reposo. Esto se ilustra en la figura 5.1.

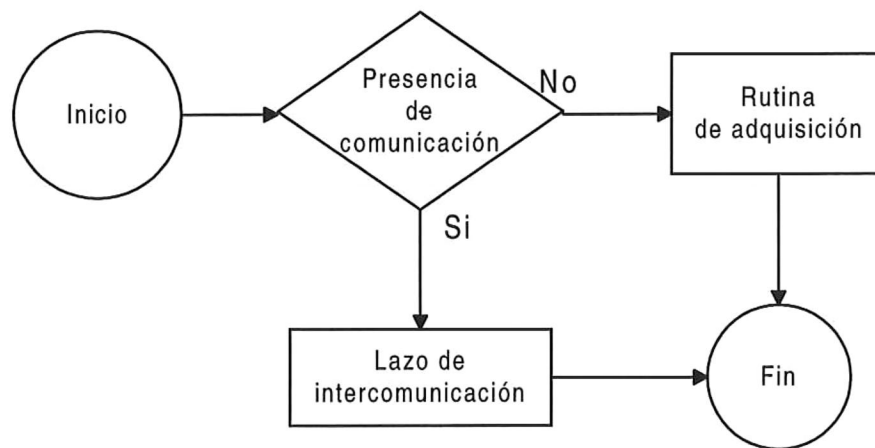


Figura 5.1 Inicio del programa del MEPHTAE

V.2.1. Rutina de adquisición.

Una vez que el MEPHTAE ha sido programado, éste pasa al estado de bajo consumo y espera a que sea hora de empezar a adquirir datos.

Cuando se cumplió el tiempo para adquirir una nueva muestra, adquiere los primeros datos correspondientes a las lecturas de pH y temperatura, se almacenan en la memoria del sistema y se incrementan los contadores del número total de muestras tomadas. En caso de que los contadores sean iguales a los máximos, el sistema deshabilita la interrupción del reloj de tiempo real y se pone en reposo. Como se muestra en la figura 5.2.

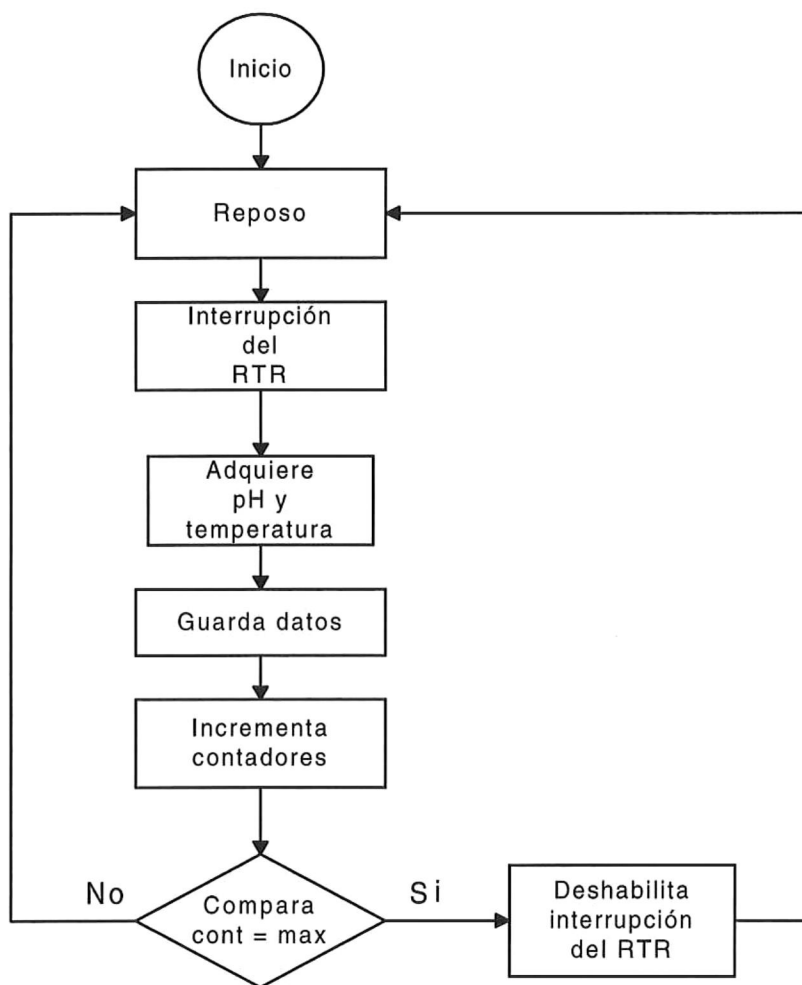


Figura 5.2. Diagrama de flujo de la rutina de adquisición

V.2.2 Rutina de intercomunicación.

Una vez que el MEPHTAE se encuentra conectado a una computadora personal, se da por hecho que no se encuentra en el campo, y por lo tanto no interesa la adquisición y almacenamiento de datos, pero sí la ejecución de algunas de las funciones

de intercomunicación. Para que ocurra lo anterior, el medidor entra en un lazo de espera, verificación y ejecución de los mandos como se puede apreciar en la figura 5.3.

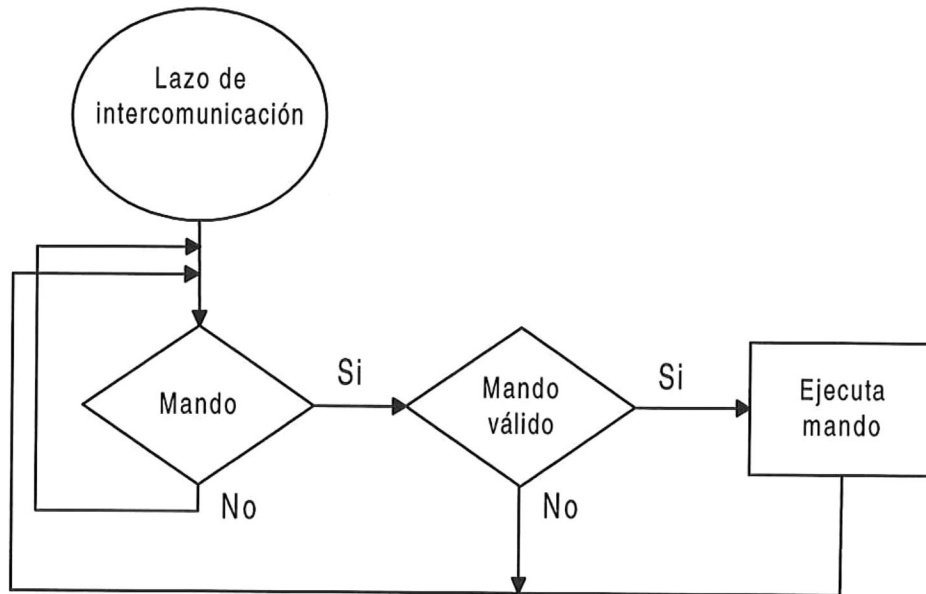


Figura 5.3. Diagrama de flujo de la rutina de intercomunicación

Cuando el mando es verificado y resulta ser no válido, entonces el instrumento vuelve a reposo en espera de otro mando.

A continuación se describen algunos de los mandos del MEPHTAE así como el diagrama de flujo de cada uno de ellos.

V.2.3. Mandos del MEPHTAE.

MANDO E < Descarga lecturas >

La finalidad de éste mando es recuperar el total de lecturas realizadas hasta el momento de efectuarse la comunicación. La descarga se efectúa enviando dato por dato (estos datos son enviados en un protocolo (INTEL) que se explica con mayor detalle en la sección V.4) hasta que se envía el último y recibe una señal de que se recibió bien. A continuación se muestra el diagrama de flujo de éste mando.

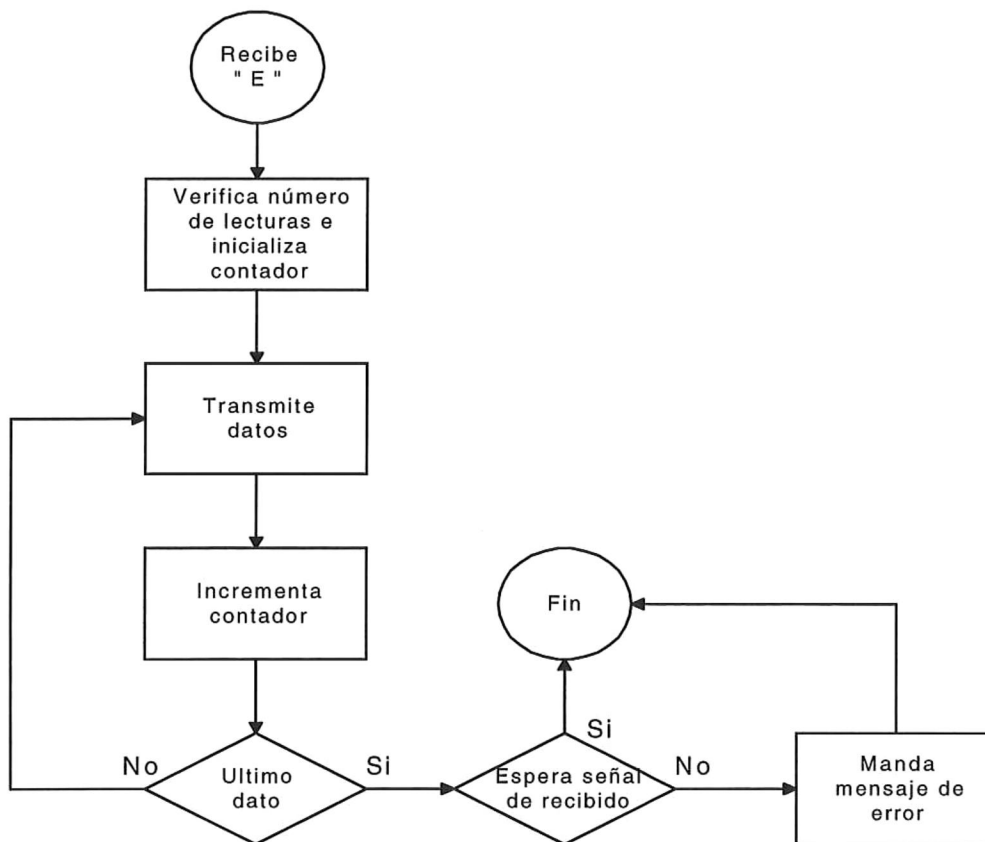


Figura 5.4. Diagrama de flujo del mando "E"

MANDO "L" <Transmite fecha y hora del reloj de tiempo real>

Este mando sirve para informar al usuario la fecha y hora contenidas en el reloj de tiempo real. Una vez que se identifica el mando "L" se transmite la información conteniendo fecha y hora. En la figura siguiente se muestra el diagrama de flujo de éste mando.

