

01175
2
2ej



**Universidad Nacional Autónoma
de México**

**Facultad de Ingeniería
División de Estudios de Posgrado**

**SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE UN CLIMA ARTIFICIAL.
DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO**

T E S I S

**Que para obtener el Grado de
Maestro en Ingeniería Electrónica**

p r e s e n t a

Amparo Rosario Pérez Salazar



México, D. F.

1989

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN.**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

I. INTRODUCCION

II. DESCRIPCION GENERAL

III. SISTEMA DE ADQUISICION Y CONTROL

3.1 Microcomputadora 8748

3.2 Módulo de adquisición de datos

3.2.1 Sensor y circuito acondicionador de temperatura

3.2.2 Sensor y circuito acondicionador de humedad

3.2.3 Etapa de conversión analógica/digital

3.3 Módulo de control de actuadores

3.3.1 Etapa de Captura

3.3.2 Etapa de Optoacoplamiento

3.3.3 Etapa de Ganancia de Potencia

3.3.4 Etapa de Actuadores

3.4 Módulo de Comunicaciones

3.4.1 Interfas RS-232

3.5 Fuente de Alimentación

3.6 Diagrama General. Interconexión de Módulos

3.7 Sistema de desarrollo Prompt 48

IV. PROGRAMACION DE LA MICROCOMPUTADORA 8748

4.1 Programa Principal

4.2 Programa de Adquisición de datos

4.3 Programa de Control

4.4 Programa de Comunicaciones

4.4.1 Recepción de datos

4.4.2 Transmisión de datos

4.4.3 Generación de Paridad

V. PROGRAMACION DE LA COMPUTADORA PERSONAL

5.1 Programa Principal

5.2 Descripción del enlace en la PC

5.3 Programa de Comunicaciones

VI. PRUEBAS

VII. CONCLUSIONES

VII. BIBLIOGRAFIA

APENDICES

Listados de los programas de la microcomputadora

Listados de los programas en BASIC de la PC.

Tablas obtenidas durante pruebas

I. INTRODUCCION

Para la agricultura y la biología son de gran interés las condiciones ambientales en las que crecen y se reproducen las plantas y los seres vivos. Para un estudio completo, si se desea obtener respuesta a todas las preguntas con las que se enfrentan estas ciencias, se requiere no solo conocer las condiciones ambientales sino también las técnicas de manipulación ó modificación del medio ambiente local.

Para medir y controlar los parámetros ambientales tales como: la temperatura, la humedad, la concentración de bióxido de carbono, la radiación solar, etc., se emplean diversos instrumentos analógicos de muy buena calidad, pero como esto se realiza de forma manual, es necesaria una esmerada atención por parte del usuario lo que le lleva a desviarse de otras actividades, tal vez de mayor importancia.

En este marco el uso de un sistema automático de control representa una valiosa ayuda para manejar equipos que permiten controlar una atmósfera artificial, tales como: ventiladores, válvulas, calentadores, ventilas, etc..

Es de notarse que existen sistemas de control de tecnología extranjera con un costo de miles de dólares; por tal motivo, en el Departamento de Diseño de Sistemas Digitales del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la UNAM, después de la detección de la necesidad de automatizar un invernadero, se decidió desarrollar un sistema que tuviera la capacidad de medir las condiciones ambientales empleando sensores de temperatura y humedad y controlar diferentes equipos

eléctricos de manera automática.

El objetivo de esta tesis es el diseño, construcción y puesta en marcha de un sistema de monitoreo y control para la semiautomatización de un invernadero.

Este trabajo describe un sistema de control ambiental que utiliza una microcomputadora como unidad inteligente para adquirir y controlar datos, la cuál, junto con dispositivos de estado sólido puede medir y manejar las condiciones ambientales en forma local. Para minimizar el hardware se emplean: circuitos de alta escala — de integración de tecnología CMOS y TTL y sistemas a base de microprocesadores, substituyendo así funciones que se realizaban con demasiados circuitos electrónicos.

El método empleado fué la investigación, el diseño y la comprobación por etapas. En la investigación se hicieron entrevistas en campo sobre las variables de mayor utilización para el usuario (temperatura, humedad, bióxido de carbono, radiación solar). Cabe mencionar que para este trabajo, fueron utilizadas sólo las variables de temperatura y humedad; en primer lugar por ser las de mayor importancia para el usuario, y en segundo, porque el integrar otras variables al sistema implica un costo no financiable por el Departamento de Diseño de Sistemas Digitales.

Con esto se logró integrar un sistema automático, para controlar la humedad y la temperatura de un invernadero prototipo, de bajo costo y fácil mantenimiento y que además tiene la capacidad para comunicarse con una computadora personal compatible

(PC), y desde luego este sistema automático se puede ampliar fácilmente para controlar otras variables.

El sistema desarrollado se describe en forma general en el capítulo II. En los capítulos posteriores se describen en forma más detallada sus partes fundamentales: el módulo de adquisición y control de datos se abarca en el capítulo III, la programación de la microcomputadora 8748 con la adquisición, control y comunicaciones de los datos en el capítulo IV, en el capítulo V se describe el enlace y la programación en lenguaje BASIC de la PC. Por último en el capítulo VI se muestran las conclusiones de las pruebas al sistema.

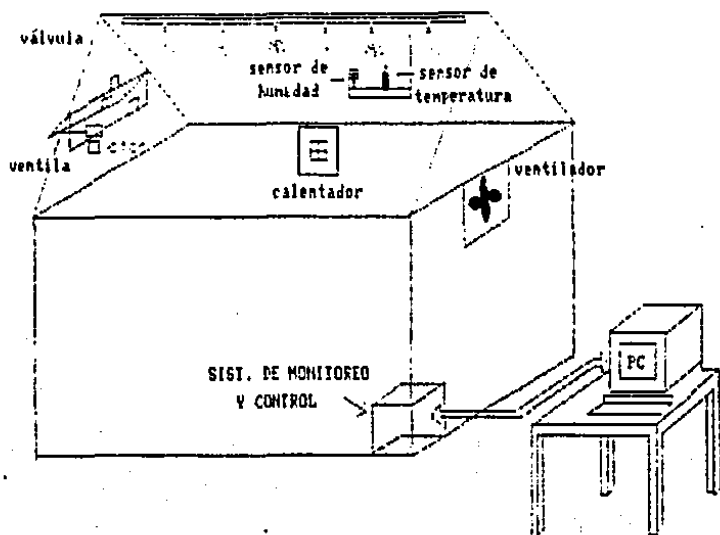
En el capítulo VII se presenta una lista bibliográfica complementaria. En los apéndices se encuentran los listados de la programación en general.

II. DESCRIPCION GENERAL

En este sistema se emplea un controlador inteligente basado en la microcomputadora 8748 que realiza la tarea de monitorear y controlar los parámetros de temperatura y humedad de un invernadero prototipo, el cual se utiliza para crear un clima artificial. El prototipo se muestra en la figura 2.1. Como se ve en esta figura, además

Fig. 2.1

Vista del invernadero prototipo



de que el sistema de monitoreo y control basado en la microcomputadora 8748 realiza las tareas señaladas anteriormente, puede también comunicarse con una PC para cuando se requiera de un control y monitoreo desde esta última. De esta manera al llamar a un archivo determinado en la PC, se presenta en la pantalla un menú para seleccionar diferentes opciones entre las cuales están: desplegar y/o imprimir la información del estado general del sistema (actuadores, datos de sensores, etc.), así como también poder tener acceso y controlar a los diferentes sistemas desde la PC.

El proceso de monitoreo y control (Fig.2.2) consta de 3 etapas: adquisición de datos mediante sensores, procesamiento digital en tiempo real de la información y control de actuadores.

El sistema que se muestra en la figura 2.1 se encuentra en operación en un prototipo que tiene las siguientes dimensiones: 1.13 x 2.15 mts. de ancho y largo respectivamente y la altura máxima es de 1.33 mts. Dentro de este prototipo se encuentran instalados los sensores de temperatura y humedad así como los siguientes controladores:

Fig.2.2

Diagrama del proceso de monitoreo y control



un motor síncrono de C.A. que se utiliza para abrir y cerrar la ventila, un ventilador de 15 Watts, una válvula solenoide de 12 Watts y en lugar del calentador se está utilizando un foco que disipa 100 Watts.

La microcomputadora cuenta con los algoritmos de programación de parámetros, adquisición y almacenamiento de datos, control de actuadores y recepción y transmisión de datos.

Bajo el control de la microcomputadora 8748, las señales de los sensores de humedad y temperatura, así como de sus umbrales de operación, son continuamente muestreados y convertidos a palabras de 8 bits mediante un módulo de adquisición de datos. Luego estos datos y sus umbrales se almacenan en localidades de la memoria de datos de la microcomputadora, para inmediatamente después ser leídos y comparados utilizando una subrutina de control para tomar una decisión y llevar a cabo una acción manejando ciertos actuadores. La forma en que se fijan los umbrales es por medio de potenciómetros que pueden variar en un rango de 0 a 5 volts.

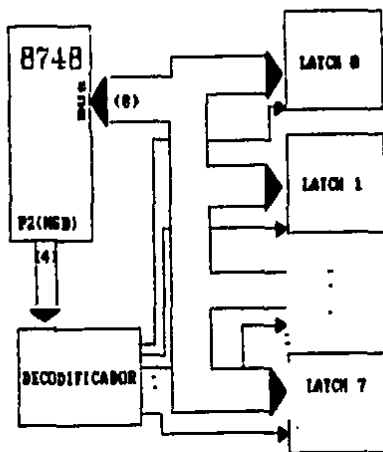
La microcomputadora se utiliza en una estructura de BUS a la que se conectan varios dispositivos de captura (latches), los cuales se seleccionan por un decodificador (3/8) que es activado por los 4 bits más significativos del puerto 2 de la microcomputadora con la siguiente distribución: P27 para el obturador (strobe) y P26-P24 para A,B y C (Fig.2.3).

Uno de estos dispositivos de captura se utiliza, junto con un convertidor A/D,

para la adquisición de datos. Otro dispositivo captura el estado de los actuadores mecánicos y otro mantiene la señal hacia diferentes actuadores.

Fig.2.3

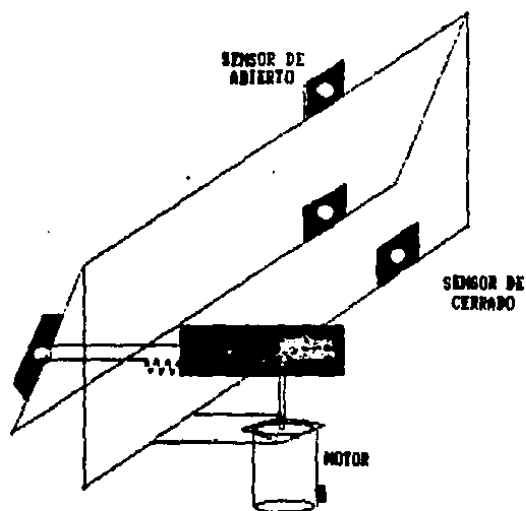
Estructura del sistema de monitoreo y control



Finalmente, un detalle de los microinterruptores que detectan el estado abierto o cerrado de la ventila (actuador mecánico) se muestra en la figura 2.4.

Fig. 2.4

Detalle de los microinterruptores de la ventila



EL SISTEMA DE ADQUISICION Y CONTROL

3.1 MICROCOMPUTADORA 8748

Para este sistema se seleccionó la microcomputadora 8748 por sus características como son: el contar con un kilobyte de memoria (1024 palabras de 8 bits) de tipo EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) para el programa, 64 bytes de memoria RAM para datos, 24 líneas de entrada/salida, 3 líneas de prueba y un temporizador. Además se contaba con el equipo de soporte para trabajar con esta microcomputadora como son: el sistema de desarrollo Prompt 48, el paquete XASM-48 para editar y ensamblar los programas y el paquete PL para la transferencia de archivos. Todo esto nos proporcionaba una flexibilidad en el diseño del sistema y un ahorro de tiempo en cuanto a pruebas y depuración de los programas.

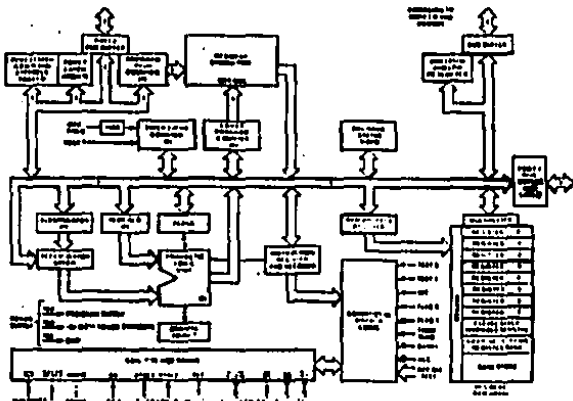
El diagrama de bloques de la figura 3.1. muestra la arquitectura de la microcomputadora 8748. Agrupando los bloques por funciones tenemos las siguientes secciones: sección aritmética, memoria de programa, memoria de datos, sección de entrada/salida, entradas de prueba e interrupción, contador y pila (stack) de programa, palabra de status de la microcomputadora, lógica de salto condicional, lógica de interrupción, temporizador/contador y "reset".

La sección aritmética del procesador abarca: la unidad lógica aritmética (ALU), el acumulador, la bandera de acarreo (carry) y el decodificador de instrucción. En

esta sección, el código de operación de cada instrucción del programa es almacenado en el decodificador, convertido a una salida para controlar a la ALU y ejecutar las instrucciones lógicas y aritméticas (ADD, AND, OR, EXC.OR, INC, DEC, CPL, ROT, SWAP y ajuste decimal) entre dos operandos de 8 bits. El acumulador es el registro más importante del procesador, ya que es la fuente para la ALU y a través de él se hacen los movimientos de entrada y salida de los puertos.

Fig. 3.1.1

Arquitectura de la MC-8748



Detallando un poco más las características de la microcomputadora 8748 resumimos lo siguiente:

- La memoria del programa (program memory), contiene un kilobyte de memoria, que es direccionada por el contador del programa (program counter). Esta memoria puede ser programada para la operación de lectura solamente y también puede ser borrada mediante luz ultravioleta (Erasable Programmable Read Only Memory EPROM). Existen 3 localidades de especial importancia:

LOCALIDAD 0. Al activar la línea "reset" de la microcomputadora, la primera instrucción que es buscada por el contador de programa es la que se encuentra en esta localidad.

LOCALIDAD 3. Al activar la línea de interrupción, de la microcomputadora 8748, se ocasiona un salto a la subrutina de la localidad 3.

LOCALIDAD 7. Una interrupción del temporizador/contador, como resultado de un sobreflujo, ocasiona un salto a la subrutina de la localidad 7.

- La memoria de datos se compone de 64 bytes, todas las localidades son direccionadas indirectamente por los registros R0 y R1. Además hay 2 bancos con un total de 16 registros de 8 bits cada uno que son direccionados directamente (R0,R1,...R7,R0',R1',...R7').

- La sección de entrada/salida tiene 27 líneas, las cuales están agrupadas en 3 puertos bidireccionales de 8 líneas cada uno (BUS ó Puerto 0, Puerto 1 y Puerto 2) y 3 líneas de prueba (TO, T1 e INT).
- El temporizador/contador programable que contiene la microcomputadora, se utiliza para contar eventos externos y generar retardos de precisión .
- El tiempo de duración del ciclo es de 15 veces el periodo del cristal utilizado, en este caso el cristal es de 6 Megahertz, por lo que el tiempo de duración del ciclo es de 2.5 microsegundos.

3.2 MODULO DE ADQUISICION DE DATOS

Debido a la necesidad de estandarizar las señales eléctricas de los sensores para hacerlas apropiadas a la etapa de la unidad de adquisición, es indispensable utilizar módulos de acondicionamiento de señal. Estos módulos se muestran en las figuras 3.2.1 y 3.2.2 para el sensor de temperatura y humedad respectivamente.

3.2.1 Sensor y circuito acondicionador de temperatura

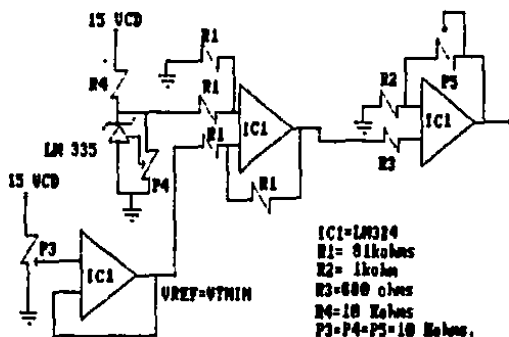
Se seleccionó el sensor de temperatura LM335 ya que presenta facilidad de calibración, amplio rango de operación de temperaturas (-40°C a $+100^{\circ}\text{C}$), linealidad en su salida, bajo costo y disponibilidad en el mercado. El LM 335 funciona como un

zener de 2 terminales y tiene un voltaje de ruptura directamente proporcional a la temperatura ($10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$).

