

28/19



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

Controlador Universal Industrial
(Tablero Simulador de Procesos Industriales)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACION

P R E S E N T A

JOSE RODRIGO GOMEZ MINUTTI

México, D. F.

1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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 está 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

	página
1. INTRODUCCION	
1.1 Origen del proyecto	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Objetivo	3
2. DESCRIPCION GENERAL DEL CONTROLADOR	
2.1 Gabinete	5
2.2 Módulos, dispositivos y su función	6
3. FUENTE DE ALIMENTACION	
3.1 Descripción de la fuente de suministro	10
3.2 Características	11
4. MODULO MANEJADOR DE TRIACS Y SU ACOPLAMIENTO CON EL CIRCUITO 8255 DEL SUPERPAT.	
4.1 Descripción del módulo manejador de triacs	18
4.2 Características de los componentes más importantes del módulo	21
4.2.1 Triac	21
4.2.2 Optotriac	21
4.2.3 Uso del MOC3011 como manejador de triacs	22
4.2.3.1 Manejo de cargas resistivas	23
4.2.3.2 Transitorios en la línea-dv/dt estática	24
4.2.3.3 Cargas Inductivas-dv/dt conmutante	24
4.2.3.4 Redes protectoras	24
4.2.3.5 Tiempo de vida del LED	26
4.3 Interfase Periférica Programable (PPI 8255)	27

4.3.1	Descripción funcional	28
4.3.2	Operación Básica	30
4.3.3	Descripción operacional	32
4.3.4	Modo de operación	34
5.	MODULO DE DESPLIEGUE DIGITAL Y SU ACOPLAMIENTO CON EL CIRCUITO 8256 DEL SUPERPAT.	
5.1	Descripción del módulo de despliegue	36
5.2	Características del MUART 8256	37
5.2.1	Introducción	37
5.2.2	Descripción	38
5.2.3	Programación	45
6.	MODULO DE CONVERSION DE FRECUENCIA A VOLTAJE	
6.1	Descripción del módulo convertidor	47
6.2	Características de los componentes más importantes del módulo	49
6.2.1	Descripción general del circuito LM322	49
6.2.1.1	Características	50
6.2.2	Amplificador Operacional en configuración no inversora	51
7.	PROGRAMAS DE PRUEBA	
7.1	Listado y documentación de programas de prueba	53
7.2	Práctica de "Sistemas de Supervisión y Control" ...	88
8.	CONCLUSIONES	133

BIBLIOGRAFIA 135

APENDICES

- A. Medidas del panel frontal, Portatarjetas, Circuitos impresos**
- B. Porcentaje de rizado y calculos de voltaje**
- C. Caracteristicas del 4N26 y del TIC226D**
- D. Programación de los grupos del MUART 8256**

CAPITULO I

INTRODUCCION

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

1. INTRODUCCION

1.1 Origen del proyecto

El presente proyecto se originó debido a la necesidad de dar una aplicación concreta al sistema "SUPERPAT". Dicho sistema fue diseñado y construido durante el año 1987 en el Instituto de Ingeniería (proyecto 7122).

El sistema "SUPERPAT" permite implantar controladores en tiempo real usando un compilador en BASIC.

Como apoyo útil para la lectura de este trabajo, se recomienda por tanto el informe del proyecto 7122 del Instituto de Ingeniería con título "SUPERPAT, Controlador Universal para Aplicaciones Industriales". En este informe se dan todos los detalles técnicos de la microcomputadora en una tarjeta SUPERPAT.

1.2 Antecedentes

El SUPERPAT es un sistema microprocesado que tiene como ordenador central al circuito 8088 de Intel. Entre sus características sobresalientes se encuentran :

- Procesador 8088 con "bus" externo de 8 bits y manejo interno de palabras de 16 bits.
- Funcionamiento a una velocidad de 5.12 MHz.
- 64 K bytes de EPROM y 32 K bytes de RAM residentes en la tarjeta.
- 40 líneas de entrada-salida.
- 5 temporizadores programables.
- Control de interrupciones.

- Puerto serie para conexión a terminal, con "baud rate" (velocidad de transmisión de la información) programable desde 110 hasta 9600 bauds.
- Circuito automático de vigilancia, "watch dog".
- Expansión a través del bus común "OMNIBUS".
- EPROM con programa BASIC MULTITAREAS, residente en la tarjeta, con un gran número de comandos orientados a aplicaciones de control industrial, pudiéndose ejecutar hasta 16 procesos de manera concurrente.
- Programa supervisor para el desarrollo de rutinas en lenguaje de máquina.
- Base "AUTORUN" para ejecución automática de programas BASIC.