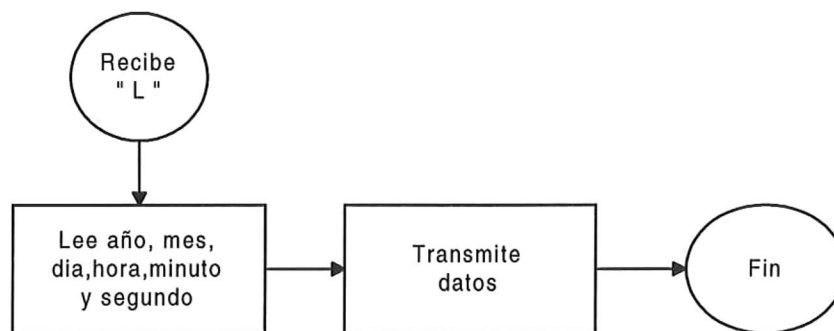


Figura 5.5. Diagrama de flujo del mando "L"

MANDO "P" < Actualiza los parámetros de operación >

La finalidad de éste mando es actualizar los parámetros de operación del MEPHTAE para un nuevo experimento. La figura 5.6 muestra el diagrama de flujo del mando "P".

El caracter "P" es seguido de información del experimento que va a iniciar, la fecha y hora de inicio de este nuevo experimento, la fecha y hora de fin del mismo y el

intervalo de muestreo. Esta información se almacena en la memoria de lectura/escritura y además, se inicializa el contador de lecturas.

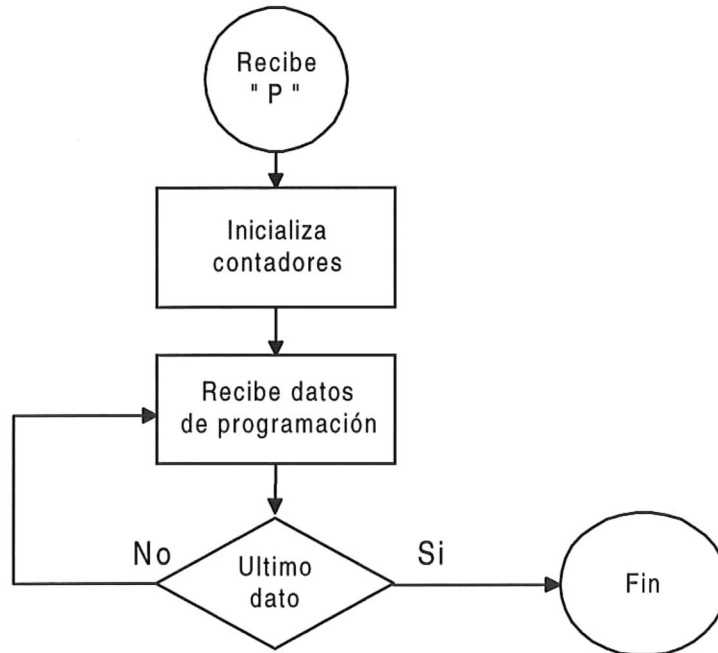


Figura 5.6. Diagrama de flujo del mando "P"

MANDO "A" < Actualización de la fecha y hora del reloj de tiempo real >

Este mando tiene como objetivo el actualizar el reloj de tiempo real con la fecha y hora actuales.

El caracter "A" es precedido de 5 octetos de datos, estos contienen: Año (0-99), mes (1-12), día (1-31), hora (0-23) y minuto (0-59). Después de recibir estos datos se procede a actualizar el reloj de tiempo real con los datos anteriormente descritos y se inicializa el contador de segundos a cero.

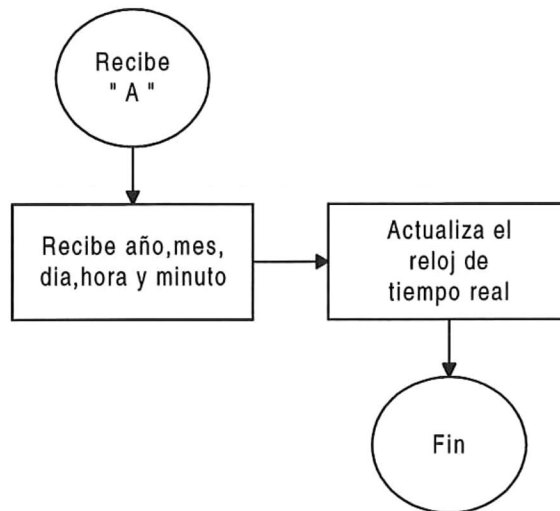


Figura 5.7. Diagrama de flujo del mando "A"

V.3 Programa de intercomunicación.

Para que el MEPHTAE pueda ser utilizado, es necesario contar con un dispositivo capaz de darle instrucciones y de extraer los datos que tenga almacenados. Es para ésto que se utiliza una computadora personal la cual se le conecta por medio de su puerto serie. El programa de intercomunicación fue realizado en language Visual Basic en ambiente WINDOWS que sirve para facilitar la comunicación del usuario con el MEPHTAE.

El programa al iniciar su operación lo primero que realiza es solicitar al usuario abrir el puerto de comunicación serie, después de ésto inicializa la velocidad de transmisión y presenta el menú principal desde donde pueden efectuarse los mandos que a continuación se explican.

MANDO "FECHA".

La ejecución de éste mando sirve para actualizar la fecha y hora del reloj de tiempo real del MEPHTAE.

Una vez que se elige éste mando, se despliegan en la pantalla la fecha y hora que tiene el reloj de tiempo real y cuestiona al usuario si se va a realizar algún cambio en la fecha y hora ó si prefiere cancelar la ejecución del mando. Si se decide lo último los datos en el reloj de tiempo real permanecerán sin cambios, pero si se decide cambiar, entonces se preguntará al usuario el año, mes, día, hora y minutos para después actualizar el reloj de tiempo real con los nuevos datos introducidos por el usuario.

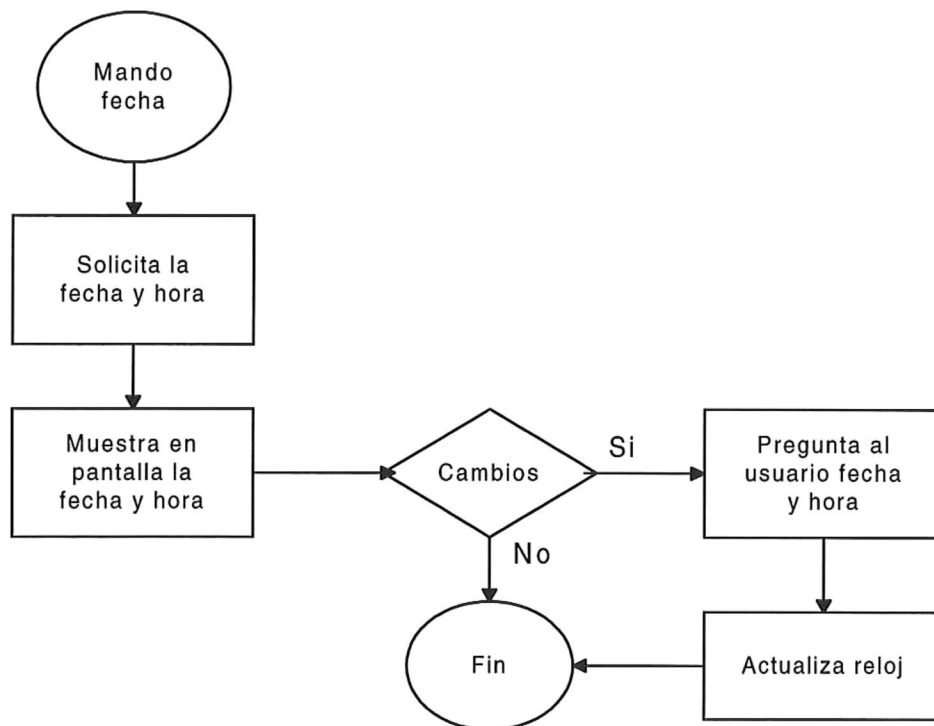


Figura 5.8. Diagrama de flujo del mando "Fecha"

MANDO "ARCHIVO".

La ejecución de éste mando tiene por objeto almacenar todas las lecturas hechas durante un experimento, en un archivo. En el archivo se guardarán la fecha y hora de inicio del experimento, el intervalo entre muestras, y las lecturas obtenidas del mismo.

Cuando se ejecuta este mando el programa pide al usuario un nombre para el archivo en que se almacenarán los datos, asegurándose de no sobrescribir en un archivo ya existente a menos que el usuario lo especifique. Una vez realizado lo anterior se establece la comunicación computadora personal-instrumento para que cada dato que envíe el MEPHTAE sea procesado, cuando el número total de datos ha sido recibido y procesado se guardan en el archivo.