El circuito acondicionador que vemos en la figura 3.2.1 obtiene primeramente la diferencia de voltajes $V_t - V_{ref}$ a la salida del amplificador operacional IC1A. Después, mediante el amplificador operacional IC1B se le da una ganancia de 10. De esta manera se encuentra calibrado para un rango de 0°C a 50°C .

Fig.3.2.1

Sensor y circuito acondicionador de temperatura



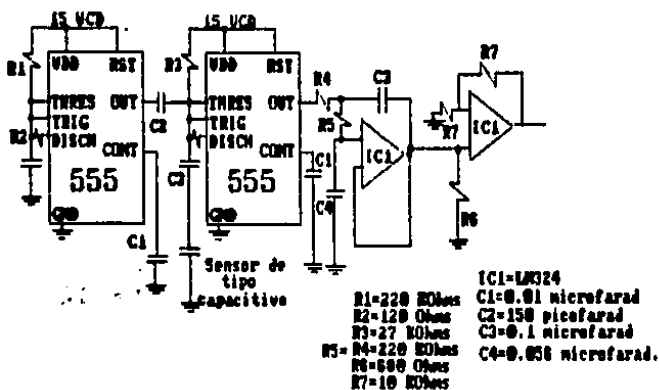
3.2.2 Sensor y circuito acondicionador de humedad

El sensor para medir la humedad es de tipo capacitivo, al variar la humedad varía su capacitancia. Su circuito acondicionador básicamente lleva a cabo la función de convertir una frecuencia a voltaje.

El circuito de la figura 3.2.2 trabaja de la siguiente manera: el temporizador U1 oscila a 60 hertz, proporcionando pulsos al temporizador U2 el cual opera en modo

Fig.3.2.2

Sensor y circuito acondicionador de humedad



monoestable. La resistencia $R1$ es fija y el capacitor Cx es el sensor. Mientras que la frecuencia a la salida de $U2$ es de 60 hertz, la duración de su pulso depende del valor de Cx . $U3$ es una combinación de filtro pasobajas con ganancia unitaria cuya salida de voltaje de CD es el promedio de la duración de los pulsos de salida de $U2$.

Quando el valor de Cx es pequeño la duración del ciclo es relativamente baja. Los pulsos de salida son angostos y producen bajos niveles de voltaje de CD . Y cuando Cx aumenta la duración del ciclo aumenta también, haciendo los pulsos de salida más amplios con lo que el nivel de voltaje de salida de $U3$ aumenta.

En ambos circuitos de acondicionamiento se estandarizaron las señales provenientes de los sensores a un nivel máximo de +5 Volts, dado que en la siguiente etapa el circuito que se utiliza opera para un rango de 0 a 5 volts.

3.2.3 Etapa de conversión analógica/digital

Después de la etapa de acondicionamiento necesitamos de una etapa que realice la conversión de la señal analógica a digital para que de ésta manera pueda ser leída por un puerto de la microcomputadora.

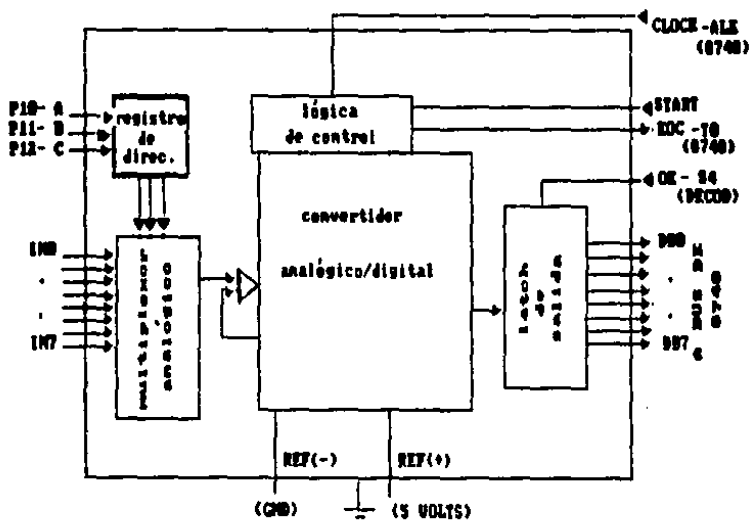
Para esta etapa se emplea el dispositivo ADC0808, ya que contiene en un solo circuito integrado las partes que constituyen un sistema de adquisición de datos estándar: un convertidor A/D de 8 bits, un multiplexor de 8 canales con un latch de direccionamiento de entrada y una lógica de control.

El diagrama eléctrico se muestra en la figura 3.2.3. El convertidor ADC0808 se divide en 2 subcircuitos básicos: un multiplexor analógico y un convertidor A/D. El multiplexor emplea 8 interruptores analógicos de tecnología CMOS para proporcionar hasta 8 entradas analógicas; estos interruptores son encendidos selectivamente, dependiendo del dato que esté presente en un registro de dirección de 3 bits.

El segundo bloque, es el del convertidor A/D de aproximaciones sucesivas, que convierte la salida analógica del multiplexor a una palabra de 8 bits la cual es entregada

Fig.3.2.3

Diagrama del convertidor ADC0808



al BUS. Por programa se lee el dato del BUS y se almacena en la memoria de datos (DATA MEMORY).

3.3 MODULO DE CONTROL DE ACTUADORES.

Debido a que la naturaleza de la salida proporcionada por las microcomputadoras es de señales digitales y la naturaleza de alimentación para los actuadores varía en un gran rango de voltajes CA y CD, se requiere de varias etapas para realizar el manejo de los actuadores. Para el envío de señales hacia los actuadores se utiliza el BUS como puerto de salida.

El control de los actuadores está formado por las etapas de captura (latcheo), optoacoplamiento, ganancia de potencia, relevadores de estado sólido y los actuadores (Fig.3.3).

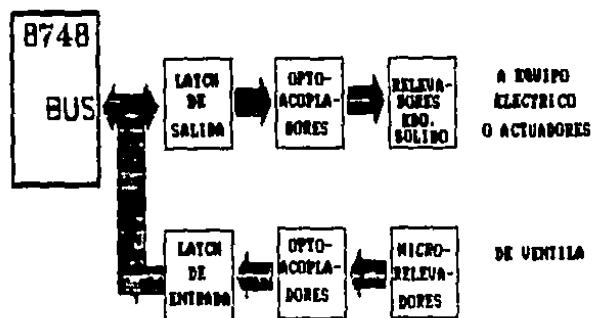


Fig.3.3

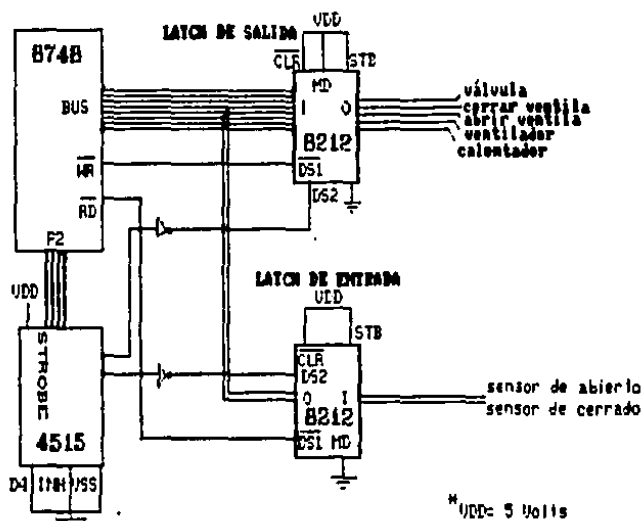
Diagrama de las etapas de control

3.3.1 Etapa de Captura (latcheo)

Ya que el BUS se emplea también para la adquisición de datos y para conocer el estado de los actuadores, se necesita de esta etapa para presentar los datos cuando se requiera activar a los actuadores. Cuando no se realiza ningún cambio, esta etapa se encuentra en un estado de alta impedancia. Se emplea un latch de 8 bits, con lógica de control. De estos 8 bits se utilizan 5 distribuidos de la siguiente manera: 1 para el manejo del calentador, 1 para el ventilador, 2 para el motor de abrir y cerrar la ventila y otro para la válvula.(Fig.3.3.1)

Fig.3.3.1

Conexión de la etapa de captura



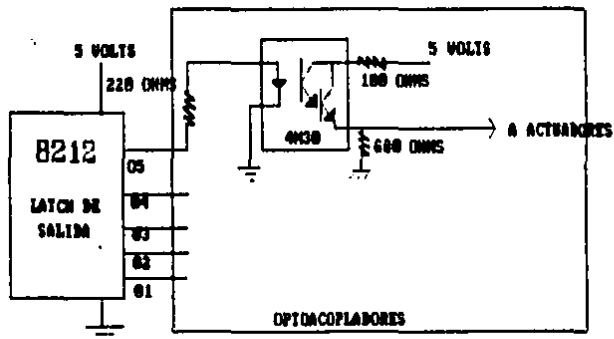
3.3.2 Etapa de Optoacoplamiento

Después de la etapa de captura se requiere de otra que nos proporcione la función de aislar en forma efectiva las etapas de bajo voltaje (BUS,latch) y alto voltaje (ganancia de potencia, C.A.).

Para esto, se emplean optoacopladores que mantienen un aislamiento de 1500 a 1600 volts entre la entrada y la salida y una impedancia de 10×10^{11} Ohms cuando no están activados, además presentan un tamaño pequeño en relación con los relevadores mecánicos.(Fig.3.3.2)

Fig.3.3.2

Conexión de la etapa de optoacoplamiento



3.3.3 Etapa de Ganancia de Potencia y Relevadores de Estado Sólido.

Debido a las necesidades de potencia para activar los equipos y puesto que hasta antes de esta etapa solo tenemos bajos niveles de voltaje, conviene utilizar dispositivos electrónicos que tengan la capacidad de manejar cargas que requieren grandes corrientes y además que estos dispositivos sean factibles de ser accionados con niveles de voltaje bajos. Estos dispositivos son los relevadores de estado sólido ó tiristores.

La etapa de ganancia amplifica el nivel de corriente entregada por los optoacopladores, ya que es indispensable mantener una magnitud y una duración de la corriente en las compuertas de los tiristores para su activación.

En la primera versión el diseño de esta etapa de ganancia se utilizaron transistores junto con elementos pasivos, para integrar una etapa de ganancia. Posteriormente se utilizaron optoacopladores con la configuración darlington en la salida como se ve en la figura 3.3.2 con lo que se logró reducir el espacio ocupado por esta etapa.

Después de esta etapa de ganancia se tiene la etapa formada por los relevadores de estado sólido o tiristores. El nivel de potencia necesario para el manejo del equipo eléctrico determina la selección de los tiristores a utilizar. El nivel de corriente que circula por los actuadores varía desde 0.1 hasta 1 Ampere, en consecuencia se seleccionaron los TRIAC's TIC-216 cuya corriente de encendido en la compuerta es de 50 miliamperes y manejan corrientes hasta de 8 Amperes.

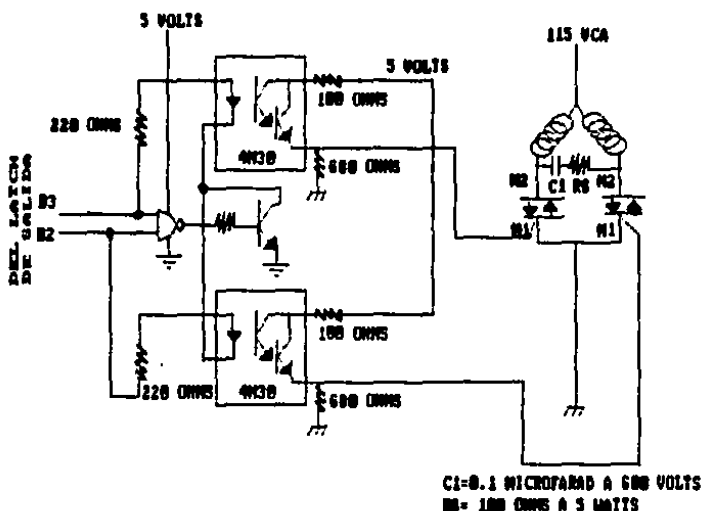
3.3.4 Etapa de Actuadores

Como se mencionó anteriormente, para abrir y cerrar la ventila, se utiliza un motor síncrono de 72 revoluciones por minuto a 60 hertz, 0.1 Ampere y 120 Volts CA, su par es de 25 onzas por pulgada. El diagrama de la figura 3.3.4.1 muestra el circuito eléctrico. Para su funcionamiento mediante la compuerta NAND se asegura que, aún cuando los bits 2 y 3 estén en alto simultáneamente, no se activará el motor.

Mediante el bit 2 y el bit 3 del BUS se manda la señal para hacer girar en

Fig.3.3.4.1

Conexión del motor síncrono



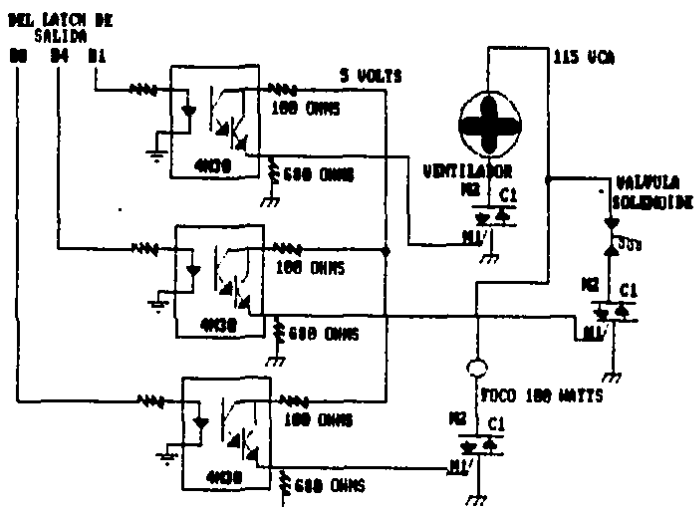
ambas direcciones la flecha del motor y con esto abrir y cerrar la ventila respectivamente.

La válvula solenoide utilizada tiene un diámetro de salida de 19.1 mm., consume 11 Watts a 115 Volts CA y proporciona una presión de 6-7 Kg/cm2. Esta válvula se activa mediante el bit 4 del BUS.

El ventilador consume 15 Watts a 115 Volts CA y es accionado por el bit 1 del BUS. Finalmente tenemos un foco que disipa 100 Watts y es activado por el bit 0 del BUS. La figura 3.3.4.2 muestra el diagrama eléctrico para estos 3 últimos actuadores.

Fig.3.3.4.2

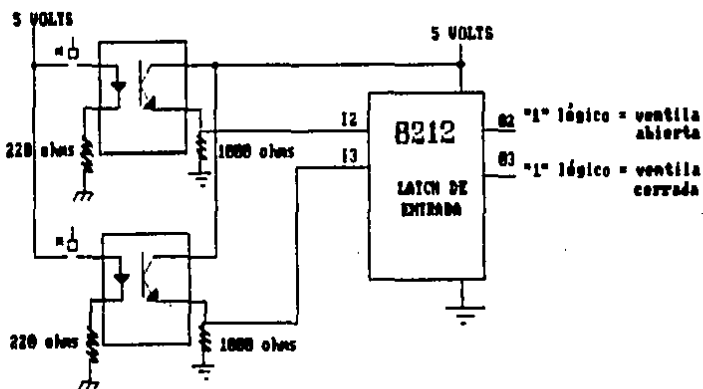
Conexión del ventilador, la válvula y el foco.



Para complementar la acción de la etapa de los actuadores fué necesario detectar la posición de la ventila (abierta o cerrada), como se vé en la figura 3.3.4.3 se integró esta etapa con microinterruptores (push button), los cuales se encuentran conectados a optoacopladores que enviarán una señal con lógica positiva cuando se tenga el abierto ó el cerrado total de la ventila, esta señal se captura por medio de un "latch", el cual esta conectado en los bits 2 y 3 al BUS de datos de la microcomputadora 8748.