Adicionalmente a estas características, el sistema SUPERPAT cuenta con un soporte completo de SOFTWARE para "PC" (Computadora Personal), que permite el uso de cualquier computadora PC compatible como sistema de desarrollo. Entre otras funciones, los paquetes disponibles permiten:

- Emulación de la PC como terminal de video, para su conexión con el puerto serie del sistema SUPERPAT.
- Almacenamiento de programas codificados en BASIC del SUPERPAT en disco flexible en la PC.
- Programación de memorias EPROM con programas BASIC de aplicación para ser ejecutados en la base AUTORUN.
- Desarrollo de programas en lenguaje de máquina, a través del programa ensamblador del 8088 y depuración de los mismos con un programa "DEBUG", ambos disponibles en un solo disco flexible.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

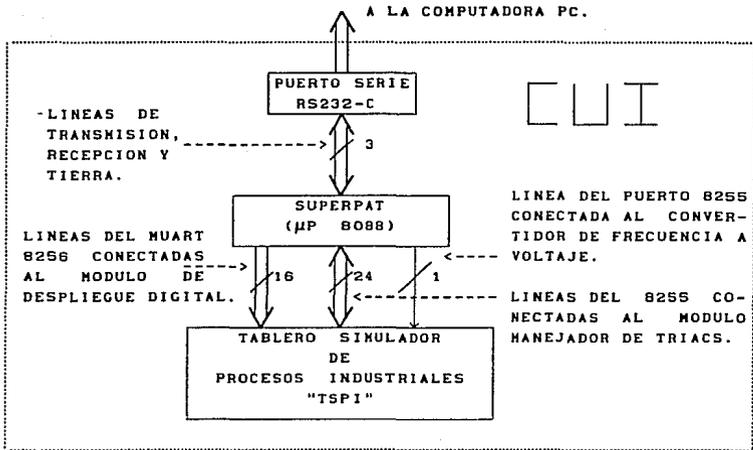
1.3 Objetivo

Dados estos antecedentes, se decidió la construcción de un tablero que al conjuntar al sistema SUPERPAT como controlador, permitiese la prueba y simulación de procesos industriales. Para ello se propuso dotar al tablero de despliegues luminosos, interruptores de palanca, botones arrancadores, focos de neón e indicadores analógicos. Así el tablero, denominado Simulador de Procesos Industriales (TSPI), se emplea ya sea con fines didácticos o bien para simulación de procesos industriales en tiempo real.

Al conjunto del sistema SUPERPAT y el TSPI se le denominó "CUI", Controlador Universal Industrial.

Debido a que la versión del sistema SUPERPAT, realizada en "wire-wrap" (las terminales de cada componente se conectan mediante alambres enrollados), está probada y funcionando, se optó por hacer el circuito impreso de este sistema. Así, también se decidió la realización de los circuitos impresos de los módulos Manejador de Triacs y Despliegue Digital (se deben diseñar y probar los circuitos electrónicos de dichos módulos antes de hacer los circuitos impresos), para lo cual hay que diseñar y dibujar tales circuitos y enviar los negativos de las capas de componentes y soldadura a una compañía para su fabricación por medio de un proceso fotográfico de sensibilización y revelado de la superficie de cobre.

En la figura 1a se observa un diagrama de bloques simplificado de las partes que constituyen al CUI y en el siguiente capítulo, sus especificaciones técnicas.



CAPITULO II

DESCRIPCION
DEL
"CUI"

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

2. DESCRIPCION GENERAL DEL CONTROLADOR.

2.1 Gabinete.

El CUI consta de un gabinete de tipo industrial con montaje al muro y puerta al frente, en la cual se encuentran montados todos los elementos indicadores y sensores.

Se consideró conveniente dotar al panel frontal de los siguientes dispositivos (ver figura 1), con el objeto de simular procesos de tipo industrial tales como la extracción de agua potable en un pozo:

- Un indicador digital de 4 módulos de 7 segmentos para desplegar cualquier variable de entrada y/o salida.
- Un indicador analógico que puede funcionar como dispositivo de salida de algunas variables sensadas (presión, temperatura, etc..).
- 8 focos de neón, manejados a través de triacs que funcionan como salidas.
- 4 interruptores de palanca (entradas).
- 4 botones arrancadores (entradas).