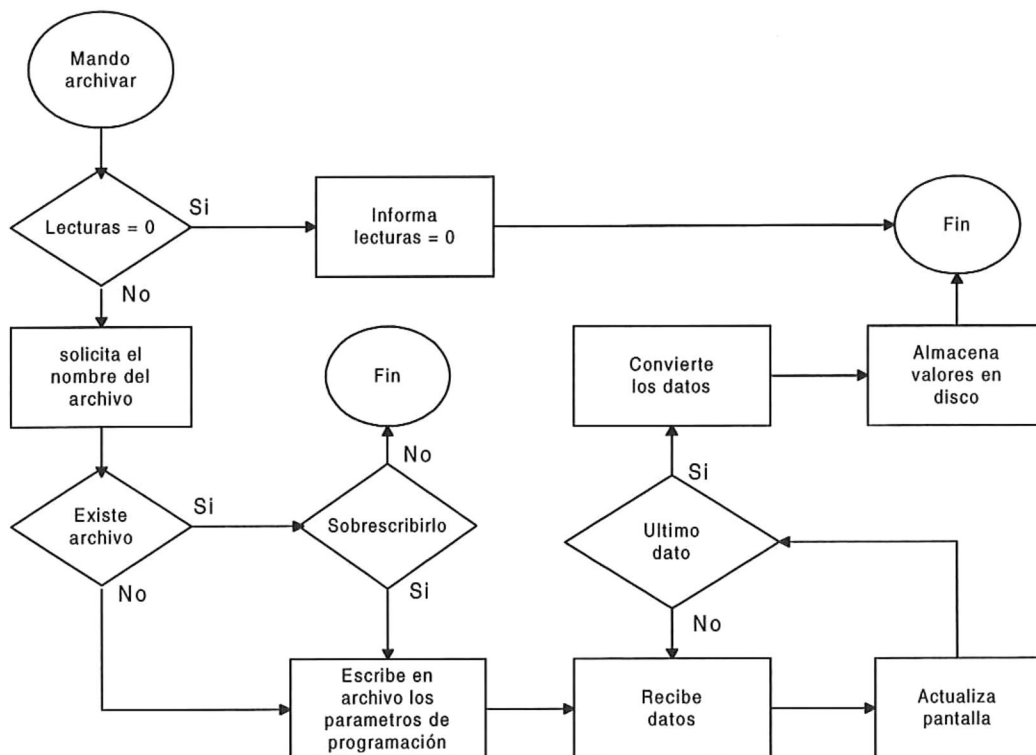


Figura 5.9. Diagrama de flujo del mando "Archivo"

MANDO "PROGRAMA".

Cuando el usuario elige éste mando, el programa verifica si la información existente en la memoria del MEPHTAE ha sido recuperada o no. En caso de que no haya sido así avisa al usuario de la posible pérdida de datos si se continua con la ejecución del mando. Lo anterior sucede debido a que al momento de programarse un nuevo experimento los nuevos parámetros se sobrescriben a los anteriores.

Cuando se programa un nuevo experimento el programa pide al usuario el encabezado del experimento, los parámetros como son fecha, hora de inicio y fin de experimento así como el intervalo entre muestras. Ya que se ha realizado ésto se muestran en pantalla todos los parámetros para que el usuario tenga oportunidad de revisar toda la información proporcionada antes de ser programada.

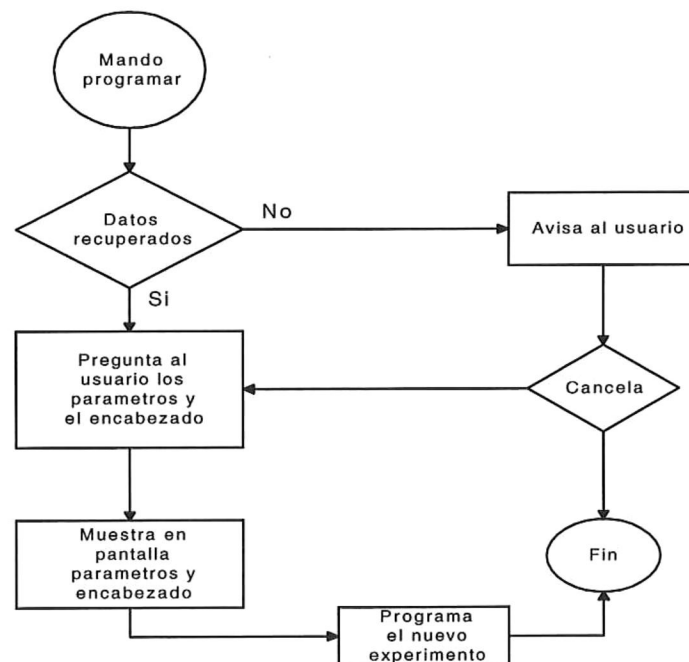


Figura 5.10. Diagrama de flujo del mando "Programa"

V.4 protocolo de comunicación.

Para darle confiabilidad al instrumento, es necesario asegurar que la transferencia de datos e información entre éste y la computadora personal se lleve a cabo de una manera segura y libre de errores, para lo cual se decidió usar el protocolo INTEL HEX el cual lleva el siguiente formato.

<ENCABEZADO><INFORMACION EN HEXADECIMAL><TERMINACION>

:ll aaaa tt dd..dd xx

En donde:

- : Indica el inicio de la cadena a transmitir.
- ll La longitud en octetos de la cadena.
- aaaa Dirección donde se desea cargar la información.
- tt Fin del encabezado.
- dd Información en formato hexadecimal que se desea transmitir.
- xx Es la terminación, la cual es el checksum de todo el formato, incluyendo el encabezado.

Como ejemplo, para transmitir la letra A, quedaría de la siguiente manera:

:0100000041BE

El checksum BE es la suma y complemento a 2 de los bytes significativos de toda la cadena.

V.5 PRUEBAS DE CAMPO.

En éste capítulo se describe el proceso de calibración y se presentan resultados obtenidos para pruebas de temperatura y pH.

PRUEBAS PARA TEMPERATURA.

El MEPHTAE da una lectura que es un número entero entre 0 y 65525. Esta lectura por sí sola no sirve de nada si no existe la forma de relacionarla con la temperatura a la que se encontraba el sensor. El proceso de calibración consiste en encontrar la relación entre la lectura y la temperatura a la que se encuentra el sensor. Para realizar éste proceso se utilizó un tanque de agua que tiene paredes con recubrimiento térmico y que cuenta con una bomba de agua que homogeniza la temperatura para evitar gradientes de temperatura. Se utilizó como referencia un termómetro de cuarzo marca Hewlett-Packard modelo 2804A, cuya exactitud es de 0.001°C [Hewlett-Packard Company, 1978].

Durante la calibración se sumergieron al tanque el termistor y la sonda del termómetro HP. Inyectando agua a diferentes temperaturas, se hicieron varios barridos desde 0°C hasta 40°C . En cada lectura se dio tiempo suficiente de estabilización (10 - 15 min.). Cada incremento de temperatura entre lecturas fue de entre 0.5°C y 1.0°C . En la figura 5.11 se muestran los valores obtenidos.

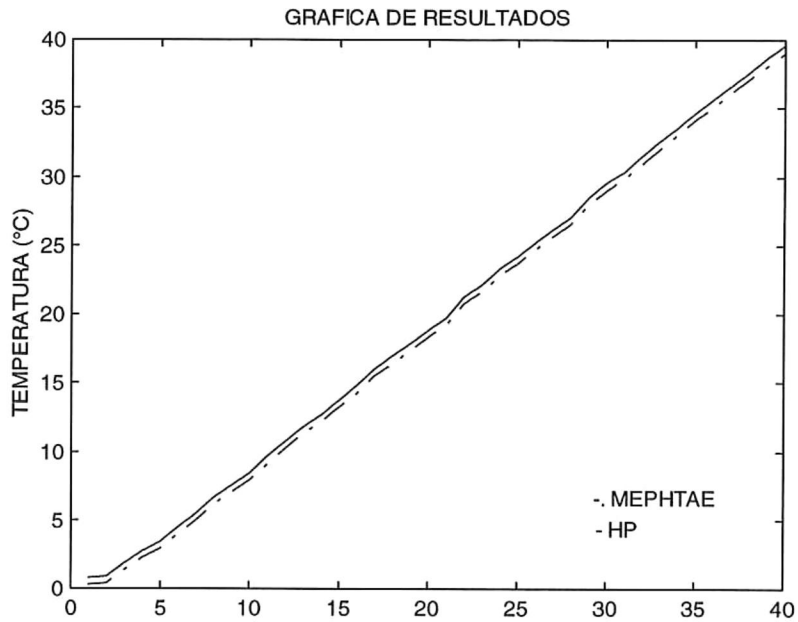


Figura 5.11. Resultados obtenidos por el MEPHTAE y el termómetro HP

Una vez obtenidos los resultados se encontró el error obtenido en cada medición respecto al termómetro HP, la figura 5.12 muestra la gráfica de estas diferencias. Como se podrá observar, las máximas diferencias encontradas fueron de $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$.

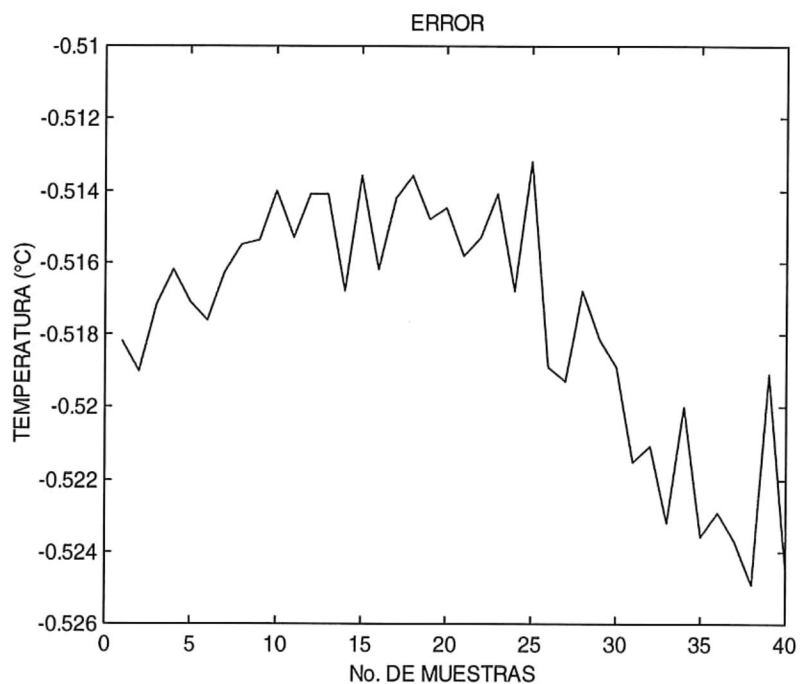


Figura 5.12. Gráfica del error entre el termómetro HP y el MEPHTAE

En la gráfica 5.11 existe una diferencia (constante) aproximadamente de 0.51°C entre el MEPHTAE y el HP. El problema aquí es que el termómetro HP hace tiempo que no es calibrado y por consiguiente presenta un corrimiento con respecto a nuestras mediciones.