Fig.3.3.4.3

Adquisición del dato de la posición de la ventila



* microinterruptores

3.4 MODULO DE COMUNICACIONES

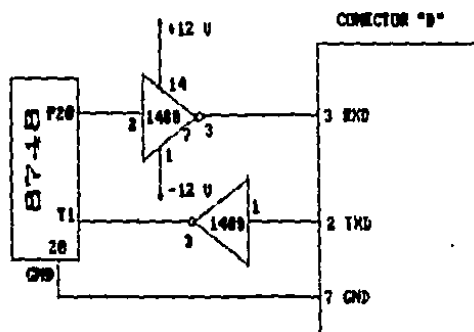
3.4.1 Interfaz RS-232

Para permitir intercambiar información entre la PC y la microcomputadora con un mínimo de alambres de interconexión, se integró por programa la transmisión de datos en serie diseñándose además una sencilla interfaz hacia la PC como se muestra en la Fig.3.4.1.

Para la transmisión de datos desde la microcomputadora se utiliza el bit 0 del puerto 2, adaptando los niveles lógicos de voltaje, que para el estándar RS-232 son de -12 y +12 Volts con lógica negativa mediante el circuito 1488. Para la recepción de datos a la microcomputadora se utiliza la entrada de prueba T1, conectándose mediante un circuito acondicionador 1489 a la salida TXD de la PC.

Fig.3.4.1

Interfaz RS-232



3.5 FUENTE DE ALIMENTACION

Los voltajes de alimentación para el sistema en conjunto son:

+/- 12 VCD Módulo de adquisición y puerto RS-232C

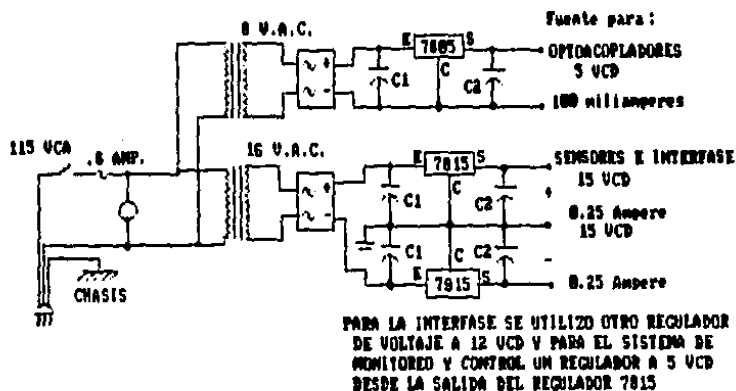
+ 5 VCD Módulo de adquisición y control

+ 5 VCD Módulo de optoacopladores

El diagrama de la fuente múltiple de alimentación se muestra en la figura 3.5.1 en el cual se indican los voltajes y corrientes que cada fuente proporciona.

Fig.3.5.1

Fuente de alimentación



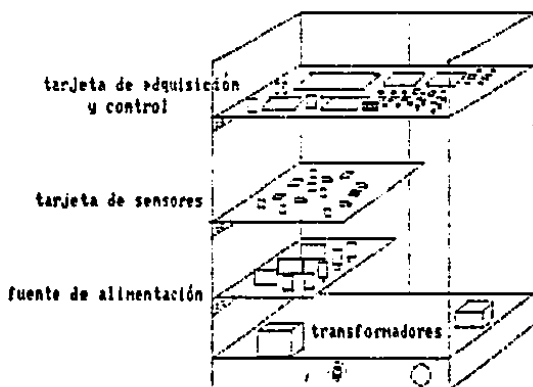
CHASIS

3.6 DIAGRAMA GENERAL. INTERCONEXION DE MODULOS

En la figura 3.6.1 tenemos una vista del sistema de monitoreo y control.

Fig.3.6.1

Sistema de monitoreo y control



La interconexión de las tarjetas de adquisición y control de sensores y la identificación de los conectores, se da en los diagramas de las figuras 3.6.2 y 3.6.3 respectivamente.

Fig.3.6.2

Interconexión de la tarjeta de adquisición y control

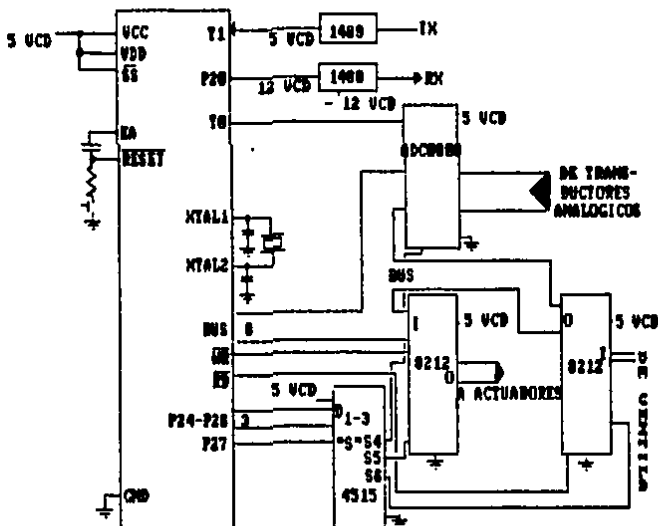


Fig.3.6.3

Identificación del conector de la tarjeta de adquisición y control

Origen/destino	Pin	I/O	Señal
fuelle	1,A	I	Gnd. 5VDC
inv.	2	I	B2 ventila cerrada
inv.	3	I	B3 ventila abierta
fuelle opto	4	I	5VDC Optos.
inv.	5	O	Válvula
fuelle opto	6	I	Gnd. Optos.
inv.	7	I	INT.
inv.	8	I	Reset
inv.	9	I	Reset
inv.	10	O	Motor(negro)
inv.	11	O	Motor(azul)
sensores	12	I	IN7(entrada analógica)
sensores	13	I	IN6(entrada analógica)
sensores	14	I	INO(entrada analógica)
inv.	15	O	Ventilador
inv.	16	O	Lámpara
sensores	17	I	IN5(entrada analógica)Rt
sensores	18	I	IN1(S911,RT)
sensores	19	I	IN4(RH)
sensores	20,X	I	IN2(335,RT),T1
sensores	21,Y	I	IN3,P20

3.7 SISTEMA DE DESARROLLO PROMPT 48

Ya que la MC-8748 es una microcomputadora digital de propósito general hasta el momento en que se diseña y graba un programa para un fin determinado, y además debido a que era necesario aprender y familiarizarse con el juego de instrucciones, hacer pruebas del funcionamiento del equipo eléctrico y electrónico de los programas de adquisición y control; fué necesario utilizar el sistema de desarrollo para microcomputadoras PROMPT 48 de Intel.

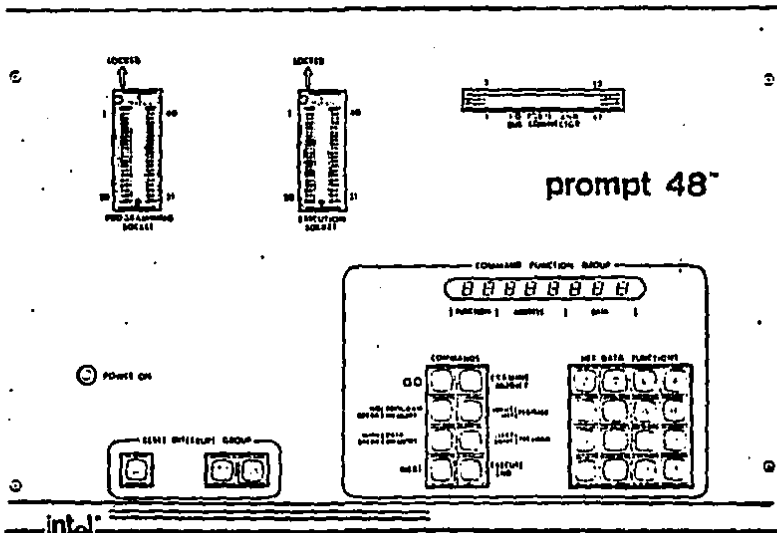
El sistema de desarrollo Prompt 48 está diseñado para trabajar con lenguaje de máquina, tiene la ventaja de controlar dispositivos compatibles con TTL, es capaz de programar PROM's y además facilita la forma de ver el status de banderas, puertos, registros, etc.. Esto fué de gran ayuda para escribir, depurar, probar y grabar los programas.

El sistema de desarrollo Prompt 48 contiene lo siguiente: un panel frontal de 27 teclas para entradas de control y datos, una pantalla de despliegue (display) de 7 segmentos para 8 caracteres de visualización de status y resultados, fuente de poder, 1 Kilobyte para la memoria de programa de tipo EPROM, 256 bytes de memoria de datos RAM externa al procesador, un programador de EPROM con una base externa, capacidad de expansión para BUS y puertos para memoria adicional ó dispositivos periféricos, un puerto en serie (RS-232), hardware. Además cuenta con 4 Kilobytes de firmware para proporcionar utilerías tales como: examen y modificación de registros ó memoria y la ejecución en tiempo real de programas con interrupciones en ciertas localidades u operación paso a paso.

El panel del sistema Prompt 48 se muestra en la figura 3.7.

Fig.3.7

Panel del sistema Prompt 48



3.7.1 Descripción del panel frontal.

Mediante el panel se comunica el usuario con la microcomputadora. Los datos y los comandos entran a través del teclado, el status y los datos se presentan en el "display". Se tienen 2 grupos de funciones que se explicarán más adelante. Se tienen también 2 bases de circuitos integrados de 40 pines: uno es utilizado para programar las microcomputadoras 8748 ó 8741, y otro que soporta las microcomputadoras 8035, 8048 ó 8748, las cuales funcionan como los controladores del sistema de desarrollo. Finalmente se tiene un cable plano de 50 líneas que da acceso para la ejecución de entrada y salida de los puertos y del BUS en circuitos prototipos.

El "display" consiste de 8 diodos emisores de luz de 7 segmentos. Los 8 dígitos son utilizados para desplegar información hexadecimal con la siguiente distribución: 2 números para la función, 3 para la dirección y 3 para datos. Fig.3.7.1.



Fig.3.7.1

Display de la Prompt 48

Se tienen 2 teclados utilizados, uno para instrucciones y otro para el grupo de "reset" e interrupciones.

El teclado de comandos es un grupo de 8 teclas (Fig.3.7.2). Al activarlo se despliega el código del comando en la parte de función del "display".

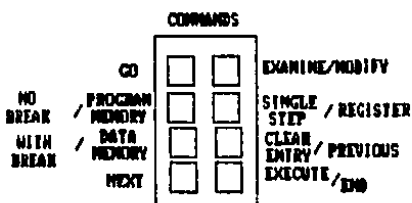


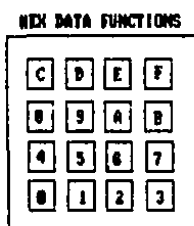
Fig.3.7.2

Teclado de comandos

El teclado de funciones y datos hexadecimales (Fig. 3.7.3) es un grupo de 16 teclas, cada una representando un dígito hexadecimal, que se utiliza para proporcionar al programa monitor los parámetros de dirección y datos para la ejecución de varios comandos.

Fig.3.7.3

Teclado de datos y comandos especiales



Teclado del grupo de "reset" e interrupciones. En este teclado hay 3 teclas:

SYS RST, MONT INT y USR INT que se utilizan para reinicializar el hardware del sistema, interrumpir el programa monitor e interrumpir el programa del usuario respectivamente. (fig.3.7.4)



Fig.3.7.4

Grupo de teclas de "reset"

Se emplea un conector llamado J1 para el intercambio de datos con dispositivos ó prototipos externos. Esto permite la expansión de memoria para el programa y para datos. Este conector se encuentra en la parte superior derecha del panel.

IV. PROGRAMACION DE LA MICROCOMPUTADORA 8748

4.1 PROGRAMA PRINCIPAL

En el capítulo anterior se cubrieron los aspectos más importantes del hardware del sistema. En este capítulo se describirá la programación de la microcomputadora para la adquisición y control de datos. Toda la programación fué hecha a nivel de lenguaje de máquina auxiliándose del paquete ensamblador XASM48, para la serie de microcomputadoras MC-48. También se auxilió del sistema de desarrollo Prompt 48 para la grabación y prueba de los programas.

Para una clara comprensión del programa, se muestra en la figura 4.1 el diagrama general de flujo del programa. La secuencia de este programa es la siguiente:

- a. Inicializar las condiciones de los dispositivos de captura en su salida para evitar transitorios hacia los actuadores. Limpiar localidades de memoria utilizadas para la comunicación con la PC.

- b. Efectuar la adquisición de datos habilitando el decodificador para seleccionar el convertidor analógico digital así como adquirir sus correspondientes umbrales, fijados por potenciómetros, y almacenarlos en determinadas localidades de memoria. Estos umbrales tienen la función de proporcionar otro dato que se utiliza como referencia para la subrutina siguiente.

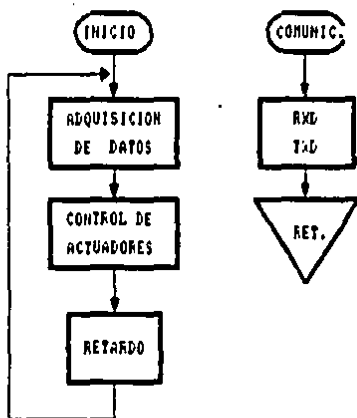
c. Activar ó desactivar los actuadores mediante la rutina de control, la cual lee los datos y sus correspondientes umbrales, realiza una comparación entre estos y ejecuta una acción dependiendo del resultado de esta comparación.

d. Efectuar un retardo antes de volver al ciclo de adquisición.

Finalmente, y no en forma secuencial, sino cuando se lleva a cabo una interrupción se ejecuta el programa de comunicaciones.

Fig. 4.1

Diagrama de flujo del programa principal

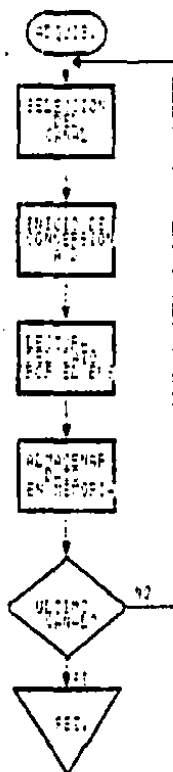


4.2 PROGRAMA DE ADQUISICION DE DATOS

El diagrama de flujo de la Fig.4.2 muestra la subrutina de adquisición de datos.

Fig.4.2

Diagrama de flujo de la subrutina
de adquisición



En esta subrutina se selecciona primeramente el canal de entrada cargando la dirección en los pines de entrada ADDA, ADDB y ADDC del registro del multiplexor, cuando las entradas de control ALE y START son pulsadas positivamente. Los registros se limpian con el frente de onda positivo y con el frente de onda negativo se inicia la conversión. Cuando se realiza la conversión la salida EOC se activa baja y hasta que finaliza la conversión se activa en alto, entonces el dato está listo para ser leído. Para detectar el final de la conversión (EOC en alto) se utiliza la entrada de prueba T0 de la microcomputadora 8748. Al ser detectado el EOC la microcomputadora habilita la entrada OE y el dato es leído por el BUS. Esto se repite 8 veces para hacer la conversión de los 8 canales y su almacenamiento en la localidad de memoria de datos (DATA MEMORY), al hacerlo se dá por terminada la subrutina de adquisición de datos.

Para cargar la dirección de los canales se utilizan los pines P10, P11 y P12 de la microcomputadora. Para las entradas de control ALE y START se utiliza el pin P13. Para activar el OE y presentar los datos del convertidor al BUS se utiliza el pin S4 del decodificador cuando la microcomputadora lo habilita por medio de P24-P27.

4.3 PROGRAMA DE CONTROL

Considerando que ya fueron adquiridos los datos, y se han fijado los umbrales para estos, se entra a la subrutina de control de actuadores. Para inclinarse por un determinado manejo de los actuadores, se comparan los datos adquiridos con los umbrales preestablecidos y se analiza el resultado para enviar una palabra de control hacia los actuadores .

La palabra de control hacia los actuadores que se presenta en el BUS, tiene el siguiente formato:

B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
0	0	0	Abrir	Cerrar	Abrir	Prender	Prender
0	0	0	Válvula	Ventila	Ventila	Ventilador	Calentador

Los actuadores entrarán en operación cuando un "1" lógico se presente en alguno de los bits respectivos del BUS de datos.