El diseño de dicho panel se observa en la figura A1 del apéndice A, la cual incluye las medidas de los espacios necesarios para alojar los dispositivos mencionados.

Visto de frente por su parte interna, el CUI ofrece el aspecto de la figura 2: en la parte superior izquierda se monta un portatarjetas, sobre las guías de soporte, el cual aloja a la



INDICADOR DIGITAL



INDICADOR ANALOGICO



FOCOS DE NEON 127V



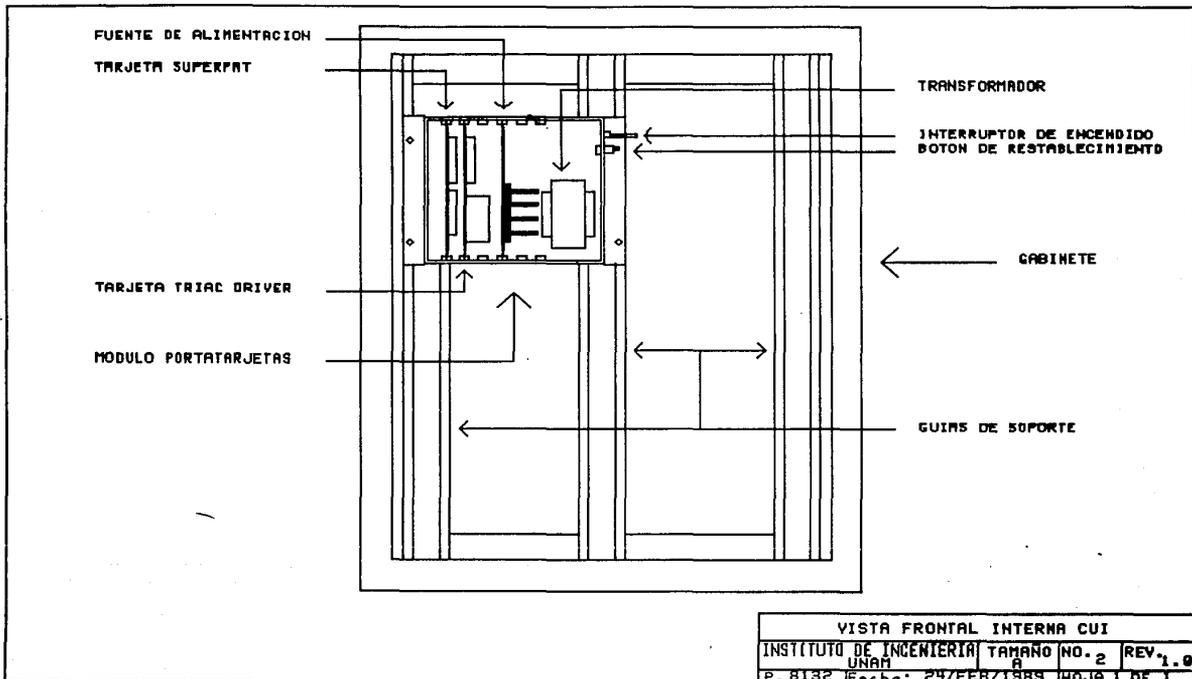
INTERRUPTORES DE PALANCA



BOTONES ARRANCADORES

PANEL FRONTAL CUI

INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMANO	NO. 1	REV. 1.0
UNAM	A		
P. 8132	Fecha: 16/FEB/1989	HOJA 1	DE 1



VISTA FRONTAL INTERNA CUI

INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMAÑO NO. 2	REV. 1.0
UNAM	A	
P. 8132	Fecha: 24/FEB/1989	HOJA 1 DE 1

fuelle de alimentación, al sistema SUPERPAT y al módulo manejador de triacs que controla los focos de neón, los interruptores de palanca y los botones arrancadores.

El resto del espacio queda reservado para el montaje de accesorios en aplicaciones concretas de control industrial tales como: relevadores, contactores, sensores, arrancadores, modems y en general para alojar cualquier acoplamiento que comunique al módulo SUPERPAT con el mundo exterior.

2.2 Módulos, dispositivos y su función.

En la figura A2 del apéndice A se observa el portatarjetas diseñado con las dimensiones adecuadas para incluir las tarjetas mencionadas anteriormente.