Para comprobar si el MEPHTAE estaba arrojando mediciones correctas se decidió hacer un barrido pero en lugar de conectar el termistor se conectaron resistencias que están dentro del intervalo del termistor (todas las resistencias son al 1%), utilizando la fórmula (4) y con la ayuda de un programa en BASIC se obtuvo la temperatura a la que le corresponde dicha resistencia. La gráfica 5.13 fueron los resultados obtenidos.

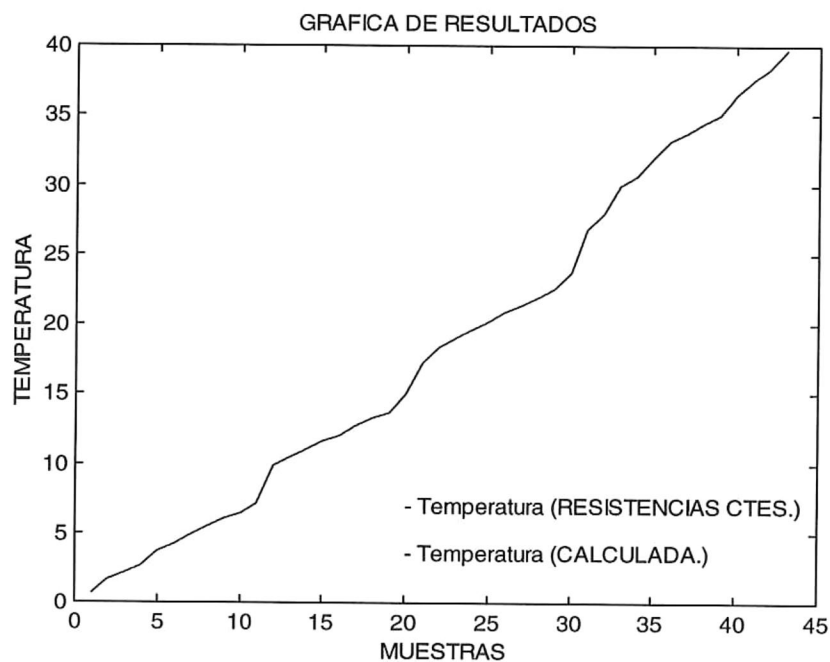


Figura 5.13. Resultados del MEPHTAE para resistencias constantes.

De la figura 5.13 se puede observar una sola linea y esto se debe a que la diferencia entre la temperatura calculada a través de la fórmula (4) y la obtenida por el MEPHTAE es muy pequeña y por lo tanto se observa una sobre la otra. La diferencia entre estos dos resultados se pueden notar más claramente en la figura 5.14 que se muestra a continuación.

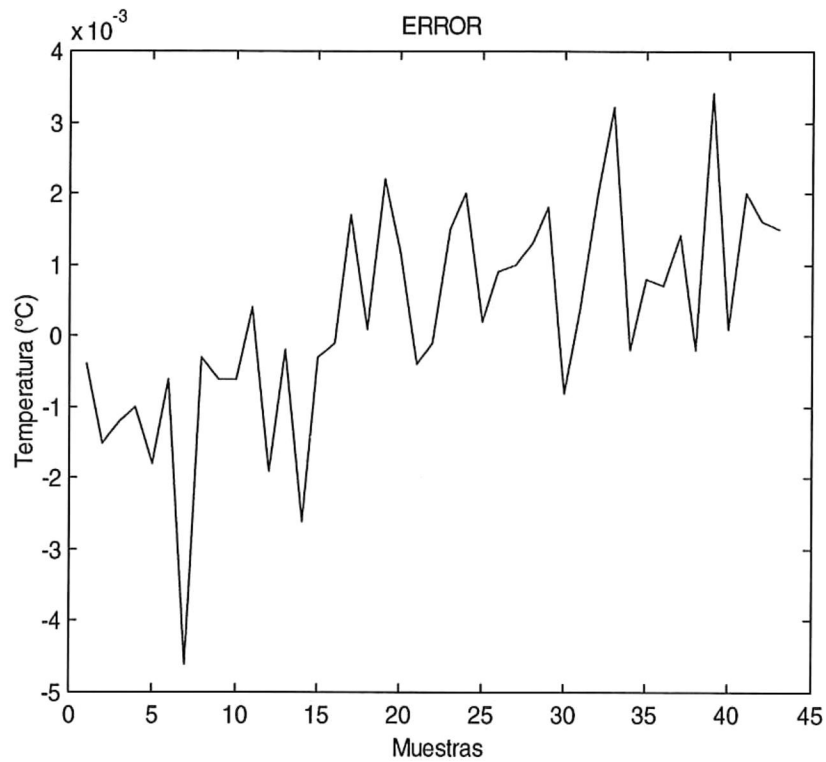


Figura 5.14. Gráfica de error entre el valor calculado y el obtenido por el MEPHTAE

Como se puede observar en esta gráfica el máximo error obtenido fue 0.005 aproximadamente, lo cual comprueba que la diferencia de temperatura entre el termómetro HP y el MEPHTAE se debe a la falta de calibración del termómetro.

PRUEBAS PARA pH

De igual manera que la temperatura, al pH se le hicieron pruebas las cuales consistieron básicamente en hacer barridos con sustancias de pH constantes (buffers). Los buffers que se utilizaron fueron el 7 y el 4 dado que estos son los que se utilizan en la práctica para caracterizar el electrodo de pH. Las variaciones de pH de estas sustancias con respecto a la temperatura se muestran a continuación en la tabla 5.1. (Obtenidos de hojas de especificaciones de la sustancias).

Buffer pH 7 a $25^{\circ}\text{C} \pm 0.01$		Buffer pH 4 a $25^{\circ}\text{C} \pm 0.01$	
($^{\circ}\text{C}$)	pH	($^{\circ}\text{C}$)	pH
0	7.12	0	4.01
10	7.06	15	4.00
20	7.02	20	4.00
25	7.00	25	4.00
40	6.97	30	4.01
60	6.98	60	4.09

Tabla 5.1 Variación de los buffers pH 7 y pH 4 con la temperatura

Para realizar estos barridos se utilizó el mismo termocirculador usado para calibrar el termistor, un agitador marca VWR Scientific modelo 205, un soporte universal y un vaso con doble capucha para reflujo.

Para realizar las pruebas primeramente se colocó el buffer en el vaso de reflujo, se conectó la entrada y salida de agua del termocirculador al vaso de reflujo para hacer circular agua a una temperatura constante, después de esto se puso el vaso sobre el

agitador para homogenizar la sustancia y finalmente se ubicó el termistor con el electrodo de pH con la ayuda de un soporte universal. Ya estando este sistema “armado” se dejó que se estabilizara la temperatura (30 minutos) para poder empezar a tomar datos.

Se hizo primero un barrido del buffer 7 y con la ayuda del programa WINPHT se programó el sistema para hacer un barrido tomando muestras cada 5 segundos. Este barrido duró aproximadamente 12 horas. A continuación en la figura 5.15 se muestra el voltaje proporcionado por el electrodo de pH.

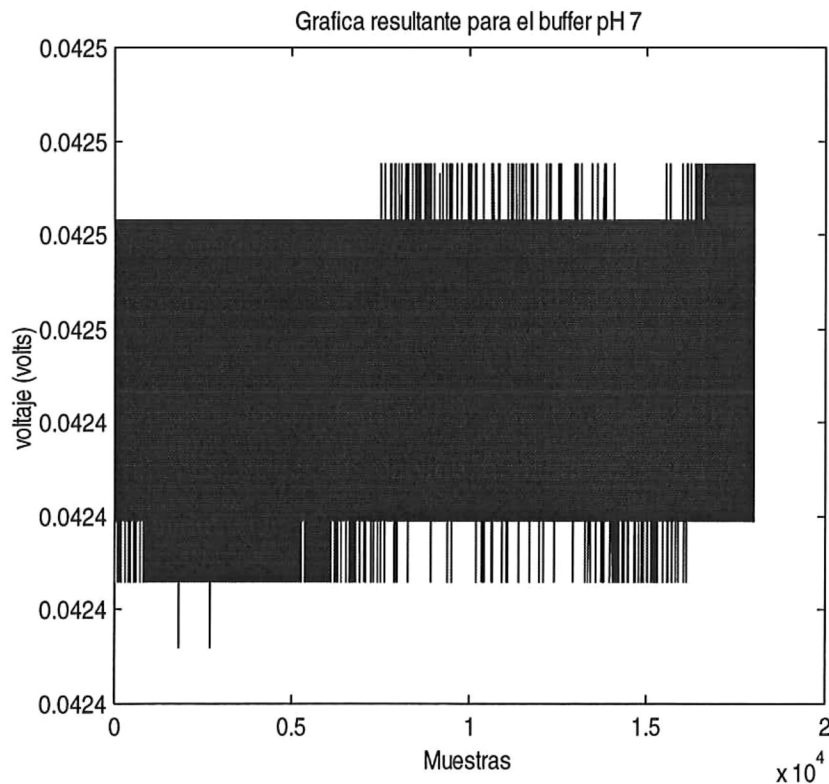


Figura 5.15. Resultado del barrido de buffer 7

En esta gráfica podemos observar un error máximo de 0.0001 Volts, de la misma manera , se hizo un barrido para el buffer 4, solo que éste fue programado para tomar muestras

cada 3 segundos y tuvo una duración aproximada de 16 horas. Los resultados se presentan a continuación en la gráfica 5.16.