Para el diseño de este programa se consideran los siguientes estados:

Dato > Umbral Superior

Dato < Umbral Inferior

Umbral Sup > Dato > Umbral Inferior

Para el parámetro de la humedad se tienen las siguientes condiciones, indicando el correspondiente estado de los actuadores:

Condiciones:	Actuadores:		
	Válvula	Ventila	Ventilador
Humedad > Umbral Sup.	Cerrada	Abierta	Encendido
Humedad < Umbral Inf.	Abierta	Cerrada	Apagado
Umbral Sup.> Hum.> Umbral Inf.	Cerrada	Cerrada	Apagado

Y para el parámetro de la temperatura se tienen las condiciones y el estado de los actuadores siguientes:

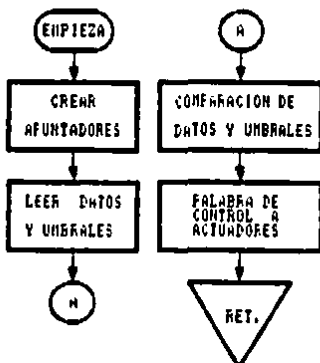
Condiciones:	Actuadores:
	Calentador Ventila Ventilador
Temperatura > Umbral Sup.	Apagado Abierta Encendido
Temperatura < Umbral Inf.	Encendido Cerrada Apagado
Umbral Sup. > Temp. > Umbral Inf.	Apagado Cerrada Apagado

Se observa que el ventilador y la ventila son actuadores comunes para el control de ambos parámetros y como es posible una condición en que los actuadores se requieran en una acción contraria, se hace prioritaria la condición de la temperatura sobre la de humedad.

Con el siguiente diagrama de bloques vemos la acción a realizar para el manejo de los actuadores.

Fig.4.9.1

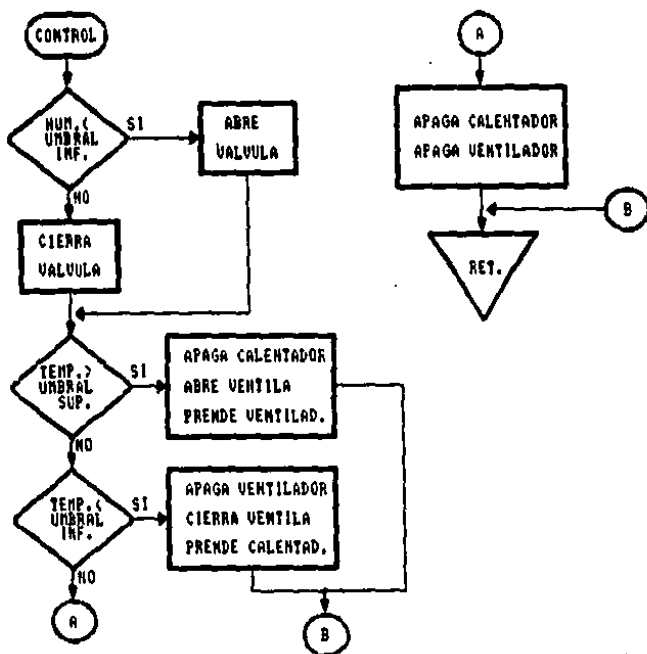
Diagrama de flujo de la subrutina de control



El diagrama de flujo de la subrutina de control de actuadores se muestra en la figura 4.3.2. Como se había mencionado anteriormente, la condición de la temperatura se hace prioritaria para el control de la ventila y el ventilador. Esto es debido a que para controlar una alta humedad se puede utilizar la ventilación pero también la calefacción, pero como se logra un considerable ahorro al utilizar la ventilación para el control de la humedad, entonces la humedad alta se controlará dependiendo de la condición de la temperatura.

Fig.4.3.2

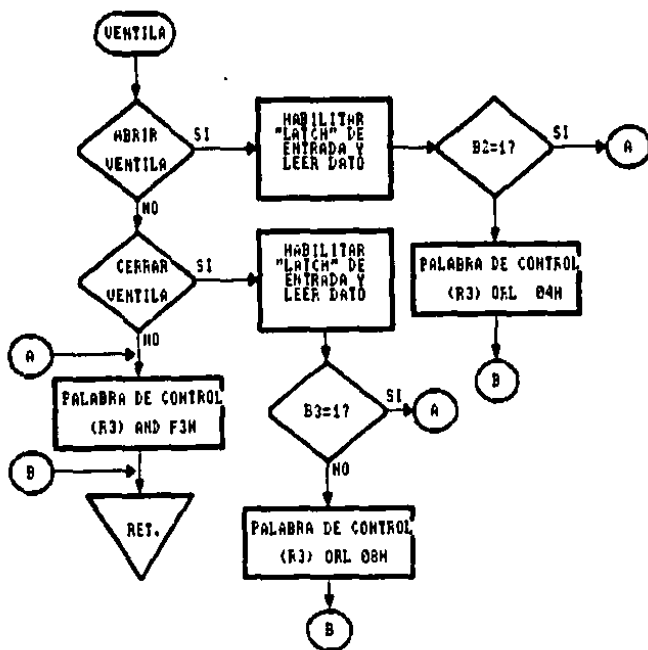
Subrutina del control de actuadores



Para la subrutina de control fué necesario implementar una etapa de adquisición del dato del estado de la ventila, ya que si se requiere una condición para ésta, se deberá conocer su posición (abierta ó cerrada), de lo contrario el enviar una señal hacia el motor de la ventila, cuando no se requiera, podría frenar y quemar el motor. Para los demás actuadores no es necesario conocer su estado anterior para enviarles una señal. El detalle para esta acción se muestra en el diagrama de bloques de la figura 4.3.3.

Fig.4.3.3

Diagrama de flujo para la acción de la ventila



4.4. PROGRAMA DE COMUNICACIONES

Debido a que se requiere una forma de comunicación en la PC, se optó por la comunicación en serie, ya que ésta permite intercambiar información entre 2 ó más equipos con un mínimo de alambres. Se integró por programa la transmisión de datos en serie. La comunicación en serie se realiza con el siguiente formato: consiste de un bit de comienzo ó inicio (Start Bit) cuyo nivel es un "0" lógico; le siguen 8 bits que son los bits de datos y a continuación de estos, otros 2 bits que son los bits de paro (Stop Bit) y cuyo nivel es un "1" lógico. En la práctica el 8vo. bit generalmente es de paridad sobre los 7 primeros. Una variación de este formato anula uno de los bits de paro.

4.4.1 Recepción de datos en serie.

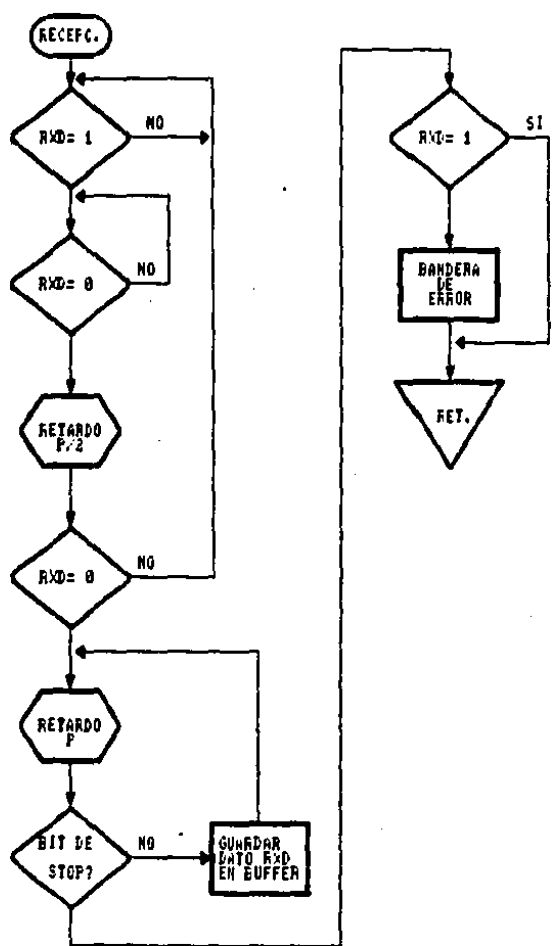
En la figura 4.4.1 vemos un algoritmo que puede ser utilizado para muestrear datos en serie bajo un control de software utilizando una microcomputadora.

Con este algoritmo se muestra el dato a la entrada en un "loop", mientras el dato sea un "1" lógico no se estará detectando el bit de inicio sino hasta que sea un "0" lógico. Cuando ocurre esto, se toma este instante de tiempo para utilizarse como una referencia para muestrear todos los bits siguientes. Después de detectar el bit de inicio se hace un retardo de 1/2 bit, al periodo de esta señal le llamamos P. Al final de esta espera la línea en serie se prueba, si es un "1" entonces el bit de inicio fué inválido y se reinicia el proceso. Si la línea aún es un "0" se toma como el bit de inicio y se

comienza un retardo. Este proceso es repetido hasta que los 8 bits de datos han sido muestreados.

Fig.4.4.1

Rutina de muestreo de recepción en serie



El último bit se verifica si es un "1" ó un bit de parada. Si lo es, el caracter se toma válido, sino el caracter ha tenido un error y es inválido y se continúa con el programa principal.

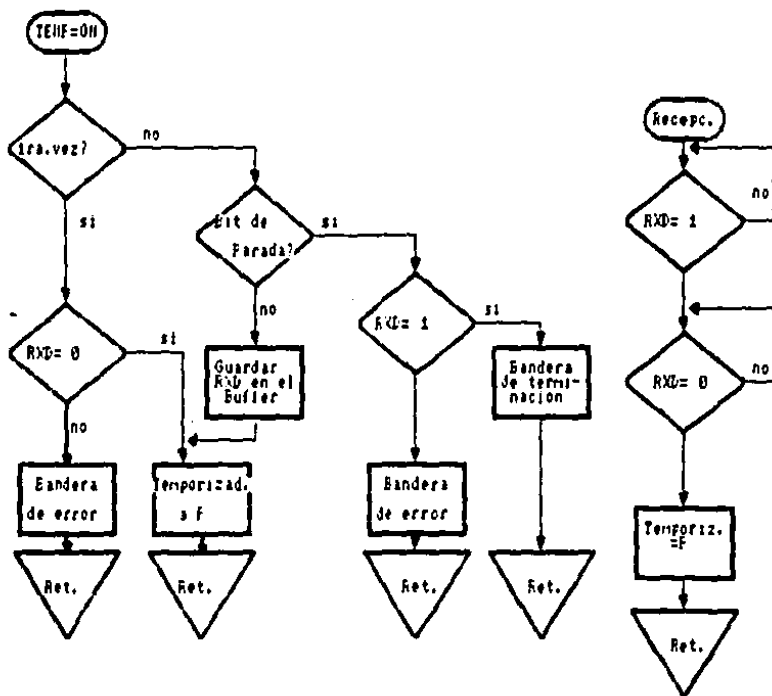
Una desventaja en el aprovechamiento del programa del diagrama de la figura 4.4.1 es que, mientras la microcomputadora está adquiriendo datos en serie, debe estar totalmente dedicada a esta tarea. El tiempo exacto solamente puede mantenerse si el programa permanece en un "loop" de espera sin permitirse a ella misma trabajar en otras funciones. El temporizador residente en la MC-8745 proporciona una solución a este problema. En lugar de mantener en "loops" al programa, puede ponerse el temporizador a un intervalo, arrancarlo y proceder con otras tareas. Cuando el temporizador llega a un sobreflujo, se genera una interrupción para notificar al "software" que el periodo de tiempo se ha cumplido. La figura 4.4.2 muestra una extensión del algoritmo utilizado en la figura 4.4.1. Este último algoritmo es igual hasta la detección del cambio en el bit de inicio. En este punto el temporizador es puesto a la mitad de la duración de un bit (P) y se opera un regreso hacia el programa llamado, con el que se puede iniciar otro proceso. Dentro de este intervalo de tiempo se genera una interrupción. Cuando se detecta la primera interrupción, la línea en serie es verificada para asegurar que existe una condición de espacio (ó que el bit de inicio es válido), se inicia otra vez el temporizador y se genera un regreso hacia el programa el cuál estaba corriendo cuando ocurrió la interrupción. Si la línea en serie ha regresado al estado de "1", la bandera de status se activa para indicar un error y se genera un regreso. Sobre interrupciones subsecuentes, el dato es muestreado, el temporizador es reinicializado y el control regresa al programa que estaba corriendo cuando ocurrió la interrupción. Cuando el último bit es detectado (el bit de parada), se enciende una bandera y se

programa principal. Al verificar periódicamente el error y el estatus de las banderas se puede determinar cuando se ha logrado recibir un dato.

Al utilizar el temporizador para implementar los retardos como se muestra en la figura 4.4.1 resulta un ahorro considerable en el procesamiento en el tiempo.

Fig.4.4.1

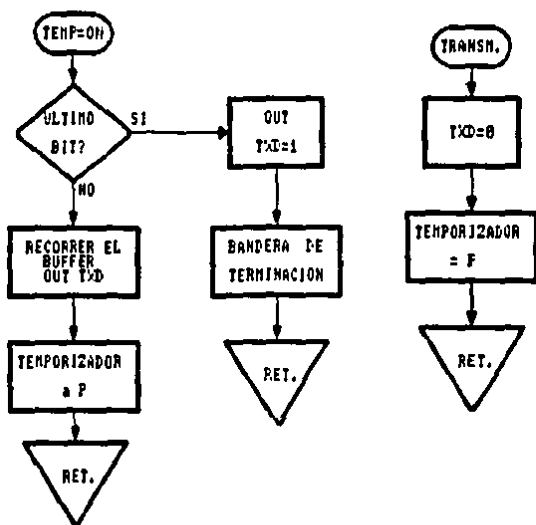
Recepción de datos utilizando el temporizador



4.4.2 Transmisión de datos en serie.

La transmisión en serie es más simple que la recepción, ya que no se requiere de una sincronización. Todo lo que se requiere es usar el temporizador para generar interrupciones en el rango de duración del bit y presentar el caracter a ser transmitido en el pin de entrada/salida (I/O). El programa que se utiliza para hacer la transmisión es el mostrado en la figura 4.4.2.

Fig.4.4.2
Rutina de transmisión de datos



4.4.3 Generación de Paridad.

Los cálculos de paridad son sencillos. Un caracter tiene paridad par si el número de bits "1" es par. Un caracter tiene paridad impar si tiene un número impar de "1".

Lo que se hace para elaborar este algoritmo es tener un contador y limpiar la bandera de acarreo. Después de esta inicialización se ejecuta un "loop" durante 8 veces. Durante cada ejecución el acumulador rota y el bit menos significativo es probado. Si el bit es un cero, la bandera de acarreo es complementada; si el bit es un "1", no se lleva a cabo ninguna acción. Ya que un número par de ceros implica un número par de unos para un caracter de 8 bits, después de que han sido completados los 8 "loops", el bit de acarreo será puesto, si un número impar de unos fué encontrado y será reestablecido, si el número fué par.

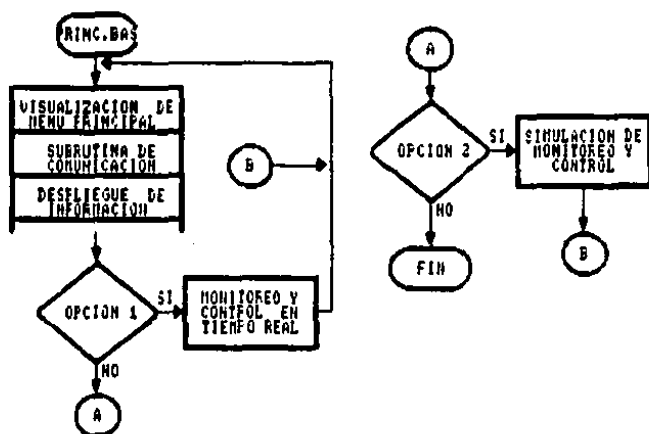
V. PROGRAMACION DE LA COMPUTADORA PERSONAL

5.1 PROGRAMA PRINCIPAL

En este capítulo se describe la programación de la PC en el lenguaje BASIC. La Fig.5.1 muestra en forma general la estructura del programa y las opciones del sistema que son ejecutadas a través de comandos del menú principal, el cuál se despliega al correr el programa "CONTROL.BAS".

Fig.5.1

Estructura del programa de monitoreo y control



Las tareas que maneja el sistema son: lectura de datos enviados desde la MC 8748, control de actuadores, impresión de datos, grabación de datos, visualización esquemática, simulador y finalmente se tiene la opción de regresar de nuevo al sistema operativo. La figura 5.2 muestra el menú principal y la figura 5.3 muestra el menú de la opción de monitoreo y control.

Fig.5.2

Menú Principal

```
#####  
:                                     :  
:           PROGRAMA PRINCIPAL       :  
:   CONTROLADORES AMBIENTALES       :  
:                                     :  
#####
```

1. MONITOREO Y CONTROL
2. PROGRAMA SIMULADOR
3. FIN DE PROGRAMA

SELECCIONE UNA OPCION

```
#####
```

En la lectura de los datos enviados por la MC 8748, la PC ejecuta una rutina que lee los datos del puerto serie y los almacena en memoria intermedia hasta llenar un buffer. En ese momento despliega el nombre de los sensores y los datos leídos, así como también el nombre de los actuadores y el estado en que se encuentran. Esto siempre se encuentra presente una vez establecida la comunicación.