La figura 6 muestra el diagrama electrónico del módulo SUPERPAT, en la figura 7 se observa el diagrama de disposición de componentes y en las figuras A3 y A4 del apéndice A se puede apreciar el diseño por computadora del circuito impreso de la capa de componentes y de la capa de soldadura, respectivamente; para lo cual se empleó el paquete llamado SMARTWORK.

El dibujo de dicho circuito se realizó tomando en cuenta las normas principales para el diseño de circuitos impresos, las cuales se mencionan a continuación:

1. Tener todos los componentes a la mano para establecer su tamaño exacto ya que éste varía según el fabricante.
2. Distribuir los componentes en forma paralela o perpendicular a los bordes de la tarjeta (diseño de diagrama de disposición de componentes).

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

3. Determinar cuáles componentes no van montados sobre la tarjeta a fin de asignar terminales que permitan su conexión externa.
4. Procurar repartir los componentes uniformemente en toda la superficie de la placa, para evitar puntos de aglomeración y zonas vacías.
5. Buscar el camino más corto posible para unir las terminales de dos componentes que se conectan entre sí, teniendo en cuenta todos los caminos que puedan pasar cerca de ese punto para evitar que un trazo haga imposible el paso de otro.

Con base en la experiencia se recomienda, tomar en cuenta que si se diseña un circuito de dos capas, se debe procurar que las venas dibujadas de una de las capas estén colocadas en sentido vertical y las de la otra, en sentido horizontal para impedir que el diseño se complique a tal grado que no se puedan unir los puntos requeridos.

Para dar una idea más clara del acoplamiento de los dispositivos al módulo SUPERPAT, se hará referencia al diagrama de bloques de la figura 3.

La conexión al puerto serie del SUPERPAT se realiza a través de un conector "DB25" hembra (conector con 25 líneas), montado en la parte posterior izquierda del portatarjetas. Este conector contiene las señales "XMIT" (transmisión), "RCV" (recepción) y "GND" (referencia) necesarias para su acoplamiento con la terminal

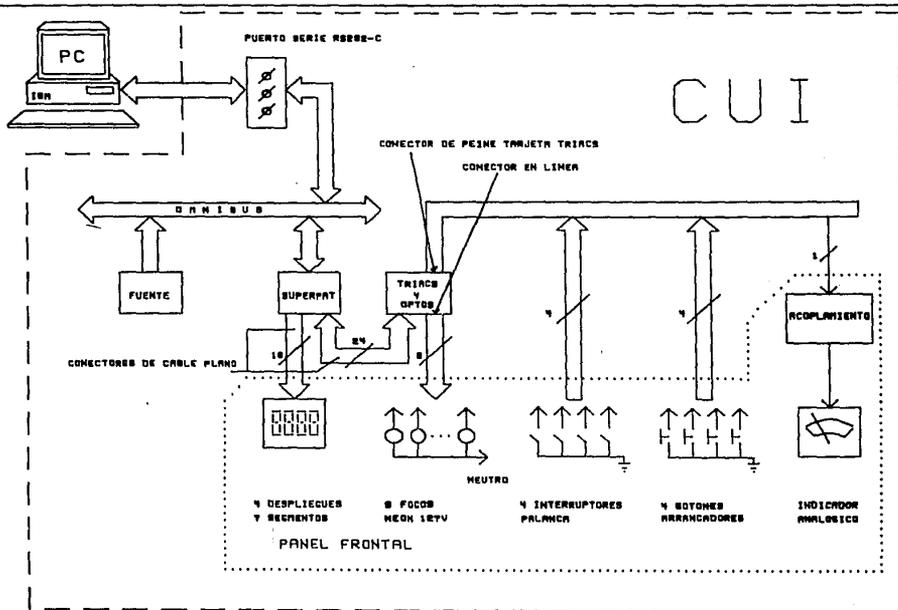


DIAGRAMA DE BLOQUES CUI			
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM	TAMAÑO A	NO. 3	REV.
P. 8192 Fecha: 17/FEB/1989		HOJA	DE 1

de video o con la computadora PC. Estas señales provienen del conector de peine del OMNIBUS como se muestra en el diagrama electrónico de la figura 6.