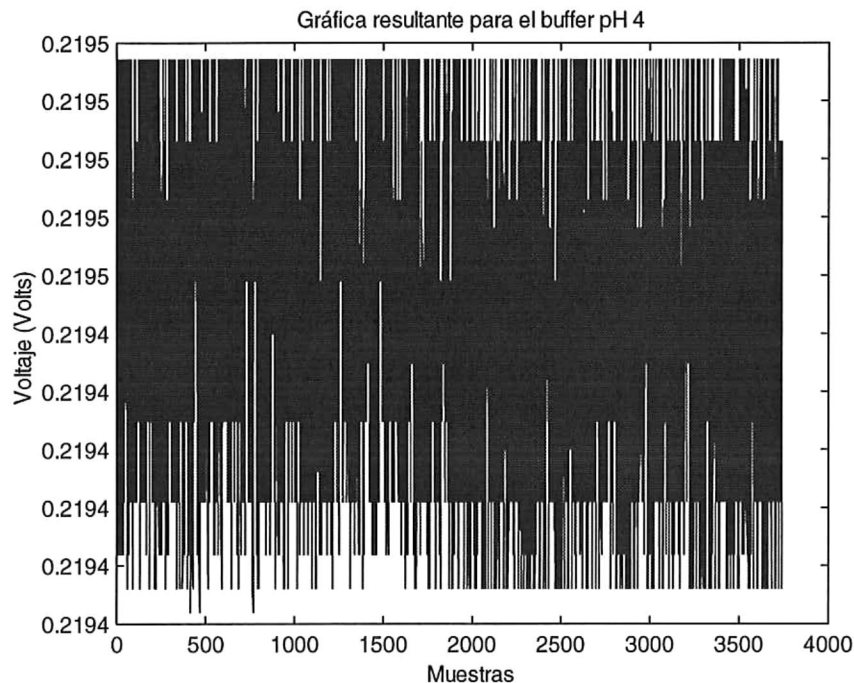


Figura 5.16. Resultado del barrido de buffer 4

En esta gráfica al igual que en la anterior existe un error de 0.0001 Volts, lo cual significa que el instrumento ha sido calibrado de una manera satisfactoria.

En este caso no hay manera de compararlo con otro aparato comercial dado que el voltaje entre electrodos es una característica particular de cada sensor.

La forma de asegurarse de que las lecturas del instrumento son correctas es obteniendo la pendiente que se genera de los valores obtenidos con los buffers pH 7 y pH 4, la cual está dada por la siguiente ecuación.

$$m = \frac{\text{pH 7 (V)} - \text{pH 4 (V)}}{7 - 4}$$

El valor a obtener debe corresponder a 0.05916 Volts, que es el valor que corresponde a los escalones de voltaje para cada nivel de pH. Para el MEPHTAE se obtuvo 0.05900 volts, lo cual nos demuestra que las lecturas tomadas por el instrumento son confiables y satisfactorias.

CONCLUSIONES

Al iniciar este proyecto se marcaron objetivos a cumplir, los cuales se lograron satisfactoriamente destacando entre ellos la exactitud con la que cuenta el instrumento y la capacidad de comunicación serie que es lo que le da peculiaridad y versatilidad. Comparándolo con equipos comerciales similares podemos mencionar algunas ventajas:

Totalmente Programable.

Interfaz gráfica en ambiente windows.

Autónomo y con capacidad de almacenamiento.

Tecnología propia.

Si bien es cierto que el instrumento presenta características particulares, también se le pueden realizar mejoras en un futuro entre las cuales se pueden destacar las siguientes:

Mayor capacidad de almacenamiento para lograr experimentos a largo plazo.

Despliegue en pantalla de cristal líquido evitando de esta manera el depender todo el tiempo de una computadora personal.

Opción para que pueda ser energizado con una fuente de voltaje propia.

Para poder alcanzar los objetivos trazados al inicio de este proyecto, no bastaron los conocimientos adquiridos durante la carrera, si no que estos fueron la base los cuales nos proporcionaron una metodología a seguir.

Con la terminación de este trabajo se ha podido dar cuenta de la importancia que tiene el dar apoyo a la investigación científica desarrollando ideas que marquen la pauta en el desarrollo tecnológico del país.

Bibliografía:

- Carr Joseph J., Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.
- Coughlin Robert. F., Amplificadores Operacionales y Circuitos Integrados Lineales, Prentice Hall, 1993.
- Pérez Miguel A., "Instrumentación electrónica", apuntes del curso, 1993.
- Harry N. Norton, Electronic Analysis Instruments, Prentice Hall, 1992.
- Telecommunications Device Data, Motorola, 1985, pag. 2-276.
- Linear and Conversion Products, Precision Monolithics Inc., 1987, pag. 5-297, 2-309.
- Component Data Catalog, Intersil, 1987, pag. 5-1, 5-28.
- Soft microcontroller data book, Dallas semiconductor, 1993.
- Linear databook, National semiconductor, 1982, pag. 2-30, 3-22.
- pH measurement, VCH, 1991.
- Gileady Kirowa, Interfacial electrochemistry, Advanced book program, 1995.

Apéndice I

Listado del programa en ensamblador.

FUENTE	EQU	0B5H	
EXBS	EQU	0DDH	
TEMP	EQU	018H	
MUESTRA	EQU	023H	
COMU	EQU	0B3H	
A0	EQU	90H	
SCLK	EQU	91H	
RFS	EQU	92H	
DRDY	EQU	93H	
TFS	EQU	94H	
SDATA	EQU	95H	
STANDBY	EQU	96H	
CR	EQU	0DH	
LF	EQU	0AH	
PCON	EQU	087H	
MCON	EQU	0C6H	
TA	EQU	0C7H	
RG0	EQU	0D8H	
DORM	EQU	00000001B	
CHKSM	EQU	7FH	
BACK	EQU	24H	
CONTH	EQU	23H	
CONTL	EQU	22H	
CA_HR	EQU	00H	
PAS_INI	EQU	01H	
MONIT	EQU	02H	
EXT1	EQU	03H	
EXT0	EQU	05H	
FRAM	EQU	04H	
ESCA	EQU	05H	
ANIOP	EQU	10H	
MESP	EQU	11H	
DIAMESP	EQU	12H	
HORAP	EQU	13H	
MINP	EQU	14H	
ANIOINI	EQU	16H	
MESINI	EQU	17H	
DIAMESINI	EQU	18H	
HORAINI	EQU	19H	
MININI	EQU	1AH	
ANIOFIN	EQU	1BH	
MESFIN	EQU	1CH	
DIAMESFIN	EQU	1DH	
HORAFIN	EQU	1EH	
MINFIN	EQU	1FH	
ANIOACT	EQU	20H	
MESACT	EQU	21H	
DIAMESACT	EQU	22H	
HORAACT	EQU	23H	
MINACT	EQU	24H	
HORASRAF	EQU	25H	
MINRAF	EQU	26H	
R_C_R	EQU	0BH	

;

```

        ORG 00H
        SJMP START

        ORG 03H
        SETB EXT0
        RETI

        ORG 13H
        RETI

        ORG 23H
        MOV A, SBUF
        CLR RI
        RETI

        ORG 40H
START:
        CLR FUENTE
        CLR CA_HR
        CLR PAS_INI
        MOV TA, #0AAH
        MOV TA, #55H
        MOV PCON, #0
        MOV TA, #0AAH
        MOV TA, #55H
        MOV MCON, #00011010B
        CLR RG0
        MOV P2, #0

        MOV TMOD, #20H
        MOV TH1, #0FFH
        ORL PCON, #80H
        MOV SCON, #50H
        MOV TCON, #41H
        MOV SP, #25H
LOOP:
        SETB FUENTE
        MOV IE, #10010001B
        MOV IP, #00010000B
        ORL PCON, #DORM
        CLR FUENTE
        JNB EXT0, SIG0
        CLR EXT0
        LJMP CHECA_INICIO
;
; *****
**
;
;   Aqui entra al menu principal
; *****
**
;
SIG0:   JB COMU, SIG
        PUSH ACC
        MOV R0, #0BH
        MOV A, #9CH

```

```

        LCALL WBYTE
        POP ACC
SIG:
        MOV IE,#00
        CJNE A,#'L',SIG1
        LCALL LEERELOJ
        SJMP LOOP
SIG1:
        CJNE A,#'H',SIG2
        MOV A,#06
        LCALL HEX_OUT
        LCALL HEX_OUT
        LCALL ACTUALIZA
        SJMP LOOP
SIG2:
        CJNE A,#'P',SIG3
        MOV A,#06
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL PROGRAMA
        CLR PAS_INI
        MOV CONTH,#00H
        MOV CONTL,#00H
        MOV TEMP+3,#13H
        MOV TEMP+2,#00H
        CLR FRAM
        LJMP LOOP
SIG3:
        CJNE A,#'R',SIG5
        MOV R1,#16H
        MOV R7,#05H
        LCALL SEND_PARAM
        LJMP LOOP
SIG5:
        CJNE A,#'M',SIG6
        MOV R1,#1BH
        MOV R7,#05H
        LCALL SEND_PARAM
        LJMP LOOP
SIG6:
        CJNE A,#'K',SIG7
        LCALL HEX_IN
        MOV R0,#0DH
        LCALL WBYTE
        CLR A
        LCALL WBYTE
        MOV A,#94H
        LCALL WBYTE
        SJMP MONITOR
SIG7:
        CJNE A,#'E',SIG9
        JNB PAS_INI,LOOP1
        LCALL CHAR_IN
        LCALL EXTRAE
        JMP LOOP
SIG9:
        CJNE A,#'I',LOOP1