Fig.5.3

Menú de la opción "monitoreo y control"

```

#####
; PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL ;
#####

          SENSORES                3                ACTUADORES

Humedad   13
Temperatura 24
Radiac.Solar 5

Ventilador ON
Valvula ON
Ventila ON
Calentador OFF

#####
1. CONTROL DE ACTUADORES
2. IMPRESION DE INFORMACION
3. VISUALIZACION DE ACTUADORES
4. FIN DE LA Rutina

SELECCIONE UNA OPCION . . . .

```

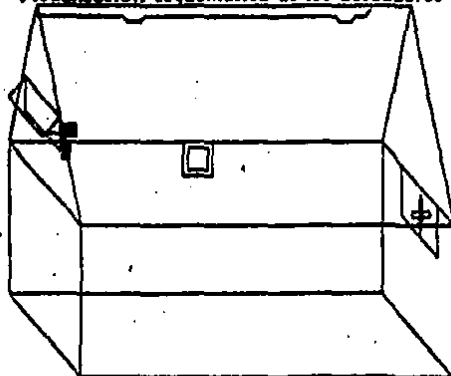
Para el caso de desear manejar uno ó varios actuadores desde la PC, se cuenta con la opción de CONTROL DE ACTUADORES. Mediante esta opción se envía una palabra de control hacia la MC 8748 que la reconoce y altera en la forma deseada a los actuadores. Una vez accionado un actuador desde la PC se da una alarma a la MC 8748 para que no cambie el estado del actuador con base en los datos, sino hasta que se le dé otra orden desde la PC para que trabaje el sistema de monitoreo y control en forma automática.

Las opciones de IMPRESION Y GRABACION DE DATOS registran la información del sistema por medio de papel y discos flexibles respectivamente, la información del sistema.

Dentro del menú se cuenta con la opción para la VISUALIZACION ESQUEMATICA DE LOS ACTUADORES. Para que el programa funcione, es necesario que la PC cuente con una tarjeta gráfica ó que tenga la capacidad para simularla. Los gráficos incluidos están en alta resolución (Fig.5.4).

Fig.5.4

Visualización esquemática de los actuadores



5.2 DESCRIPCION DEL ENLACE CON LA PC

Para el proceso de la comunicación de la PC con el sistema de control ambiental se requiere de 3 elementos ó herramientas: una tarjeta de comunicaciones en serie, la interfaz RS-232 C y un programa de comunicaciones.

5.2.1 La tarjeta de comunicaciones en serie.

Esta tarjeta toma datos de la memoria y los envía fuera con un formato determinado y entendido por el sistema. Del mismo modo, acepta datos que provienen del sistema y los almacena en la memoria de la PC. Esta tarjeta cuenta con circuitos manejadores de corriente para mantener la compatibilidad con el sistema y cumplir con las normas de comunicaciones en serie para el estándar RS-232 C.

5.2. La interfaz RS-232 C y cable para el enlace.

Esta interfaz utiliza un conector tipo D, de 25 terminales que acoplan la PC con el sistema. Para el envío de datos en ambas direcciones se requieren 3 líneas, aunque comúnmente se emplean otras líneas mas para control de la comunicación.

5.3.3 Un programa de comunicaciones

Existen diferentes parámetros que determinan el formato de datos de comunicaciones en serie. Dependiendo del programa de comunicaciones y del dispositivo que

se esté empleando, se determinarán los parámetros que son necesarios y la forma en que se pueden cambiar. Los parámetros más comunes de las comunicaciones en serie son: la velocidad de transmisión en Baudios, la utilizada en este prototipo es de 1200 bits por segundo; el número de bits de datos por palabra (las palabras tienen una longitud de 8 bits); la paridad y el número de bits de parada.

Por la necesidad de trabajar con un lenguaje de uso común por parte de los usuarios se utilizó el lenguaje BASIC.

El programa de comunicaciones, básicamente "abre" un canal asignando una memoria intermedia y estableciendo los parámetros de comunicaciones. Para una mayor versatilidad, el programa cuenta con diferentes opciones para la modificación de los parámetros.

Una vez que los datos están disponibles, puede enviarlos con una instrucción de escritura (PRINT) y para recibir datos, cuando haya algo en la memoria intermedia de entrada se emplea un comando de lectura (READ). Cuando ya no se vaya a continuar con el programa, se "cierra" el canal de comunicaciones de la PC.

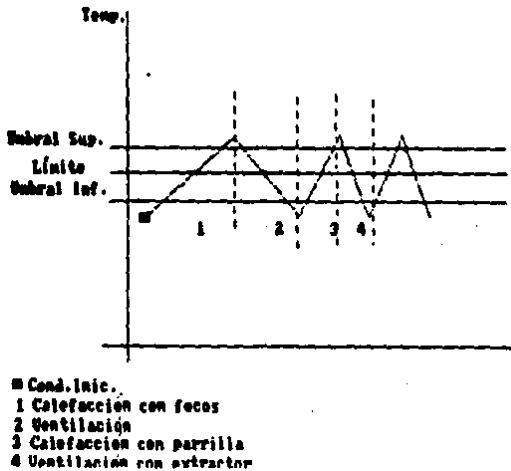
VI. PRUEBAS

A fin de apreciar el algoritmo de control se realizaron pruebas fijando ciertos límites de temperatura y humedad, se anexan en el apéndice las tablas obtenidas.

De los datos obtenidos, se observó que al rebasar los umbrales se encendían los actuadores adecuados, pero aún cuando se encontrara el dato dentro de cierto rango el actuador continuaba encendido con lo que se alcanzaba el umbral opuesto y se encendía de nuevo otro actuador. Con esto se lograba una variación de ± 1 grado centígrado con respecto al límite fijado, pero se tenía un gran gasto de energía por parte de los actuadores.

Fig. 6.1

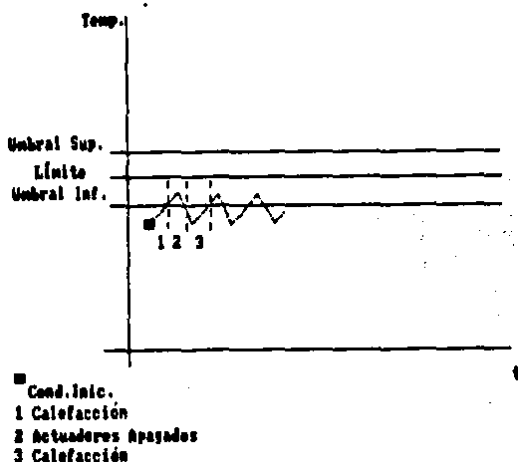
Curva obtenida con el 1er. algoritmo



Se cambió el algoritmo para que, estando dentro de los umbrales se apagara todo, pero esto ocasionó que oscilaran los actuadores, ya que por ejemplo: si la temperatura estaba bajo el umbral inferior se encendía la calefacción y cuando llegaba al umbral se apagaba la calefacción y con esto caía de nuevo el dato y se volvía a encender la calefacción por lo que sólo se observaba que se apagaba y encendía ese actuador ó se encontraba oscilando.

Fig.6.2

Curva obtenida con el 2do. algoritmo

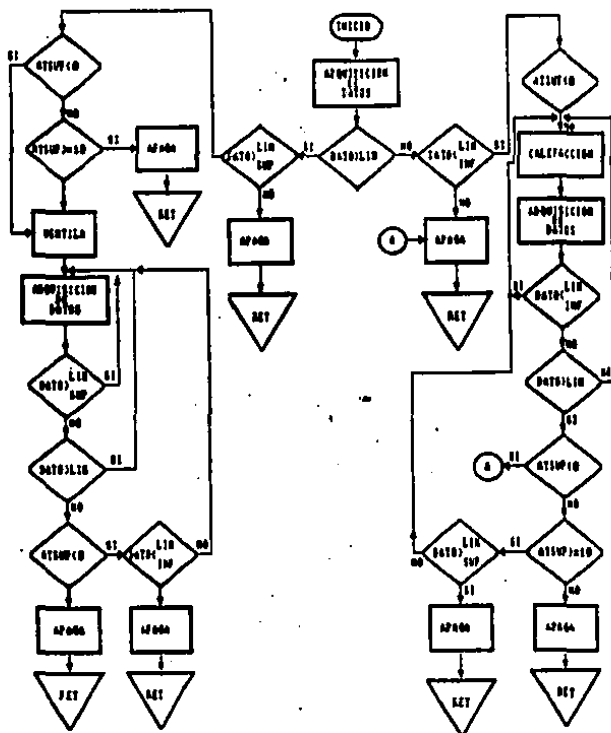


Se volvió a modificar el algoritmo de control de manera que se tuviera en cuenta la temperatura externa, con esto los actuadores se mantienen apagados cuando el dato ha alcanzado un valor dentro del rango de los umbrales y ya no se tienen oscilando.

En la figura 6.3 se muestra el algoritmo que controla satisfactoriamente las variables en el invernadero prototipo.

Fig.6.2.3

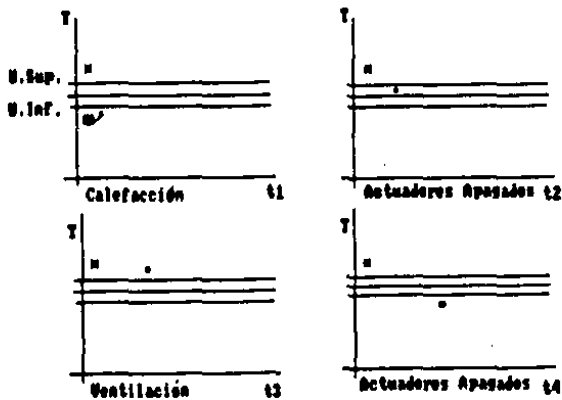
Diagrama de flujo final del control de actuadores



En las figuras siguientes vemos el comportamiento obtenido para diferentes condiciones.

Fig. 6.4

Respuestas obtenidas para temperatura externa > umbral superior

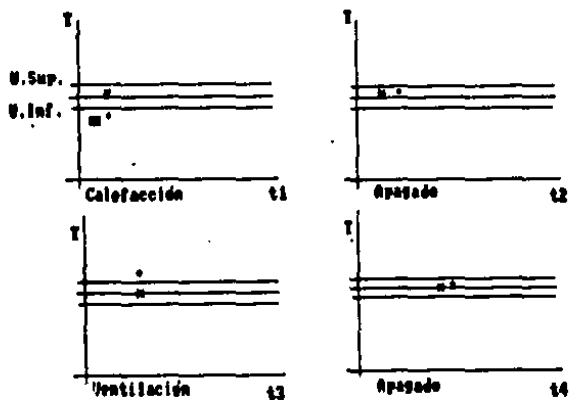


- ° Dato de temperatura interna
- Cond. Inic.
- Temperatura Externa

Nota: Las anotaciones en el pie de cada curva indican el comportamiento de los actuadores.

Fig. 6.5

Respuestas obtenidas para temperatura externa dentro de umbrales



° Dato de temperatura interna

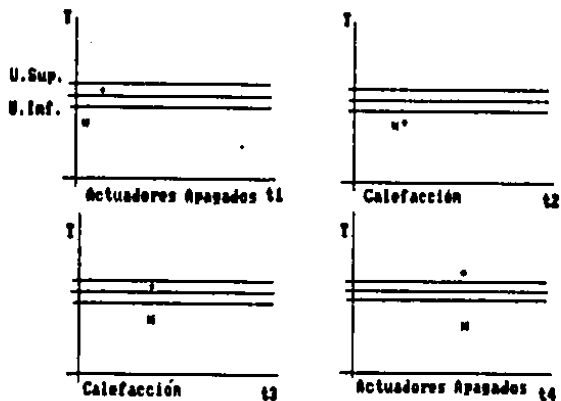
■ Cond. Inic.

* Temperatura Externa

Nota: Las anotaciones en el pie de cada curva indican el comportamiento de los actuadores.

Fig.6.6

Respuestas obtenidas para temperatura externa < umbral inferior



- Dato de temperatura interna
- Cond.Inic.
- Temperatura Externa

Nota: Las anotaciones en el pie de cada curva indican el comportamiento de los actuadores.

VII. CONCLUSIONES

Acerca del prototipo considero que se logró una automatización muy aceptable ya que, instalado, sólo es necesario encenderlo con un interruptor y fijar los límites mediante dos potenciómetros. Y para su control desde la PC, sólo es necesario desde el sistema operativo entrar a BASIC y llamar al programa CONTROL.BAS para escoger una opción. El sensor de temperatura está calibrado para rangos de 0°C a 50°C y el sensor de temperatura trabaja en un rango de 30% a 90% de humedad relativa.

La capacidad de calentamiento y enfriamiento de los actuadores no es suficiente para las dimensiones del prototipo, ya que era muy lenta la respuesta cuando se requería un cambio. Por esto, cuando se siguieron haciendo pruebas y se encendía el foco como señal de calefacción se conectaba también una parrilla para tener un cambio más rápido en el incremento de la temperatura. También fué necesario cambiar el ventilador para que funcionara como extractor ya que así, el cambio en el decremento de la temperatura era más rápido. La temperatura alcanzada con 3 focos de 100 watts era aproximadamente de 21.1 grados en un lapso de 48 minutos con una temperatura externa desde 16 a 18 grados y con la parrilla se lograron alcanzar temperaturas alrededor de los 30 grados centígrados con la misma temperatura externa y en un lapso de 30 minutos aproximadamente.

Se estima que el sistema aquí expuesto, tiene un potencial enorme de utilización tanto en invernaderos, (como fue el caso concreto investigado), como en procesos de almacenamiento, de control industrial, etcétera. El uso específico que se le de a un sistema de control de este tipo siempre traerá como beneficios la optimización y el

aprovechamiento integral de un proceso determinado. Precisamente, cuando se habla de aprovechamiento integral, se está haciendo referencia a:

- **Optimización en la fabricación de equipos por: los costos de producción, la utilización de componentes de fácil adquisición en el mercado nacional y la utilización de software de fácil manejo.**
- **Eficiencia para el mejoramiento del proceso de control por parte del usuario por las características como son: el control de variables ambientales de acuerdo con necesidades específicas, el fácil manejo de equipos, el ahorro en tiempos de mantenimiento, los costos de compra relativamente bajos y el incremento de productividad y por tanto de beneficios.**

VIII. BIBLIOGRAFIA

- **J.C. Cluley, *Transducers for Microprocessor Systems*, MACMILLAN PUBLISHERS LTD.**
- ***Microcontroller User's Manual*, Intel.**
- ***Prompt 48 Microcomputer User's Manual*, Manual Order: 9800402C, Intel Corporation, 3065 Bowers Avenue, Santa Clara, California 95051.**
- **L.J. Graham, T.Field, Osborne, *Guía del IBM PC (DOS 2.0) y XT*, Mc.Graw Hill**
- **Hugo Moreno, Eric Moreno, Rosario Pérez S., *Invernaderos y su automatización*, Comunicaciones Técnicas, IIMAS-UNAM, Serie Amarilla:Desarrollo, núm.92, 1988.**
- **Moreno Eric, Moreno Hugo, Rosario Pérez S., *Sistema de control y adquisición de datos*, Comunicaciones Técnicas, IIMAS-UNAM, Serie Naranja, Investigaciones, núm. 487, 1987.**
- **C.Alan Pettibone y Walter Mason, *Controlled Atmospheres for Plant Growth*, American Society of Agricultural Engineers, Paper 68-318, Logan, Utha, E.U.**

- ***CMOS Microprocessors, Memories and Peripherals, DATABOOK, RCA Solid State.***
- ***XASM48 User's Manual, Intel.***
- ***MICROSOFT GW-BASIC Interpreter for the MS-DOS Operating System. (Versión 3.2).***
- ***Optoelectronics, General Instrument.***
- ***Transistors, Triacs, Darlingtons, SCRs, Power Products Data Book, Texas Instruments.***
- ***Dimitris N.Chorafas, Control Systems Functions and Programming Approaches, Mathematics in Science and Engineering.***
- ***William E. Miller, Digital Computer Applications to Process Control, Plenum Press, New York.***

APENDICES

{ SUBROUTINA DE INTERCOMUNICACION

0025 2300	INTERC:	MOV	A, #00H	{solo para Prompt en Acceso 1
0027 3A		OUTL	P2,A	
0028 B63D		MOV	R0, #MDA	{R0 apuntador de registro MDA
002A B0		MOV	A, #R0	{A=Estado Manual o Automatico
002B C630		JZ	NOALARM	{si es cero a automatico
002D AC		MOV	R4, A	{MDA a R4
002E 0432		JMP	CONT1	
0030 BCC0	NOALARM	MOV	R4, #00H	{limpia R4
0032 00	CONT1	HOP		