Las tarjetas SUPERPAT y manejadora de triacs se acoplan con cable plano de 26 vías. Ocho de estas líneas se emplean para activar los focos de neón y ocho para la lectura de cuatro interruptores de palanca y cuatro botones arrancadores. El indicador analógico, que es un voltímetro con rango de 0 a 5 volts DC, se habilita con una señal modulada por duración de pulso (PDM) generada por una línea adicional.

El manejo de los dispositivos mencionados lo realiza el circuito 8255 del sistema SUPERPAT, el cual es una Interfase Periférica Programable de líneas paralelas de entrada/salida.

Adicionalmente, los 4 dígitos de 7 segmentos son controlados por el circuito 8256 del mismo sistema, que es un Transmisor/Receptor Asíncrono Universal de Multifunciones (MUART). Este circuito incluye la capacidad de manejo de la comunicación asíncrona serie "full duplex", con generador interno de velocidad de transmisión de información (baud rate); además cuenta con dos puertos paralelos de 8 bits cada uno, en este caso los 16 bits están agrupados en 4 dígitos de código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal"); cinco contadores de eventos o temporizadores, de 8 bits cada uno; un controlador de interrupciones con 8 niveles de prioridad.

Los dos puertos paralelos del 8256 se emplean, en esta aplicación, como salidas únicamente.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

En capítulos posteriores se analizarán con detalle los siguientes dispositivos y acoplamientos:

Capítulo 3: Fuente de alimentación, descripción y características.

Capítulo 4: Módulo manejador de triacs y su acoplamiento con el 8255 del SUPERPAT, descripción, características, PPI 8255.

Capítulo 5: Módulo de despliegue digital y su acoplamiento con el 8256 del SUPERPAT, descripción y características del MUART 8256.

Capítulo 6: Módulo de conversión de frecuencia a voltaje, donde se describe el manejo del indicador analógico.

CAPITULO III

FUENTE
DE
ALIMENTACION

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

3. FUENTE DE ALIMENTACION

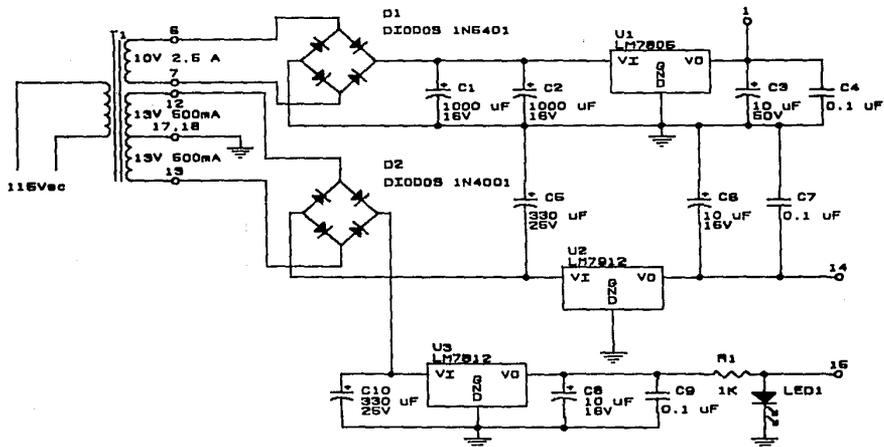
3.1 Descripción de la fuente de suministro.

Esta fuente de alimentación convierte un voltaje de suministro de 115V, rms ac, en voltajes de +5V dc 1600 mA, +12V dc 400 mA y -12V dc -150 mA regulados.

La fuente está constituida por los siguientes componentes:

Un transformador de 115V, rms ac a 10V, rms con @2.5 A y 13V, rms con @500 mA en cada lado de la derivación central (T1); dos puentes de diodos formados con diodos de tipo 1N5401 (D1) y de tipo 1N4001 (D2), respectivamente; siete capacitores electrolíticos: dos de 1000 μ F 16V (C1 y C2), dos de 330 μ F 25V (C5 y C10), dos de 10 μ F 16V (C6 y C8) y uno de 10 μ F 50V (C3); tres capacitores de cerámica de 0.1 μ F cada uno (C4, C7 y C9); un regulador de 5V de tipo 7805 (U1), un regulador de 12V de tipo 7812 (U3) y un regulador de -12V de tipo 7912 (U2); una resistencia de 1K (R1) y un LED (Diodo Emisor de Luz) (LED1).