```

```

        MOV A,#06H
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL INICIALIZA
LOOP1:   LJMP LOOP

;
;*****
**
;       Aqui entra al modo monitor
;*****
**
;
MONITOR:
        MOV IE,#10010001B
        MOV IP,#00010000B
        ORL PCON,#DORM
        CJNE A,#41H,LEER
        ANL IE,#01111111B
        CLR MONIT
        CLR EXT0
        MOV A,#'R'
        LCALL CHAR_OUT
        MOV R0,#0BH
        MOV A,#9CH
        LCALL WBYTE
        JMP LOOP
LEER:   CLR MONIT
        MOV R4,#01H
        LCALL ESCAD

        SETB MONIT
        MOV R4,#01H
        LCALL ESCAD1
        MOV R4,#01H
        LCALL ESCAD
        JMP MONITOR
;
CHECA_INICIO:
        MOV A,#01011000B
        MOV R0,#0BH
        LCALL WBYTE

        MOV R0,#0AH
        LCALL RBYTE
        MOV R1,#20H
        LCALL WBYTERAM

        LCALL RBYTE
        LCALL WBYTERAM

        LCALL RBYTE
        LCALL WBYTERAM

        MOV R0,#4H
        LCALL RBYTE
        LCALL WBYTERAM

```

```

    DEC R0
    LCALL RBYTE
    LCALL WBYTERAM

    MOV A,#11011000B
    MOV R0,#0BH
    LCALL WBYTE

    JB PAS_INI,NOINI

    PUSH MCON
    ORL MCON,#4H
    MOV R0,#1AH
    MOV R1,#24H
    MOV R3,#5H
PPP:
    MOVX A,@R0
    MOV B,A
    MOVX A,@R1
    CJNE A,B,NEL
    SJMP BRINCO
NEL:
    LJMP NOES
BRINCO:
    DEC R0
    DEC R1
    DJNZ R3,PPP
    SETB PAS_INI
    POP MCON
NOINI:
    PUSH R_C_R
    ORL R_C_R,#4H

    MOV R0,#25H
    LCALL RBYTE
    CJNE A,#24H,SUMAS

    MOV R0,#24H
    LCALL RBYTE
    MOV R0,#3H
    LCALL WBYTE
    MOV R0,#23H
    LCALL RBYTE
    MOV R0,#5H
    LCALL WBYTE
    MOV R0,#6H
    LCALL RBYTE
    INC A
    CJNE A,#8H,ESCRI
    MOV A,#01H
ESCRI:
    ANL A,#01111111B
    MOV R0,#7H
    LCALL WBYTE
    SJMP QQQ

```

```

SUMAS:
    MOV R0,#7H
    MOV A,#80H
    LCALL WBYTE

    MOV R0,#MINACT
    LCALL RBYTE
    MOV B,A
    MOV R0,#MINRAF
    LCALL RBYTE
    ADD A,B
    MOV B,A
    LCALL AJUA
    CJNE A,#60H,MA_MEN
    CLR A
    SJMP WRITEM

MA_MEN:
    JC WRITEMIN
    SUBB A,#60H

WRITEM:
    SETB CA_HR
WRITEMIN:
    MOV R0,#3H
    LCALL WBYTE

SUMHRS:
    MOV R0,#HORAAC
    LCALL RBYTE
    MOV B,A
    MOV R0,#HORASRAF
    LCALL RBYTE
    ADD A,B
    MOV B,A
    LCALL AJUA
    JNB CA_HR,NOCARRY
    INC A
    MOV B,A
    LCALL AJUA

NOCARRY:
    CJNE A,#24H,MAYMEN
    CLR A
    SJMP WRITEHR

GGG:    LJMP LOOP
MAYMEN:
    JC WRITEHR
    SUBB A,#24H

WRITEHR:
    MOV R0,#5H
    LCALL WBYTE
    CLR CA_HR

QQQ:    POP R_C_R

FFF:
    CLR MONIT

```

```

MOV R4,#01H
LCALL ESCAD

MOV R4,#02H
LCALL ESCAD
MOV R7,MUESTRA
MOV R6,MUESTRA
LCALL RAM
JB FRAM,GGG
MOV R4,#02H
LCALL ESCAD1
LCALL RAM
JB FRAM,GGG
AQUI:
PUSH MCON
ORL MCON,#4H

MOV R0,#20H
MOV R1,#1BH
MOV R2,#5H
PPPE:
MOVX A,@R0
MOV B,A
MOVX A,@R1
CJNE A,B,M_M
SJMP BRINC
M_M: JC FINAL
SJMP POPEA
BRINC: INC R0
INC R1
DJNZ R2,PPPE
FINAL:
MOV R0,#0BH
MOV A,#9CH
LCALL WBYTE
POPEA: POP MCON

NOES:
LJMP LOOP

;
;////////////////////////////////////
//
;
; S U B R U T I N A S
;////////////////////////////////////
//
;
PROGCAD:
MOV P1,#01011100B
CLR TFS
NOP
MOV A,#0B2H
CALL LAZO
MOV A,#11H
CALL LAZO
MOV A,#045H
CALL LAZO

```

```

    SETB TFS
    MOV P1,#01011100B
    CLR TFS
    NOP
    MOV A,#024H
    CALL LAZO
    MOV A,#01
    CALL LAZO
    MOV A,#086H
    CALL LAZO
    SETB TFS
    SETB A0
    RET
ESCAD:
    MOV P1,#01011100B
    CLR TFS
    NOP
    MOV A,#0B2H
    CALL LAZO
    MOV A,#11H
    CALL LAZO
    MOV A,#045H
    CALL LAZO
    SETB TFS
LECT:
    JB DRDY,LECT
    MOV P1,#01011101B
    CLR RFS
    NOP
    LCALL READ
    MOV MUESTRA,A
    LCALL READ
    MOV MUESTRA+1,A
    DJNZ R4,ESCAD
    SETB RFS
    RET
READ:
    CLR C
    CLR A
    MOV R5,#8H
READ1:
    MOV C,SDATA
    RLC A
    SETB SCLK
    CLR SCLK
    DJNZ R5,READ1
    RET
ESCAD1:
    MOV P1,#01011100B
    CLR TFS
    NOP
    MOV A,#024H
    CALL LAZO
    MOV A,#01
    CALL LAZO
    MOV A,#086H

```



```

        CALL LAZO
        SETB TFS
        SETB A0
LECTPH:
        JB  DRDY,LECTPH
        MOV P1,#01011101B
        CLR RFS
        NOP
        LCALL READPH
        MOV R7,A
        LCALL READPH
        MOV R6,A
        DJNZ R4,ESCAD1
        SETB RFS
        JB  MONIT,SALIDA
        RET
SALIDA:
        MOV A,MUESTRA
        LCALL HEX_OUT
        MOV A,MUESTRA+1
        LCALL HEX_OUT

        MOV A,R7
        LCALL HEX_OUT
        MOV A,R6
        LCALL HEX_OUT
        RET
READPH:
        CLR C
        CLR A
        MOV R5,#8H
READPH1:
        SETB SCLK
        CLR SCLK
        MOV C,SDATA
        RLC A
        DJNZ R5,READPH1
        RET
LAZO:
        CLR C
        MOV R5,#8
LAZO1:
        RLC A
        SETB SCLK
        MOV SDATA,C
        CLR SCLK
        DJNZ R5,LAZO1
        RET
RAM:
        MOV DPH,TEMP+3
        MOV DPL,TEMP+2

        MOV A,#7FH
        CJNE A,DPH,GUARDA
        MOV A,#0FFH
        CJNE A,DPL,GUARDA
        SETB FRAM

```

```

RET

GUARDA: MOV A,R7
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        MOV A,#7FH
        CJNE A,DPH,SAVE
        MOV A,#0FFH
        CJNE A,DPL,SAVE
        SETB FRAM
        RET

SAVE:   MOV A,R6
        MOVX @DPTR,A
        INC DPTR
        MOV TEMP+3,DPH
        MOV CONTH,DPH
        MOV TEMP+2,DPL
        MOV CONTL,DPL
        RET

SACA:   MOVX A,@DPTR
        LCALL HEX_OUT
        add a,chksm
        mov chksm,a
        INC DPTR
        MOV A,TEMP+3
        CJNE A,DPH,SACA
        MOV A,TEMP+2
        CJNE A,DPL,SACA
        RET

AJUA:   ANL A,#0FH
        CJNE A,#9H,AKKK

WWW:    MOV A,B
        RET

AKKK:   JC WWW
        SUBB A,#0AH
        PUSH ACC
        MOV A,B
        SWAP A
        ANL A,#0FH
        INC A
        SWAP A
        MOV B,A
        POP ACC
        ORL A,B
        RET

EXTRA:  MOV DPTR,#1300H
        MOV A,TEMP+2
        MOV R1,A
        MOV A,TEMP+3
        SUBB A,#013H
        JZ NOEFES
        MOV R3,A

```

```

SIEFES:
    MOV R2,#00H
    CALL PROTOCOLO
    MOV CHKSM,#0FFH
SIEFES1:
    MOVX A,@DPTR
    INC DPTR
    LCALL HEX_OUT
    ADD A,CHKSM
    MOV CHKSM,A
    DJNZ R2,SIEFES1
    CPL A
    ADD A,#01
    LCALL HEX_OUT
    LCALL CHAR_IN
    DJNZ R3,SIEFES
    MOV A,R1
    JZ YANOHAY
NOEFES:
    MOV A,#': '
    LCALL CHAR_OUT
    MOV A,R1
    SWAP A
    ANL A,#0FH
    MOV B,A
    CALL DETECTA
    MOV A,R1
    ANL A,#0FH
    MOV B,A
    CALL DETECTA
    JMP NOEF
DETECTA:
    SUBB A,#09H
    JNC MAYOR9
MENOR9:
    XCH A,B
    ADD A,#030H
    LCALL CHAR_OUT
    RET
MAYOR9:
    XCH A,B
    ADD A,#037H
    LCALL CHAR_OUT
    RET
NOEF:
    CALL PROTOCOL
    MOV CHKSM,R1
NOEFES1:
    MOVX A,@DPTR
    INC DPTR
    LCALL HEX_OUT
    ADD A,CHKSM
    MOV CHKSM,A
    DJNZ R1,NOEFES1
    CPL A
    ADD A,#01