{ SUBROUTINA DE ADQUISICION
ANALOGICA DE DATOS

{ HUGO MORENO / DCSO. LINAS- UAMM

0033 8930	ADQUIS	MOV	R1, #030H	{loc. inic. almac. datos en mem.
0035 B43B		MOV	R2, #03BH	{primer dig.= num. de canales
0037 EB00		MOV	R3, #00H	{contador num. de canales
0039 FB	SELEC	MOV	A, R3	{selecciona canal
003A 3F		OUTL	P1, A	
003B 23B0		MOV	A, #0B0H	{_____
003D 3A		OUTL	P2, A	
003E 23F0		MOV	A, #0F0H	{genera pulso ale/start (53) deco
0040 3A		OUTL	P2, A	
0041 2370		MOV	A, #070H	{_____
0043 3A		OUTL	P2, A	
0044 2644	ESFERA	JMTO	ESFERA	{espera eoc
0046 23CF		MOV	A, #0CFH	{genera subida de ce (54) deco
0048 3A		OUTL	P2, A	{y hab. acceso ext.
0049 B0		MOVX	A, #R0	{toma dato del bus
004A AF		MOV	R7, A	
004B 23F0		MOV	A, #0F0H	{habilitacion acceso interno
004D 3A		OUTL	P2, A	
004E 2370		MOV	A, #070H	{genera bajada de ce(54)
0050 3A		OUTL	P2, A	
0051 FF		MOV	A, R7	
0052 91		MOV	#R1, A	{guarda dato en memoria
0053 19		INC	R1	
0054 1B		INC	R3	
0055 FA		MOV	A, R2	{_____
0056 37		EFL	A	
0057 69		ADD	A, R1	{ultimo canal?
0058 37		CPL	A	
0059 9639		JNZ	SELEC	{_____
005B				

; SUBROUTINA CONTR

; Maneja los actuadores de salida
 ; REGISTROS
 ; R0 Apunt. al area de datos de adquisicion
 ; R1 Apunt. al area de limites
 ; R2 registro temporal para compara y edo.de ventillas
 ; R3 Estado de los actuadores de salida
 ; R4 Guarda alarma de PGA

005B 2300 CONTR MOV A,800H ;solo para Prompt en acceso l
 005D 3A OUTL F2,A ;solo para Prompt

005E B93E MOV R1,ESTADO ;-----
 0060 B1 MOVX A,R1 ;Guardar ESTADO en R3
 0061 AB MOV R3,A ;-----
 0062
 0062 B830 MOV R0,OADAT ;Apuntadores de
 0064 B934 MOVX R1,04LIM ;datos y limites

; CONTROL DE HUMEDAD

0066 3400 CALL COMINF ;-----
 0068 FD MOV A,R5 ;Si humedad menor que limite
 0069 F273 JB7 ABEVAL ;
 006B 23EF MOV A,0CVAL ; abre valvula
 006D 5B ANL A,R3
 006E AB MOV R3,A ;sino cierra valvula
 006F 14E0 CALL WRITE
 0071 0479 JMP INC.001
 0073 2310 ABEVAL:MOV A,0AVAL ;
 0075 4B ORL A,R3 ;
 0076 AB MOV R3,A ;-----
 0077 14E0 CALL WRITE

CONTROL DE TEMPERATURA

```

0079 19      INC.001:INC  R1      ; Incrementa apuntadores
007A 1B      INC      R0      ; -----
007B 3400    CALL    COM1HF ;Si Temperatura menor que limite
007D FD      MOV      A,R5      ;
007E F2BA    JB7     CALEFAC ; ejecuta calefaccion
0080 14F2    CALL    CONSUP ; -----
0082 FB      MOV      A,R5      ;Si Temperatura mayor que limite
0083 F294    JB7     VENTILA ;
0086 C9      SINC:  DEC      R1      ; ejecuta ventilacion
0086 CB      DEC      R0      ;
0087 14F2    CALL    CONSUP ; sino revisar si humedad
0089 FD      MOV      A,R5      ;
008A F294    JB7     VENTILA ; requiere ventilacion
008C 14E0    FIN:   CALL    WRITE ; -----
008E 693E    MOV      R1,RESTADO ; Guardar dato de Estado
0090 FB      MOV      A,R3      ;
0091 91      MOVX   @R1,A      ; -----
0092 240E    JMP     PERIOD1

```

SUBROUTINA DE VENTILACION CUANDO TEMPERATURA ALTA

```

0094 FC      VENTILA MOV  A,R4      ;revisar si esta manual para
0095 529B    JB2     MANUAL1 ;
0097 FB      MOV      A,R3      ;calentador sino apagarlo
0098 53FE    ANL     A,BAFCAL ;
009A AB      MOV      R3,A      ;
009B FC      MANUAL1 MOV  A,R4      ; -----
009C 12B1    JB0     MANUAL2 ;
009E 14E9    ABRE  CALL  LATCHIN ;Revisar si esta manual para
00A0 FA      MOV      A,R2      ;
00A1 72AB    JB3     LETIT1 ; ventila
00A3 FB      MOV      A,R3      ;
00A4 4304    ORL     A,BAVENT ; sino ejecuta accion
00A6 AB      MOV      R3,A      ;
00A7 14E0    CALL    WRITE ; requerida
00A9 04FE    JMP     ABRE ; -----
00AB FB      LETIT1 MOV  A,R3      ; ( abrir ventila )
00AC 53F3    ANL     A,ANDNOT ;
00AE AB      MOV      R3,A      ;
00AF 14E0    CALL    WRITE ; -----

00B1 FC      MANUAL2 MOV  A,R4      ; -----
00B2 529C    JB2     FIN      ;
00B4 FB      MOV      A,R3      ;revisar si esta manual para
00B5 4302    ORL     A,BAEMEN ;
00B7 AB      MOV      R3,A      ;ventilador sino encenderlo
00B8 048C    JMP     FIN      ; -----

```


1 SUBROUTINA DE CALEFACCION CUANDO TEMPERATURA BAJA

```

008A FC      CALEFAC NOV   A,R4      ; esta alarma para ventilador?
008B 52C1    J82    CALEF1
008D FB      NOV   A,R3
008E 53F0    ANL   A,BMPVEN ;sino apagarlo
00C0 AB      NOV   R3,A
00C1 FC      CALEF1 NOV   A,R4      |-----
00C2 12D7    J80    CALEF2      ;revisar si esta manual para
00C4 14E9    CLOSED CALL LATCH1H ;
00C6 FA      NOV   A,R2      ;ventila sino cerraria
00C7 52D1    J82    LETIT
00C9 FB      NOV   A,R3
00CA 4308    ORL   A,MCVENT
00CC AB      NOV   R3,A
00CD 14E0    CALL  WRITE
00CF 04C4    JMP   CLOSED
00D1 FB      LETIT NOV   A,R3
00D2 53F3    ANL   A,MMODT
00D4 AB      NOV   R3,A
00D5 14E0    CALL  WRITE      |-----
00D7

```

```

00D7 FC      CALEF2 NOV   A,R4      ;alarma de calentador?
00D8 328C    J81    FIN
00DA FB      NOV   A,R3
00DB 4301    ORL   A,MCNCL      ;sino encenderlo
00DD AB      NOV   R3,A
00DE 048C    JMP   FIN      |-----

```

1 SUBROUTINA DE ESCRITURA

```

00E0 230F    WRITE: NOV   A,00F0H |-----
00E2 3A      OUTL  P2,A      ;Habilitar Latch 5
00E3 FB      NOV   A,R3
00E4 90      NOVx 800,A      ;OUTL BUS,A
00E5 23F0    NOV   A,00F0H ;
00E7 3A      OUTL  P2,A      |-----
00E8 93      RETR

```

! SUBROUTINA DE LECTURA

00E9			
00E9 23EF	LATCHI	MOV A, 00EFH	_____
00EB 3A	OUTL	P2,A	Habilitar Latch 6 para
00EC 80	MOV	A, 00	
00ED AA	MOV	R2,A	conocer estado de ventila
00EE 23F0	MOV	A, 00F0H	_____
00F0 3A	OUTL	P2,A	
00F1 93	RETR		

! SUBROUTINA DE COMPARACION
! con limite superior

00F2 80	CONSUP:	MOV A, 00	_____
00F3 37	CPL	A	
00F4 0301	ADD	A, 001H	
00F6 AA	MOV	R2,A	LIMITE SUP- DATO
00F7 B1	MOV	A, 001	
00F8 0305	ADD	A, 005H	_____
00FA 6A	ADD	A, R2	
00FB AA	MOV	R2,A	
00FC A7	CPL	C	
00FD C7	MOV	A, PSH	
00FE AD	MOV	RS,A	
00FF 93	RETR		

! SUBROUTINA DE COMPARACION
! con limite inferior

0100 B1	COMINF:	MOV A, 001	_____
0101 37	CPL	A	
0102 0305	ADD	A, 005H	
0104 0301	ADD	A, 001H	
0106 AA	MOV	R2,A	
0107 80	MOV	A, 00	
0108 6A	ADD	A, R2	DATO-LIMITE INFERIOR
0109 AA	MOV	R2,A	
010A A7	CPL	C	
010B C7	MOV	A, PSH	
010C AD	MOV	RS,A	
010D 93	RETR		

1 SUBROUTINA DE RETARDO

010E BE11	PERIOD1 MOV	R6, #011H
0110 BFFF	VUELTA3 MOV	R7, #0FFH
0112 23FF	VUELTA2 MOV	A, #0FFH
0114 07	VUELTA1 DEC	A
0115 9614	JNZ	VUELTA1
0117 EF12	DJNZ	R7, VUELTA2
0119 EE10	DJNZ	R6, VUELTA3
011B 0433	JMP	ADQUIS

0000	END					
ABRE 009E	CALEF2 00D7	ENCAL 0001	LETIT 00E1	VALVULA 000B		
ABREVAL 0073	CALEFAC 00BA	EMVEN 0002	LETIT1 00A8	VENT 0001		
ADAT 0030	CALENT 0002	ESPERA 0044	MANUAL1 009B	VENTILA 0074		
ADQUIS 0033	CLOSED 00C4	ESTADO 003E	MANUAL2 0081	VUELTA1 0114		
ALIN 0034	CONINF 0100	FAN 0004	MOA 003D	VUELTA2 0112		
AFCAL 00FE	CONSUP 00F2	FIN 008C	MOALARM 0030	VUELTA3 0110		
APVEN 00FB	CONTI 0032	INC.001 0079	NOMOT 00F3	WRITE 00E0		
AWAL 0010	CONTR 005B	INIC 006E	PERIOD1 010E			
AVENT 0004	CVAL 00EF	INTERC 0025	SELEC 0039			
CALEFI 00C1	CVENT 000B	LATCHIN 00E9	SINC 00B5			

SOURCE FILE NAME: PRINCA.ASM

```

; PROGRAMA PRINCIPAL
;Ejecutivo para el control de la temperatura y la humedad relativa
;programa ensamblado para la MC-8748
;AMPARO ROSARIO PEREZ GALAZAR / OOSD, IINAS-UAM

```

000E	ORG	0EH	
0030	ADAT	EDU	30H
0034	ALIM	EDU	3AH
003E	ESTADO	EDU	3EH
003D	M0A	EDU	3DH
0001	VENT	EDU	00000010B
0002	CALENT	EDU	000000100
0004	FAN	EDU	000001000
0008	VALVULA	EDU	000010000
0010	AVAL	EDU	000100000
00EF	CVAL	EDU	11101111B
0004	AVENT	EDU	000001000
0008	CVENT	EDU	000010000
0001	ENCAL	EDU	00000001B
0002	ENVEN	EDU	000000100
00FE	APCAL	EDU	11111110B
00FD	APVEN	EDU	11111010B
00F3	NOVOT	EDU	11110011B

000E

000E 34B4

0010 349B

```

CALL INIC
CALL INTERC

```

```

; SUBROUTINA CONTR
; Maneja los actuadores de salida
; REGISTRO
; R0 Apunt. al area de datos de adquisicion
; R1 Apunt. al area de limites
; R2 registro temporal para compara y edo.de ventilas
; R3 Estado de los actuadores de salida
; R4 Guarda alarma de M0A

```

0012 2300	CONTR	MOV	A,000H	{solo para Prompt en acceso 1
0014 3A		OUTL	P2,A	{solo para Prompt
0015 1481		CALL	ADQUIS	
0017 B93E		MOV	R1,ESTADO	{-----
0019 F1		MOV	A,R1	{Guardar ESTADO en R3
001A 6B		MOV	R3,A	{-----
001B B630		MOV	R0,0ADAT	{apuntadores de
001D B934		MOV	R1,0ALIM	{datos y limites
001F				

CONTROL DE HUMEDAD			
001F 346A	CALL	COMINF	-----
0021 FD	MOV	A,R5	Si humedad menor que limite
0022 F22C	JB7	ABREVAL	
0024 23EF	MOV	A,BCVAL	abre valvula
0026 5B	ANL	A,R3	
0027 AB	MOV	R3,A	sino cierra valvula
0028 344A	CALL	WRITE	
002A 0432	JMP	INC.001	
002C 2310	ABREVAL:MOV	A,BAVAL	
002E 4B	ORL	A,R3	
002F AB	MOV	R3,A	-----
0030 344A	CALL	WRITE	
CONTROL DE TEMPERATURA			
0032 1481	INC.001 CALL	ADQUIS	
0034 B831	MOV	RO,NDAT+1	-----
0036 B935	MOV	R1,HALIM+1	
0038 3478	CALL	UPLIM	Limite- dato
003A FD	MOV	A,R5	
003B F23F	JB7	TBAJA	
003D 0478	JMP	TSUBE	
003F 345C	TBAJA CALL	CONSUP	
0041 FD	MOV	A,R5	
0042 F246	JB7	CTBAJA	
0044 04DA	JMP	APAGA	
0046 14EA	CTBAJA CALL	INCTSUP	
0048 FD	MOV	A,R5	
0049 F252	JB7	VENTIL	
004B 14F1	CALL	HAYNEUV	
004D FD	MOV	A,R5	
004E F252	JB7	VENTIL	
0050 04DA	JMP	APAGA	
0052 14FE	VENTIL CALL	VENTILA	
0054 346A	CALL	PERIOD1	
0056 1481	CALL	ADQUIS	
0058 B831	MOV	RO,NDAT+1	
005A B935	MOV	R1,HALIM+1	
005C 345C	CALL	CONSUP	-----
005E FD	MOV	A,R5	Si Temperatura mayor que limite
005F F252	JB7	VENTIL	
0061 3478	CALL	UPLIM	
0063 FD	MOV	A,R5	
0064 F252	JB7	VENTIL	
0066 14EA	CALL	INCTSUP	
0068 FD	MOV	A,R5	
0069 F26D	JB7	FREG	
006B 04DA	JMP	APAGA	
006D B831	PREG MOV	RO,NDAT+1	
006F B935	MOV	R1,HALIM+1	
0071 346A	CALL	COMINF	
0073 FD	MOV	A,R5	
0074 F2DA	JB7	APAGA	
0076 0452	JMP	VENTIL	

0078 346A	TSURE	CALL	COMINF
007A FD		MOV	A,RS
007B F27F		JB7	CTSURE
007D 04DA		JMP	APAGA
007F 14EA	CTSURE	CALL	INCTSUP
0081 FD		MOV	A,RS
0082 F2DA		JB7	APAGA
0084 3425	CALIEN	CALL	CALEFAC
0086 34AA		CALL	PERIODI
008B 14B1		CALL	ADQUIS
008A B631		MOV	R0,OADAT+1
008C B933		MOV	R1,0ALIM+1
008E 346A		CALL	COMINF
0090 FD		MOV	A,RS
0091 F2B4		JB7	CALIEN
0093 3478		CALL	UPLIN
0095 FD		MOV	A,RS
0096 F29A		JB7	UNVEZ
009B 04B4		JMP	CALIEN
009A 14EA	UNVEZ	CALL	INCTSUP
009C AD		MOV	RS,A
009D F2DA		JB7	APAGA
009F 14F1		CALL	MAYNUEV
00A1 FD		MOV	A,RS
00A2 F2DA		JB7	APAGA
00A4 04A6		JMP	DOSVEC
00A6 B631	DOSVEC	MOV	R0,OADAT+1
00AB B933		MOV	R1,0ALIM+1
00AA 343C		CALL	CONSUP
00AC FD		MOV	A,RS
00AD F2DA		JB7	APAGA
00AF 04B4		JMP	CALIEN

```

; SUBROUTINA DE ADQUISICION
; ANALOGICA DE DATOS