La figura 4 muestra el diagrama electrónico de la fuente de alimentación y la figura 5 el diagrama de disposición de componentes. En el diagrama electrónico se observa que el voltaje de 10V, rms, obtenido en uno de los devanados del transformador T1, es rectificado por el puente de diodos D1 y filtrado mediante los capacitores C1 y C2, los cuales determinan la corriente máxima de salida (los capacitores C5 y C10 desempeñan la misma función en la obtención de los voltajes de -12V y +12V), este voltaje es aplicado a la entrada del regulador de voltaje U1 y en su salida se obtiene un voltaje de 5V; para eliminar el ruido de



NOTA: LAS TERMINALES 1,6,7,12,13,14,15,17 Y 18 DEL CIRCUITO, CORRESPONDEN A LAS LINEAS PEINE

PEINE1
PEINE VISTO DE FRENTE

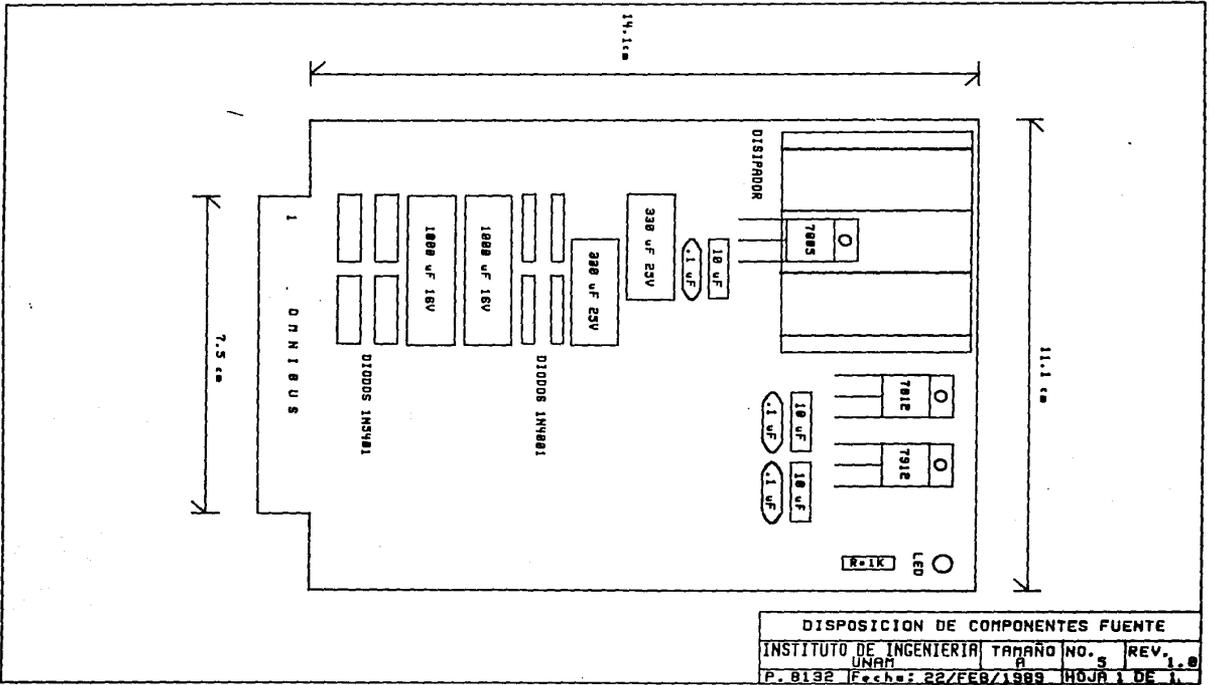


← LADO DE COMPONENTES

← LADO DE SOLDADURA

DIAGRAMA ELECTRONICO FUENTE

INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM	Tamaño A	Nº. 4	REV 1.0
Proy. 0132 Fecha: 17/ENE/80/1988 Hoja 1 de 1			



DISPOSICION DE COMPONENTES FUENTE			
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMAÑO NO.	REV.	
UNAM	A	5	1.0
P. 8132	Fecha: 22/FEB/1989	HOJA 1 DE 1	

alta frecuencia se colocan los capacitores C3 y C4 entre la salida y tierra.