```

```

        LCALL HEX_OUT
YANOHA:
        RET
PROTOCOLO:
        MOV A, #' ':'
        LCALL CHAR_OUT
        MOV A, #'F'
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
PROTOCOL:
        MOV A, #'0'
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        LCALL CHAR_OUT
        RET
LEERELOJ:
        MOV A, #' ':'
        LCALL CHAR_OUT
        MOV A, #05H
        MOV CHKSM, A
        LCALL HEX_OUT
        MOV R5, #3
FFF1:   MOV A, #00H
        LCALL HEX_OUT
        DJNZ R5, FFF1
        MOV R0, #0AH
        LCALL RBYTE
        LCALL HEX_OUT
        ADD A, CHKSM
        MOV CHKSM, A

        LCALL      RBYTE
        ANL A, #1FH
        LCALL HEX_OUT
        ADD A, CHKSM
        MOV CHKSM, A

        LCALL RBYTE
        ANL A, #3FH
        LCALL HEX_OUT
        ADD A, CHKSM
        MOV CHKSM, A

        MOV R0, #04H
        LCALL RBYTE
        LCALL HEX_OUT
        ADD A, CHKSM
        MOV CHKSM, A

        DEC R0
        LCALL RBYTE
        LCALL HEX_OUT
        ADD A, CHKSM

```

```

        CPL A
        ADD A,#01H
        LCALL HEX_OUT
        RET
ACTUALIZA:
        LCALL CHAR_IN
        CJNE A,#':',ACTUALIZA
        MOV CHKSM,#00H
        CALL ACT1
        MOV R1,#06H
ACT:
        LCALL CHAR_IN
        DJNZ R1,ACT

        MOV A,#01011000B
        MOV R0,#0BH
        LCALL WBYTE

        CALL ACT1
        LCALL WBYTE

        CALL ACT1
        LCALL WBYTE

        CALL ACT1
        LCALL BYTE
        DEC R0
        DEC R0
        DEC R0
        CALL ACT1
        LCALL WBYTE

        DEC R0
        CALL ACT1
        LCALL WBYTE
        CLR A

        LCALL WBYTE
        LCALL WBYTE

        MOV A,#11011000B
        MOV R0,#0BH
        LCALL WBYTE

        CALL ACT1
        XCH A,B
        JZ BI
        MOV A,#021H
        LCALL HEX_OUT
        RET
BI:
        MOV A,#06H
        LCALL HEX_OUT
        RET
ACT1:

```

```

        CLR A
        MOV R2,#02H
ACT2:   LCALL CHAR_IN
        XCH A,B
        DJNZ R2,ACT2
        LCALL DECODER
        MOV B,A
        ADD A,CHKSM
        MOV CHKSM,A
        XCH A,B
        RET
INICIALIZA:
        MOV DPTR,#1001H
        MOV R2,#0AH
INICIALIZA1:
        CALL CER_OS
        MOV R1,#042H
INICIAL:
        MOVX A,@DPTR
        INC DPTR
        LCALL CHAR_OUT
        DJNZ R1,INICIAL
        LCALL CHAR_IN
        DJNZ R2,INICIALIZA1
        MOV R1,#03CH
        MOV R3,#0FFH
        CALL CER_OS
PRO:    MOVX A,@DPTR
        LCALL CHAR_OUT
        ADD A,R3
        MOV R3,A
        INC DPTR
        DJNZ R1,PRO
        MOV A,TEMP+2
        LCALL HEX_OUT
        ADD A,R3
        MOV R3,A
        CLR C
        MOV A,TEMP+3
        SUBB A,#013H
        LCALL HEX_OUT
        ADD A,R3
        MOV R3,A
        CPL A
        LCALL HEX_OUT
        RET
CER_OS: MOV A,#': '
        LCALL CHAR_OUT
        MOV A,#'2 '
        LCALL CHAR_OUT
CER_OS1:
        MOV R4,#07H
        MOV A,#'0 '

```

```

CER:
    LCALL CHAR_OUT
    DJNZ R4,CER
    RET

PROGRAMA:
    MOV DPTR,#1001H
    MOV R2,#0BH

ADQUIE:
    MOV R3,#020H
    MOV R1,#021H
    MOV R4,#08H

AD:
    LCALL CHAR_IN
    CJNE A,#':',AD

AD1:
    LCALL CHAR_IN
    DJNZ R4,AD1

PARES:
    MOV R4,#02H
ADQUI:
    LCALL CHAR_IN
    MOVX @DPTR,A
    XCH A,B
    INC DPTR
    DJNZ R4,ADQUI
    LCALL DECODER
    ADD A,R3
    MOV R3,A
    DJNZ R1,PARES
    JNZ MA
    MOV A,#06H
    LCALL CHAR_OUT
    DJNZ R2,ADQUIE

    MOV DPTR,#1295H
    JMP W_INICIO
    RET

MA:
    MOV A,#21H
    LCALL CHAR_OUT
    RET

W_INICIO:
    MOV R1,#16H
    MOVX A,@DPTR
    MOV B,A
    INC DPTR
    MOVX A,@DPTR
    XCH A,B
    CALL DECODER
    CALL HEXDEC
    LCALL WBYTERAM

    INC DPTR
    MOVX A,@DPTR
    MOV B,A
    INC DPTR
    MOVX A,@DPTR

```

```
XCH A,B
CALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM
```

```
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM
```

```
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
MOV R0,#5H
```

```
ANL A,#01111111B
LCALL WBYTE
LCALL WBYTERAM
```

```
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
MOV R0,#3H
ANL A,#01111111B
LCALL WBYTE
LCALL WBYTERAM
MOV R0,#7H
MOV A,#80H
LCALL WBYTE
```

W_FIN:

```
MOV R1,#1BH
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM
```



```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM

```

```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM

```

```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM

```

```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
LCALL WBYTERAM
JMP INTERVAL

```

INTERVAL:

```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR
MOVX A,@DPTR
XCH A,B
LCALL DECODER
CALL HEXDEC
MOV R1,#25H
LCALL WBYTERAM

```

```

INC DPTR
MOVX A,@DPTR
MOV B,A
INC DPTR

```

```

        MOVX A,@DPTR
        XCH A,B
        LCALL DECODER
        CALL HEXDEC
        LCALL WBYTERAM
        RET
DECODER:
        CALL AH1
        SWAP A
        ANL A,#0F0H
        MOV R7,A
        CALL AH1
        ANL A,#0FH
        ORL A,R7
        SWAP A
        RET
AH1:
        XCH A,B
        CJNE A,#':',AH2
AH2:
        JC AH3
        SUBB A,#8
AH3:
        SUBB A,#2FH
        RET
HEXDEC:
        MOV B, #64H
        DIV AB
        MOV A, B
        MOV B, #0AH
        DIV AB
        SWAP A
        ADD A,B
        RET
SEND_PARAM:
        MOV A,#': '
        LCALL CHAR_OUT
        MOV A,#05H
        LCALL HEX_OUT
        MOV R3,#03H
        CLR A
D:      LCALL HEX_OUT
        DJNZ R3,D
        MOV R3,#05H

        PUSH MCON
        ORL MCON,#4H
AAA:    MOVX A,@R1
        LCALL HEX_OUT
        ADD A,R3
        MOV R3,A
        MOV A,#'/'
        LCALL CHAR_OUT
        INC R1
        DJNZ R7,AAA
        POP MCON

```

```

        MOV A,R3
        CPL A
        ADD A,#01H
        LCALL HEX_OUT
        RET
HEX_IN:
        MOV B,#0
HEX_LP:
        LCALL CHAR_IN
        LCALL CHAR_OUT
        CJNE A,#0DH,NOT_CR
        MOV A,B
        RET
NOT_CR:
        ADD A,#-30H
        JNC HEX_LP
        CJNE A,#10,$+3
        JC HEX_XX
        ADD A,#-7
        CJNE A,#10,$+3
        JC HEX_LP
        CJNE A,#16,$+3
        JNC HEX_LP
HEX_XX:
        XCH A,B
        ANL A,#0FH
        SWAP A
        ORL A,B
        MOV B,A
        SJMP HEX_LP
HEX_OUT:
        MOV IE,#00H
        MOV B,#2
OUT_LP:
        SWAP A
        PUSH ACC
        ANL A,#0FH
        CJNE A,#10,$+3
        JC HEX_OK
        ADD A,#7
HEX_OK:
        ADD A,#30H
        LCALL CHAR_OUT
        POP ACC
        DJNZ B,OUT_LP
        RET
TEXT_OUT:
        CLR A
        MOVC A,@A+DPTR
        INC DPTR
        JZ WT2
        LCALL CHAR_OUT
        SJMP TEXT_OUT
WT2:
        RET

```

```

CHAR_IN:
    JNB RI,CHAR_IN
    CLR RI
    MOV A,SBUF
    RET

CHAR_OUT:
    MOV SBUF,A
CHAR_OUT1:
    JNB TI,CHAR_OUT1
    CLR TI
    RET

RBYTE:
    PUSH MCON
    ORL MCON,#4
    MOVX A,@R0
    DEC R0
    POP MCON
    RET

WBYTERAM:
    PUSH MCON
    ORL MCON,#4
    MOVX @R1,A
    INC R1
    POP MCON
    RET

WBYTE:
    PUSH MCON
    ORL MCON,#4
    MOVX @R0,A
    DEC R0
    POP MCON
    RET

    END

```

Apéndice II

Programa WINPHT.