```

```

; HUGO MORENO / DOSD. IIMAS- UNAM

```

00B1 B930	ADQUIS	MOV	R1,003GH	;loc. inic. almac. datos en mem.
00B3 B63B		MOV	R2,003BH	;primer dig.= num. de canales
00B5 B000		MOV	RS,000H	;contador num. de canales
00B7 FD	SELEC	MOV	A,RS	;selecciona canal
00B8 39		OUTL	F1,A	
00B9 23B0		MOV	A,00B0H	_____
00BB 3A		OUTL	P2,A	
00BC 23F0		MOV	A,00F0H	;genera pulso aia/start (S3) deco
00BE 3A		OUTL	P2,A	
00BF 2370		MOV	A,0070H	
00C1 3A		OUTL	P2,A	_____
00C2 26C2	ESFERA	JNTO	ESFERA	;espera moc
00C4 23CF		MOV	A,00CFH	;genera subida de ce (S4) deco
00C6 3A		OUTL	P2,A	;y hab. acceso ext.
00C7 0B		INS	A,BUS	;toma dato del bus

00C8 AF	MOV	R7,A	
00C9 23F0	MOV	A,#0F0H	;habilitacion acceso interno
00CB 3A	OUTL	P2,A	
00CC 2370	MOV	A,#070H	;genera bajada de oei(S4)
00CE 3A	OUTL	P2,A	
00CF FF	MOV	A,R7	
00D0 A1	MOV	@R1,A	;guarda dato en memoria
00D1 19	INC	R1	
00D2 10	INC	R5	
00D3 FA	MOV	A,R2	-----
00D4 37	CPL	A	
00D5 69	ADD	A,R1	;ultimo canal?
00D6 37	CPL	A	-----
00D7 56B7	JNZ	SELEC	
00D9 93	RETR		

; SUBROUTINA DE APAGADO
; DE ACTUADORES

00DA FB	APAGA	MOV	A,R3
00DB 53FE		ANL	A,#0F0H
00DD 53F0		ANL	A,#0F0H
00DF AB		MOV	R3,A
00E0 344A	CONTI	CALL	WRITE
00E2 B93E		MOV	R1,#ESTADO
00E4 FB		MOV	A,R3
00E5 A1		MOV	@R1,A
00E6 344A		CALL	PERIODI
00EB 0412		JMP	CONTR

; SUBROUTINA PARA EL CALCULO
; DELTA T.SUP

00EA B836	INCTSUP	MOV	R0,#ADAT+6
00EC B935		MOV	R1,#ALIM+1
00EE 345C		CALL	CONSUP
00F0 93		RETR	

; SUBROUTINA PARA EL CALCULO
; DELTASUP MAYOR QUE 9

00F1 230A	MA/INLEV	MOV	A,#0AH
00F3 37		CPL	A
00F4 0301		ADD	A,#01H
00F6 AD		MOV	R5,A
00F7 FA		MOV	A,R2
00FB 6D		ADD	A,R5
00F9 A7		CPL	C
00FA C7		MOV	A,PSW
00FB AD		MOV	R5,A
00FC 93		RETR	

; SUBROUTINA PARA EL CALCULO
 ; DELTAINF MENOR QUE 0

```

00FD 93      MENIZERO RETR
;          ; subrutina de ventilacion cuando temperatura alta

00FE FC      VENTILA MOV   A,R4          ;revisar si esta manual para
00FF 5205    JB2   MANUAL1
0101 FB      MOV   A,R3          ;calentador sino apagarlo
0102 53FE    ANL   A,#PCAL
0104 AB      MOV   R3,A
0105 FC      MANUAL1 MOV  A,R4          ;-----
0106 121B    JB0   MANUAL2
0108 3453    ABRE  CALL  LATCHIN       ;Revisar si esta manual para
010A FA      MOV   A,R2          ;
010B 7215    JB3   LETIT1         ; ventila
010D FB      MOV   A,R3          ;
010E 4304    DRL   A,#AVENT        ; sino ejecuta accion
0110 AB      MOV   R3,A          ;
0111 344A    CALL  WRITE           ; requerida
0113 240B    JMP   ABRE           ;
0115 FB      LETIT1 MOV  A,R3        ; ( abrir ventila )
0116 53F3    ANL   A,#NDNOT
0118 AB      MOV   R3,A          ;
0119 344A    CALL  WRITE           ;-----
011B FC      MANUAL2 MOV  A,R4        ;-----
011C 5224    JB2   FINVENT
011E FB      MOV   A,R3          ;revisar si esta manual para
011F 4302    DRL   A,#EMVEN
0121 AB      MOV   R3,A          ;ventilador sino encenderlo
0122 344A    CALL  WRITE
0124 93      FINVENT RETR

```

; subrutina de calefaccion cuando temperatura baja

```

0125 FC      CALEFAC MOV  A,R4          ; esta alarma para ventilador?
0126 522C    JB2   CALEF1
0128 FB      MOV   A,R3          ;
0129 53FD    ANL   A,#PVEN        ;sino apagarlo
012B AB      MOV   R3,A
012C FC      CALEF1 MOV  A,R4          ;-----
012D 1242    JB0   CALEF2
012F 3453    CLOSED CALL  LATCHIN       ;revisar si esta manual para
0131 FA      MOV   A,R2          ;
0132 523C    JB2   LETIT
0134 FB      MOV   A,R3          ; ventila sino cerrarla
0135 430B    DRL   A,#CVENT
0137 AB      MOV   R3,A
0138 344A    CALL  WRITE
013A 242F    JMP   CLOSED
013C FB      LETIT MOV  A,R3
013D 53F3    ANL   A,#NDNOT
013F AB      MOV   R3,A

```



```

0140 344A          CALL  WRITE          |-----|
                                     |         |
0142 FC          CALEF2 MOV  A,R4          |alarma de calentador?
0143 3249          JBI   FINCAL
0145 FB          MOV   A,R3
0146 4301          ORL   A,BENCAL          |sino encenderlo
0148 AB          MOV   R3,A
0149 93          FINCAL RETR          |-----|

```

```

; SUBROUTINA DE ESCRITURA

```

```

014A 23DF        WRITE: MOV  A,#0DFH          |-----|
014C 3A          OUTL  P2,A          |Habilitar Latch 5
014D FB          MOV   A,R3
014E 90          MOVX  @R0,A          |OUTL BUS,A
014F 23F0        MOV   A,#0F0H          |
0151 3A          OUTL  P2,A          |-----|
0152 93          RETR

```

```

; SUBROUTINA DE LECTURA

```

```

0153 23EF        LATCHIN:MOV A,#0EFH          |-----|
0155 3A          OUTL  P2,A          |Habilitar Latch 6 para
0156 08          INS   A,BUS          |
0157 AA          MOV   R2,A          |conocer estado de ventila
0158 23F0        MOV   A,#0F0H          |-----|
015A 3A          OUTL  P2,A
015B 93          RETR

```

```

; SUBROUTINA DE COMPARACION
; con limite superior

```

```

015C F0          CONSUP: MOV  A,#R0          |-----|
015D 37          CPL   A          |
015E 0301        ADD   A,#01H          |
0160 AA          MOV   R2,A          |LIMITE SUP- DATO
0161 F1          MOV   A,#R1          |
0162 0305        ADD   A,#05H          |-----|
0164 6A          ADD   A,R2
0165 AA          MOV   R2,A
0166 A7          CPL   C
0167 C7          MOV   A,PSW
0168 AD          MOV   R5,A
0169 93          RETR

```

```
016A
```

```

; SUBROUTINA DE COMPARACION
; con limite inferior

```

```

016A F1          COMINF: MOV  A,#R1          |-----|
016B 37          CPL   A
016C 0305        ADD   A,#05H
016E 0301        ADD   A,#01H

```

0170 AA	MOV	R2,A	
0171 F0	MOV	A,@R0	
0172 6A	ADD	A,R2	¡DATO-LIMITE INFERIOR
0173 AA	MOV	R2,A	
0174 A7	CPL	C	
0175 C7	MOV	A,PSM	
0176 AD	MOV	RS,A	
0177 93	RETR		

¡ SUBROUTINA DE COMPARACION
¡ con limite

0178 F0	UPLIM	MOV	A,@R0	
0179 J7		CPL	A	
017A 0301		ADD	A,@01H	
017C AA		MOV	R2,A	
017D F1		MOV	A,@R1	
017E 6A		ADD	A,R2	¡lim-dato
017F AA		MOV	R2,A	
0180 A7		CPL	C	
0181 C7		MOV	A,PSM	
0182 AD		MOV	RS,A	
0183 93		RETR		

¡ SUBROUTINA DE INICIALIZACION

0184 2300	INIC	MOV	A,@00H	
0186 3A		OUTL	P2,A	
0187 803E		MOV	RO,#ESTADO	
0189 2300		MOV	A,@00H	
018B A0		MOV	@R0,A	
018C B83D		MOV	RO,#MDA	
018E 2300		MOV	A,@00H	
0190 A0		MOV	@R0,A	
0191 23DF		MOV	A,@0DFH	
0193 3A		OUTL	P2,A	
0194 2300		MOV	A,@00H	
0196 90		MOVX	@R0,A	
0197 23F0		MOV	A,@0F0H	
0199 3A		OUTL	P2,A	
019A 93		RETR		

¡ SUBROUTINA DE INTERCOMUNICACION

019B 2300	INTERC1	MOV	A,@00H	¡solo para Prompt en Acceso I
019D 3A		OUTL	P2,A	
019E B83D		MOV	RO,#MDA	¡Ro apuntador de registro MDA
01A0 F0		MOV	A,@R0	¡A-Estado Manual o Automatico
01A1 C6A6		JZ	NOALARM	¡si es cero a automatico
01A3 AC		MOV	R4,A	¡MDA a R4
01A4 24A8		JMP	CONT11	
01A6 BC00	NOALARM	MOV	R4,@00H	¡limpia R4

01A8 00 CONT11 NOP
 01A9 93 RETR

¡ SUBROUTINA DE RETARDO

01AA BE11 PERIOD1 MOV R6,0011H
 01AC BFFF VUELTA3 MOV R7,00FFH
 01AE 23FF VUELTA2 MOV A,00FFH
 01B0 07 VUELTA1 DEC A
 01B1 B6B0 JNZ VUELTA1
 01B3 EFAE DJNZ R7,VUELTA2
 01B5 EEAC DJNZ R6,VUELTA3
 01B7 93 RETR

0000 END

----- SYMBOL TABLE -----

ABRE 0108	CALENT 0002	ENCAL 0001	LETITI 0115	UNAVEZ 009A
ABREVAL 002C	CALEN 0084	ENVAL 0002	MMUAL1 0105	UPLIN 0178
ADAT 0020	CLOSED 012F	ESPERA 00C2	MMUAL2 0118	VALVULA 000B
ADQUIS 00B1	CONINF 016A	ESTADO 003E	NAVULEY 00F1	VENT 0001
ALIN 0034	CONSLP 013C	FAH 0004	HENIZERO 00FD	VENTIL 0052
APABA 006A	CONT1 00E0	FINCAL 0149	MDA 003D	VENTILA 00FE
APCAL 00FE	CONT11 0168	FINVENT 0124	MDALARM 0166	VUELTA1 01B0
APVEN 00FD	CONTR 0012	INC,001 9032	MDMT 00F3	VUELTA2 01AE
AVAL 0010	CTBAJA 0046	INCTSLP 00EA	PERIOD1 0164	VUELTA3 01AC
AVENT 0004	CTSUBE 007F	INIC 0164	FREG 0060	WRITE 0146
CALEF1 013C	CVAL 00EF	INTERC 0198	SELEC 0067	
CALEF2 0142	EVENT 0068	LATCHIN 0153	TBAJA 003F	
CALEFAC 0125	DOSVEC 0046	LETT 013C	TUBE 0078	


```

1170 LOCATE 7,1:PRINT STRING$(70,"*")
1175 LOCATE 20,2:PRINT "TRANSMITIR O RECIBIR CTRL-E, PARA SALIR ESC"
1180 FALSE=FALSE
1185 AA=INKEY:IF AA="" THEN 1200
1190 IF ASC(AA)=27 THEN 1400
1195 IF ASC(AA)=MENU THEN 1220 ELSE PRINT #1, AA:PRINT #0:
1200 IF EOF (1) THEN 1185
1400 CLS :LINE INPUT " DESEAS ABANDONAR EL PROGRAMA (S/N) ?":FES0
1410 IF RES0="S" THEN 30500
1420 CLOSE
1430 BOTO 1000
1500 IF ER=57 THEN 1510
1510 PRINT "ERROR EN LA LINEA # ";ERL;"          ERROR # ";ERR
1520 RESUME NEXT
2000 REM <<<<<<(SALTO A Rutina de simulacion >>>>>
2005 BOTO 30100
3300 REM*****FII*****
3305 CLS:LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
3310 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SPC(59);CHR$(186)
3315 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(186);SPC(9)"          H A S T A   L A   V I S T A          ";SPC(9);CHR$(186)
3320 LOCATE 4,10:PRINT CHR$(186);SPC(59);CHR$(186)
3325 LOCATE 5,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(186)
3335 SOUND 200,10
3340 CLOSE #1
3345 FOR E=1 TO 1000:NEXT E
3350 END
30100 KEY OFF:CLS
30105 LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
30115 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SPC(9);"  P R O G R A M A   S I M U L A D O R  ";SPC(9);CHR$(186)
30135 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(186)
30142 LOCATE 14,1:PRINT STRING$(80,205)
30145 COLOR 0,7:LOCATE 15,18
30150 PRINT "1. ";:COLOR 7,0:PRINT"  R E C E P C I O N   D E   D A T O S "
30155 COLOR 0,7:LOCATE 16,18
30157 PRINT "2. ";:COLOR 7,0:PRINT"  C O N S U L T A S "
30160 COLOR 0,7:LOCATE 17,18
30165 PRINT"3. ";:COLOR 7,0:PRINT"  C O N T R O L   D E   A C T U A D O R E S "
30167 COLOR 0,7:LOCATE 18,18
30170 PRINT "4. ";:COLOR 7,0:PRINT"  I M P R E S I O N   D E   D A T O S "
30175 COLOR 0,7:LOCATE 19,18
30180 PRINT "5. ";:COLOR 7,0:PRINT"  R E C E P C I O N   D E   E S T A D O S "
30181 COLOR 0,7:LOCATE 20,18
30182 PRINT "6. ";:COLOR 7,0:PRINT"  V I S U A L I Z A C I O N   D E   A C T U A D O R E S "
30184 COLOR 0,7:LOCATE 21,18
30185 PRINT "7. ";:COLOR 7,0:PRINT"  F I N   D E   L A   R U T I N A "
30187 OPEN "A:SCAD.DAT" AS #1 LEN=25
30190 FIELD #1,15 AS NOMPAR,S AS VALDAT,S AS FORERROR#
30192 REM ***** SALTA A SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE INFORMACION Y REGRESA****
30193 BOTO 30300
30195 LOCATE 22,26:COLOR 23,4
30200 INPUT " SELECCIONE UNA OPCION . . . ",OPC:COLOR 7,0
30203 IF OPC(1 OR OPC)=7 THEN 30195
30205 IF OPC=7 THEN 30500
30210 ON OPC GOSUB 31000,32000,33000,34000,34500,36000

```



```
36130 CIRCLE STEP(190,18),7,....9
36135 CIRCLE STEP(0,0),8,....1/6
36150 LINE (460,75)-(1600,92):LINE -STEP (30,15):LINE -STEP (0,-17)
36155 LINE (96,22)-(168,22):LINE -STEP(4,2):LINE -STEP(8,0)
:LINE -STEP(4,-2):LINE -STEP(160,0):LINE -STEP(4,2):LINE -STEP(8,0):LINE -STEP(4,-2):LINE -STEP(8,0):LINE -STEP(4,-3)
36160 INPUT I:SCREEN 0,0,0
36170 RETURN
```