MEPHTAE para WINDOWS
WINPHT
Versión BETHA 0.1

El programa WINPHT Versión BETHA 0.1 proporciona la interfaz gráfica necesaria para operar el **MEPHTAE**. Este programa cuenta con características que lo hacen más flexible en su manejo (tales como la creación directa de una base de datos para MS-ACCESS y archivos de configuración entre otros) además, el programa WINPHT BETHA aprovecha algunas de las ventajas gráficas que el ambiente WINDOWS proporciona al usuario, haciendo el uso del instrumento más sencillo y eficaz.

Organización del programa

Este programa trata de mantener el mismo ambiente de trabajo que presentan los programas distribuidos por el instituto, el programa WINPHT proporciona algunos campos de texto para la organización de diferente información que compone el encabezado identificador. En la figura 5.17 se muestra la ventana principal del programa.

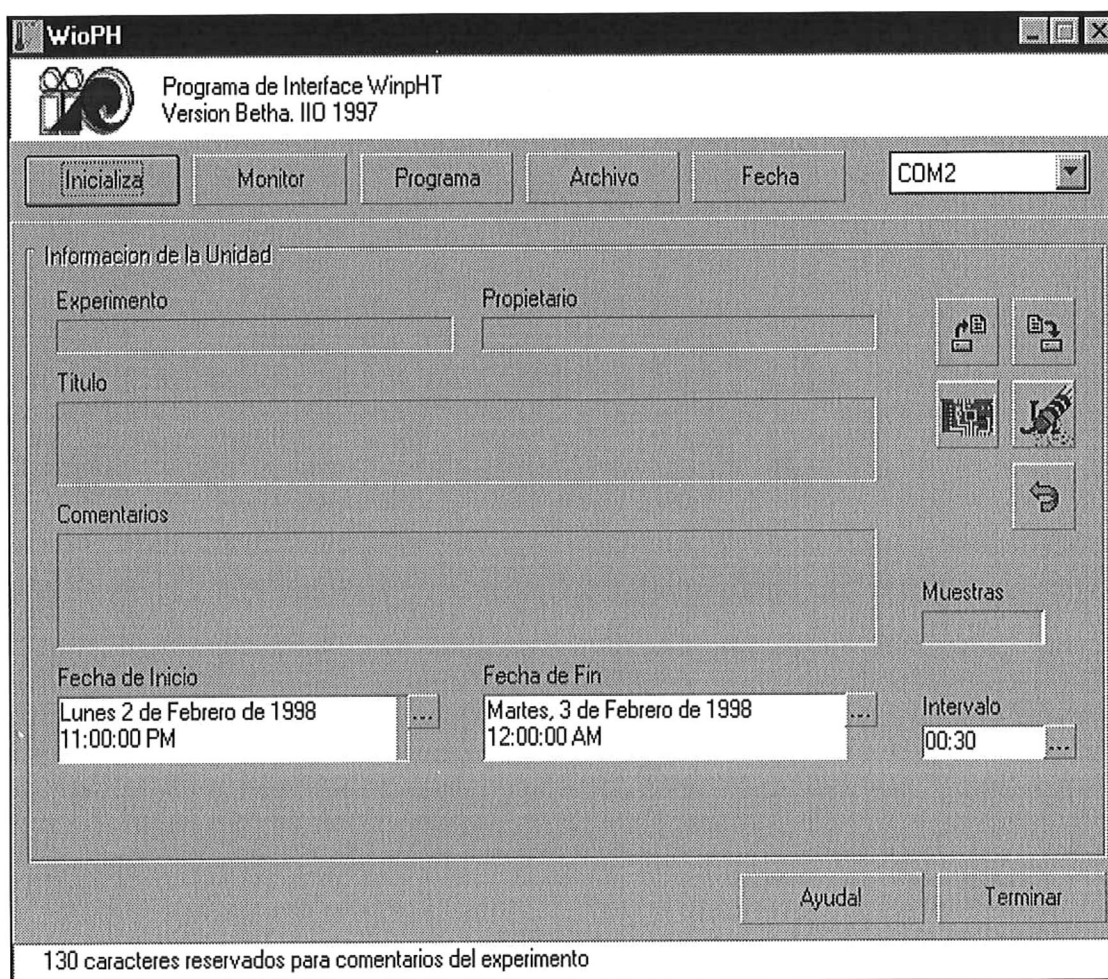


Figura 5.17. Ventana principal del programa WINPHT

Los Botones del Panel (Despliegue/Edición)



Carga un archivo de configuración (archivo con extensión *.icf)



Salva la información presente en el Panel en un archivo de configuración



Lee la información presente en el instrumento y la presenta en el panel, la información anterior es borrada sin previo aviso!.



Undo/Redo de un nivel, puede desplegar la información editada al momento y la información de la unidad a la vez siempre y cuando la información en ambos quede intacta (sin editar).



Borra la información presente en el panel (No afecta las fechas de inicio, fin ni el intervalo de muestreo).

Opciones del menú

Inicializa.-

Antes de realizar cualquier acción es necesario inicializar la comunicación serie presionando éste botón. Este comando abre un puerto COM con las siguientes especificaciones: 9600 bauds, no paridad, 1 bit de parada. Esto es necesario para establecer la comunicación con el instrumento.

Monitor.-

Ejecuta el comando de monitor, la unidad adquiere lecturas mostrandolas en la ventana de monitor (con opción también para almacenar a disco).

Programar.-

Programa la unidad con la información presente en el panel y los parámetros de éste (fechas de inicio y fin e intervalo entre muestras). Se ejecuta éste comando para iniciar un experimento.

Archivar.-

Después de ejecutarse un experimento, al presionar este botón, WINPHT lee todas las conversiones obtenidas hasta ese momento por la unidad y las guarda en un archivo texto

(* .dat) o una base de datos de MS-ACCESS (*.Mdb). Una vez que se realiza éste comando la unidad dejará de tomar muestras si el experimento no se completó.

Fecha.-

Lee la fecha presente en el reloj de tiempo real en el MEPHTAE, esta fecha es esencial al momento de programar un nuevo experimento. Al ejecutar éste comando, el programa validará la fecha presente en la unidad, en caso que la fecha no sea válida, el usuario podrá programarla con una fecha válida.

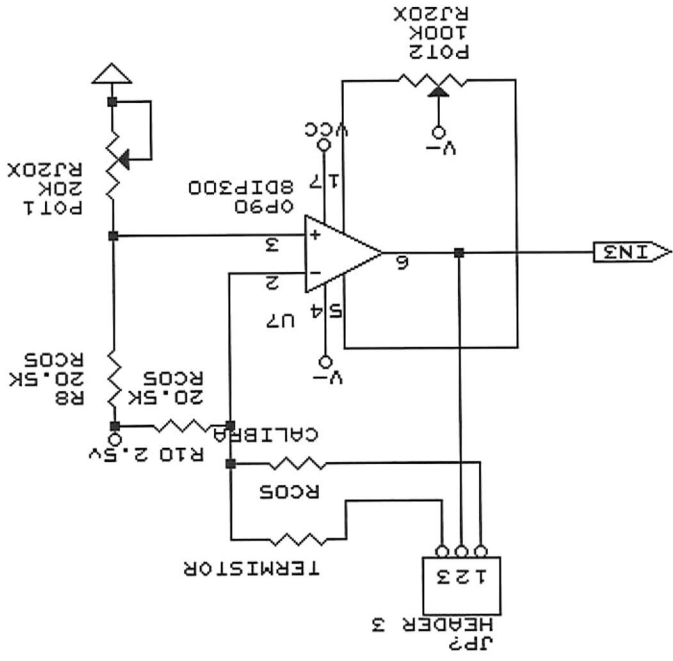
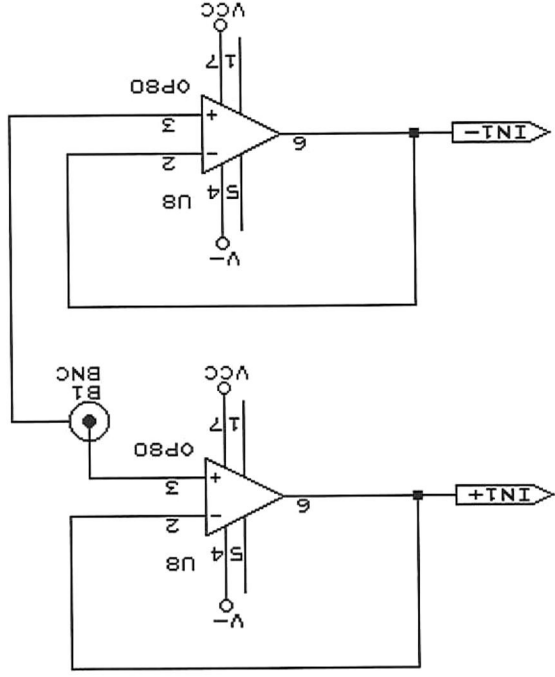
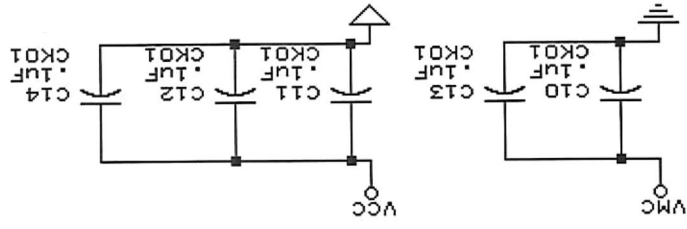
Lista de COM's



Establece el puerto COM por el cual se realizará la comunicación, una vez seleccionado el puerto, presione “Inicializa”. El usuario puede cambiar el puerto serie en cualquier momento. Por defecto se utiliza el COM2.

Apéndice III

Diagramas electrónicos del MEPHTAE.



Title		IIO - UABC	
Size		Document Number	
REV		1	
A		Date: January 20, 1998	
3		Sheet 2 of 3	

Apéndice IV

Mascarillas (PCB) del MEPHTAE.