LISTADO DEL PROGRAMA PRINC.BAS

```

10 CLS:KEY OFF
65 LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
70 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SPC(19);CHR$(186)
80 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(186);SPC(19);" P R O G R A M A P R I N C I P A L "SPC(19);CHR$(186)
85 LOCATE 4,10:PRINT CHR$(186);SPC(59);CHR$(186)
90 LOCATE 5,10:PRINT CHR$(186);SPC(3);" C O N T R O L A D O R E S A M B I E N T A L E S "SPC(15);CHR$(186)
95 LOCATE 6,10:PRINT CHR$(186);SPC(5);CHR$(186)
100 LOCATE 7,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(188)
105 LOCATE 22,11:PRINT STRING$(80,205)
110 COLOR 0,7;LOCATE 10,23
115 PRINT "1.:";COLOR 7,0:PRINT " MONITOREO Y CONTROL "
120 COLOR 0,7;LOCATE 12,23
125 PRINT "2.:";COLOR 7,0:PRINT " PROGRAMA SIMULADOR "
130 COLOR 0,7;LOCATE 14,23
135 PRINT"3.:";COLOR 7,0:PRINT " FIN DE PROGRAMA "
140 LOCATE 20,21:COLOR 23,4
145 INPUT " SELECCIONE UNA OPCION . . . . ",SPC;COLOR 7,0
150 IF SPC<1 OR SPC>3 THEN 140
155 IF SPC=3 THEN 3500
160 ON SPC GOSUB 1000,2000
165 GOTO 10
1000 KEY OFF:CLS
1010 LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
1015 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SPC(11);"P R O G R A M A D E M O N I T O R E O Y C O N T R O L "SPC(11);CHR$(186)
1020 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(188)
1030 LOCATE 14,11:PRINT STRING$(80,205)
1035 COLOR 0,7;LOCATE 15,18
1040 PRINT "1.:";COLOR 7,0:PRINT " CONTROL DE ACTUADORES "
1045 COLOR 0,7;LOCATE 16,18
1050 PRINT "2.:";COLOR 7,0:PRINT " IMPRESION DE INFORMACION "
1055 COLOR 0,7;LOCATE 17,18
1060 PRINT"3.:";COLOR 7,0:PRINT " VISUALIZACION DE ACTUADORES "
1065 COLOR 0,7;LOCATE 18,18
1070 PRINT "4.:";COLOR 7,0:PRINT " FIN DE LA RUTINA "
1075 REM ***** SALTA A SUBROUTINA DE DESPLEGUE DE INFORMACION *****
1080 GOSUB 1300
1095 LOCATE 20,26:COLOR 23,4
1100 INPUT " SELECCIONE UNA OPCION . . . . ",OPC;COLOR 7,0
1105 IF OPC<1 OR OPC>4 THEN 1095
1105 IF OPC=4 THEN 3050
1110 ON OPC GOSUB 11000,12000,13000
1115 GOTO 1000
1300 REM *****SUBROUTINA DE DESPLEGUE DE INFORMACION*****
1310 LOCATE 5,12:PRINT " SENSORES "SPC(13);CHR$(179);SPC(15);"ACTUADORES"
1320 LOCATE 7,10:GOSUB 4000:PRINT" Humedad "B1
1325 LOCATE 8,10:GOSUB 4000:PRINT" Temperatura "B1
1330 LOCATE 9,10:GOSUB 4000:PRINT" Radiac.Solar"B2
1340 LOCATE 7,50:GOSUB 4000:PRINT" Ventilador "B148
1345 LOCATE 8,50:GOSUB 4000:PRINT" Valvula "B148
1350 LOCATE 9,50:GOSUB 4000:PRINT" Ventila "B148
1355 LOCATE 10,50:GOSUB 4000:PRINT" Calentador "B148

```

```

1360 RETURN
2000 REM <<<<<<SALTO A MITADIA DE SIMULACION >>>>
2005 GOTO 30100
3500 REP*****F*****
3505 CLS:LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
3510 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SFC(59);CHR$(186)
3515 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(186);SFC(9)* HASTA LA VISTA *;SFC(9);CHR$(186)
3520 LOCATE 4,10:PRINT CHR$(186);SFC(59);CHR$(186)
3525 LOCATE 5,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(188)
3535 SOUND 200,10
3540 CLOSE #1
3545 FOR E=1 TO 100:NEXT E
3550 END
11000 REM*** SUBROUTINA DE CONTROL DE ACTUACIONES*****
11005 BOSUB 1300
11010 BOSUB 41000
11500 RETURN
13000 REM SUBROUTINA DE VISUALIZACION DE ACTUACIONES
13010 CLS:SCREEN 2
13015 LINE (72,66)-(1304,120),,B
13020 LINE (1132,96)-(1444,150),,B
13025 LINE -STEP(1-60,-20)
13030 LINE (72,120)-(1132,150)
13035 LINE (96,18)-(1608,18)
13040 LINE -STEP(1-24,48)
13045 LINE -STEP(60,30)
13050 LINE -STEP(1-36,-78)
13055 LINE (72,66)-(1132,96)
13060 LINE -STEP(1-36,-78)
13065 LINE -STEP(1-24,60)
13070 LINE (114,60)-(1128,64),3,BF
13075 LINE (84,42)-(114,57)
13080 LINE -STEP(1-14,7)
13085 LINE -STEP(1-28,-14)
13090 LINE -STEP(14,-7)
13095 LINE -STEP(6,12)
13100 LINE -STEP(128,14)
13105 LINE -STEP(6,-12)
13110 LINE (116,66)-(1122,72),3,BF
13115 LINE (114,63)-(1104,63)
13120 LINE (216,66)-(1240,78),,B
13125 LINE (220,68)-(1236,76),,B
13130 CIRCLE STEP(180,16),7,,,,9
13135 CIRCLE STEP(6,0),8,,,,1/8
13150 LINE (400,75)-(400,92):LINE -STEP(30,15):LINE -STEP(6,-17)
13155 LINE (96,22)-(1168,22):LINE -STEP(4,2):LINE -STEP(18,3):LINE -STEP(14,-2):LINE -STEP(160,0):LINE -STEP(14,2):LINE -STEP(18,0)
:LINE -STEP(14,-2):LINE -STEP(18,0):LINE -STEP(16,-3)
13160 INPUT "SCREEN 0,0,0
13170 GOTO 1000
30100 KEY OFF:CLS
30105 LOCATE 1,10:COLOR 7,0:PRINT CHR$(201);STRING$(59,205);CHR$(187)
30115 LOCATE 2,10:PRINT CHR$(186);SFC(1);"PROGRAMA DE MONITOREO Y CONTROL";SFC(1);CHR$(186)
30125 LOCATE 3,10:PRINT CHR$(200);STRING$(59,205);CHR$(188)
30140 LOCATE 14,11:PRINT STRING$(80,205)

```



```

36015 LINE (72,66)-(384,120),,B
36020 LINE (132,96)-(444,150),,B
36025 LINE -STEP(10),-20)
36030 LINE (72,120)-(132,150)
36035 LINE (96,18)-(408,18)
36040 LINE -STEP (1-24,48)
36045 LINE -STEP (60,30)
36050 LINE -STEP (1-36,-78)
36055 LINE (72,66)-(132,96)
36060 LINE -STEP (1-36,-78)
36065 LINE -STEP (1-24,48)
36070 LINE (114,60)-(128,64),3,BF
36075 LINE (84,42)-(114,57)
36080 LINE -STEP(1-14,7)
36085 LINE -STEP(1-28,-14)
36090 LINE -STEP (14,-7)
36095 LINE -STEP (0,12)
36100 LINE -STEP (28,14)
36105 LINE -STEP (0,-12)
36110 LINE (116,66)-(122,72),3,BF
36115 LINE (114,63)-(104,63)
36120 LINE (216,66)-(240,78),B
36125 LINE (220,68)-(226,76),,B
36130 CIRCLE STEP(18),16),7,,,,,9
36135 CIRCLE STEP(0,0),8,,,,,178
36150 LINE (400,75)-(400,92)LINE -STEP (30,15)LINE -STEP (0,-17)
36155 LINE (96,22)-(168,22)LINE -STEP(4,2)LINE -STEP(8,0)LINE -STEP(4,-2)LINE -STEP(16,0)LINE -STEP(4,2)LINE -STEP(8,0)
LINE -STEP(4,-2)LINE -STEP(8,0)LINE -STEP(4,-3)
36160 INPUT B:SCREEN 0,0,0
40000 B=13:B1=24:B2=5:PALABRA=18
40010 B148="DN"
40015 RETURN
41000 FOR A=15 TO 20:LOCATE A,1
41015 PRINT STRING$(80,0):NEXT A
41020 RETURN
42000 REM*****SUBROUTINA DE RECONOCIMIENTO DE PALABRA*****
42005 IF PALABRA:10 THEN 42035
42010 IF PALABRA:5 THEN 42060
42015 IF PALABRA:2 THEN 42075
42020 IF PALABRA:3 THEN 42085
42030 PALABRA=0:RETURN
42035 IF PALABRA:21 THEN 42100
42040 IF PALABRA:18 THEN 42115
42045 IF PALABRA:17 THEN PALABRA=18:RETURN
42050 IF PALABRA:16 THEN PALABRA=17:RETURN
42055 PALABRA=16:RETURN
42060 IF PALABRA:8 THEN 42125
42065 IF PALABRA:6 THEN PALABRA=8:RETURN
42070 PALABRA=6:RETURN
42075 IF PALABRA:4 THEN PALABRA=5:RETURN
42080 PALABRA=4:RETURN
42085 IF PALABRA:1 THEN PALABRA=2:RETURN
42090 PALABRA=1:RETURN
42100 IF PALABRA:24 THEN 42135

```

42105 IF PALABRA>22 THEN PALABRA=24:RETURN
42110 PALABRA=22:RETURN
42115 IF PALABRA>20 THEN PALABRA=21:RETURN
42120 PALABRA=20:RETURN
42125 IF PALABRA>9 THEN PALABRA=10:RETURN
42130 PALABRA=9:RETURN
42135 IF PALABRA>25 THEN PALABRA=26:RETURN
42140 PALABRA
42145 RETURN

TABLE I. Calefacción: 1 foco de 100 watts. Límite: 83H.

T(°C)	HEX	Vot(Volts)	Hora	Efecto
18.1	61	2.155	12:20	Calentamiento
18.1	71	2.162	12:31	"
19.1	75	2.248	13:17	"
19.0	74	2.219	13:30	"
19.1	75	2.223	13:50	"
19.1	75	2.223	14:05	"
19.1	74	2.224	14:20	"
19.2	74	2.229	14:40	"
19.4	76	2.257	17:03	"

TABLE II. Calefacción: 3 focos de 100 watts. Límite: 78H.

T(°C)	HEX	Vot(Volts)	Hora	Efecto
18.6	74	2.219	11:13	Calentamiento
19.0	74	2.225	11:15	"
19.4	76	2.275	11:19	"
19.5	78	2.287	11:21	"
19.8	7A	2.318	11:25	"
20.3	7C	2.368	11:52	"
20.5	7C	2.375	12:05	"
20.5	7C	2.388	12:14	"
19.4	76	2.274	12:20	"
20.3	7A	2.354	12:37	Ventilación
19.8	7A	2.307	12:41	Calentamiento
20.6	7C	2.391	12:52	Ventilación
19.7	78	2.293	13:00	Calentamiento
20.5	7E	2.387	13:08	Ventilación
19.6	78	2.285	13:18	"
19.6	76	2.273	13:37	Calentamiento
20.2	7C	2.372	13:46	Ventilación
19.5	78	2.282	13:55	"
19.4	76	2.269	14:10	"
19.4	77	2.264	14:25	"
19.2	76	2.352	14:55	Calentamiento
19.3	77	2.264	14:56	Ventilación

TABLA III. Calefacción: 3 focos de 100 watts. Límite: 78H.

T(°C)	HEI	Vot(Volts)	Hora	Efecto
18.5	74	2.204	10:10	Calentamiento
19.9	79	2.327	10:26	"
19.9	7A	2.327	10:27	"
20.0	7A	2.337	10:35	"
20.1	7C	2.355	10:53	"
20.3	7C	2.373	11:14	"
20.4	7D	2.377	11:37	Ventilación
19.1	75	2.241	11:54	"
19.1	6E	2.245	11:56	Calentamiento
20.0	79	2.329	12:00	"
20.4	7C	2.370	12:08	Ventilación
19.4	76	2.268	12:25	"
19.2	78	2.293	13:00	"
19.2	76	2.256	13:12	"

TABLA IV. Calefacción: 3 focos de 100 watts. Límite: 70H.

T(°C)	HEI	Vot(Volts)	Hora	Efecto
19.5	78	2.281	13:40	Ventilación
19.5	78	2.280	13:45	"
19.3	76	2.284	13:50	Cal. then Vent.
19.3	77	2.263	14:10	Ventilación
19.3	77	2.268	14:11	Cal. then Vent.
19.2	76	2.299	14:20	Ventilación
19.2	76	2.255	14:29	Cal. then Vent.
19.4	77	2.273	14:48	Ventilación
19.4	77	2.274	15:52	"
19.5	78	2.282	19:09	"
(Cambio de límite: 80H)				
20.5	7E	2.401	16:25	Calentamiento
20.6	7E	2.417	16:27	"
20.8	7F	2.432	16:28	"
20.8	80	2.436	16:29	"
20.9	81	2.444	16:31	"
21.0	80	2.450	16:33	Calentamiento
21.1	81	2.461	16:41	"
21.1	81	2.465	16:45	"
21.1	80	2.464	16:46	"
21.1	81	2.465	16:47	"

TABLA V. Calefacción: 3 focos de 100 watts. Límite: 87H.

T(°C)	HEI	Vot(Volts)	Hora	Efecto
21.0	80	2.437	16:36	Calentamiento
21.0	80	2.440	16:38	"
21.0	7F	2.437	16:43	"
20.9	7F	2.424	18:15	"

TABLA VI. Calefacciones: Parrilla y focos. Llaite: 87H.

T(°C)	HEX	Vot(Volts)	Hora	Efecto
21.5	B2	2.475	16:14	Calentamiento
21.5	B2	2.484	16:13	"
23.4	B8	2.612	16:47	"
25.5	92	2.840	16:47	"
27.4	9C	2.980	16:50	Ventilación
26.0	99	2.918	16:53	Calentamiento
26.8	9B	2.960	—	"

TABLA VII. Calefacciones: Parrilla y focos. Llaite: 82H.

T(°C)	HEX	Vot(Volts)	Hora	Efecto
24.9	95	2.830	16:45	Calentamiento
25.1	94	2.844	16:46	"
26.1	98	2.917	16:47	"
26.7	99	2.983	16:48	"
27.4	9D	3.017	16:49	"
27.6	9F	3.046	16:50	"
28.1	A1	3.086	16:51	"
28.8	AS	3.160	16:52	"
29.2	A7	3.198	16:53	"
29.6	AF	3.241	16:53	"
29.8	AB	3.283	16:54	"
29.8	AC	3.285	16:55	Calentamiento
29.8	AD	3.273	16:56	Ventilación
28.7	AF	3.220	16:57	Calentamiento
29.3	AA	3.230	16:58	"
29.4	AB	3.256	16:59	"
29.5	AB	3.271	17:00	"
29.5	AA	3.272	17:01	"
29.6	AC	3.276	17:02	"
29.7	AC	3.292	17:03	"
29.7	AD	3.290	17:04	Ventilación
28.7	AB	3.239	17:05	Calentamiento
28.3	A7	3.187	17:06	"
28.9	AB	3.214	17:07	"
29.4	AA	3.260	17:08	"
29.4	AC	3.287	17:09	"
29.5	AB	3.273	17:10	"
29.6	AB	3.284	17:11	"
29.6	AD	3.290	17:12	Ventilación
28.7	AB	3.240	17:13	Calentamiento
29.3	AA	3.254	17:14	"
29.5	AB	3.268	17:15	"
29.5	AB	3.272	17:16	"

TABLA VIII. Calefacción: Parrilla y focos. Llaite: B2H.

T(°C)	HEI	Vot(Volts)	Hora	Efecto
29.5	AD	3.286	17:27	Ventilación
29.2	AC	3.254	17:28	Calentamiento
28.8	AB	3.218	17:29	"
29.3	AA	3.250	17:30	"
29.5	AA	3.269	17:30	"
29.5	AB	3.276	17:31	"
29.6	AC	3.282	17:32	"
29.6	AD	3.290	17:32	Ventilación
29.4	AA	3.266	17:45	Calentamiento
29.5	AC	3.276	17:45	"
29.5	AB	3.276	17:46	"
29.6	AC	3.282	17:46	"
29.7	AC	3.294	17:47	"
29.7	AD	3.301	17:47	"
29.8	AC	3.308	17:48	"
29.8	AD	3.304	17:48	"
29.9	AD	3.314	17:48	"
29.8	AE	3.314	17:49	"
29.8	AE	3.311	17:49	"
30.0	AD	3.323	17:50	"
29.9	AD	3.318	17:50	"
29.8	AE	3.311	17:50	"
29.9	AE	3.318	17:51	"
29.9	AD	3.318	17:51	"