Los 13V, rms obtenidos en cada uno de los dos extremos del devanado restante del transformador T1 son rectificadas mediante el puente de diodos D2, los capacitores C5 y C10 filtran este voltaje, el cual es aplicado a las entradas de los reguladores U2 y U3, obteniendo a la salida del primero un voltaje de -12V cuyo ruido es reducido por los capacitores C6 y C7; a la salida del otro regulador se obtiene un voltaje de 12V sin ruido, que es eliminado por C8 y C9.

La resistencia R1 sirve para limitar la corriente que pasa por el diodo LED1 que se emplea únicamente como indicador de encendido.

3.2 Características.

Se sabe que una batería tiene esencialmente un voltaje de salida constante o DC, sin embargo, el voltaje DC derivado de una señal AC por medio de la rectificación y el filtraje tendrá alguna variación (porcentaje de rizado).

Entre más pequeña sea la variación AC de la señal con respecto al nivel DC mejor será la operación del circuito de filtrado.

El porcentaje de rizado se define como:

$$\%r = \%rizado = \frac{\text{Voltaje de rizado(rms)}}{\text{Voltaje DC}} = \frac{V_r(\text{rms})}{V_{dc}} \times 100$$

El porcentaje de rizado de una señal rectificadas de onda completa es alrededor de 2.5 veces más pequeña que el obtenido con la señal

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

rectificada sólo media onda y por lo tanto proporciona una señal mejor filtrada.

El apéndice B proporciona los detalles para determinar el valor del voltaje de rizado en términos de otros parámetros del circuito. El resultado obtenido para $V_{r(rms)}$ es el siguiente:

$$V_{r(rms)} = \frac{I_{DC}}{4 \sqrt{3} fC} \times \frac{V_{DC}}{V_m} \quad (\text{onda completa})$$

donde f es la frecuencia del voltaje de potencia de suministro sinusoidal, I_{DC} es la corriente promedio drenada del filtro por la carga, C es el valor del capacitor del filtro y V_m es el voltaje de pico.

Si se utilizan cargas livianas (se define una carga liviana como aquella que resulta en un porcentaje de rizado menor que 6.5%) típicamente el valor de V_{DC} se aproxima a V_m de tal manera que la ecuación de $V_{r(rms)}$ puede escribirse como:

$$V_{r(rms)} \approx \frac{I_{DC}}{4 \sqrt{3} fC}$$

sustituyendo la frecuencia de 60 Hz se obtiene,

$$V_{r(rms)} = \frac{2.4 I_{DC}}{C}$$

Otro factor de importancia en una fuente de voltaje es la cantidad de cambio en el voltaje DC de salida sobre el rango de operación

del circuito. El voltaje proporcionado a la salida sin carga se reduce cuando se tiene que drenar corriente de la fuente de suministro. Por tanto la relación de voltaje con carga y sin carga es un parámetro de interés. La relación de cambio de voltaje se describe por el factor denominado Regulación de Voltaje, el cual está definido como:

$$\text{Regulación de Voltaje} = \frac{\text{Voltaje sin carga} - \text{Voltaje a plena carga}}{\text{Voltaje a plena carga}}$$

$$\text{V.R.} = \frac{\text{VNL} - \text{VFL}}{\text{VFL}} \times 100$$

La fuente de alimentación suministra, a los módulos y dispositivos mencionados en el capítulo 2, los voltajes de +5V, +12V y -12V dc, según corresponda.

Para el caso del suministro de +5V :

$$\text{V.R.} = \frac{5 - 4.6}{4.6} \times 100 = 8.7 \%$$

Para el caso del suministro de +12V :

$$\text{V.R.} = \frac{12 - 11.7}{11.7} \times 100 = 2.56 \%$$

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Para el caso del suministro de -12V :

$$V.R. = \frac{-12 - (-11.8)}{-11.8} \times 100 = 1.7 \%$$

Se puede ver que en ninguno de los tres casos se obtiene el valor ideal de 0% para V.R., sin embargo la variación de voltaje con carga y sin ella no es muy significativa, lo cual demuestra que la fuente soporta los módulos y dispositivos conectados a ella.

El voltaje máximo permitido por el fabricante, a la entrada de los reguladores es de:

CI Número	Voltaje de salida Regulado	Mínimo V_{in}
7805	+5V	7.30V
7812	+12V	8.35V
7912	-12V	-14.60V

Un factor, no menos importante en la fuente, es el valor máximo de la corriente de carga para mantener el nivel de voltaje requerido. A continuación se calculan los valores para los tres voltajes considerados:

Los voltajes de pico en los devanados con salidas de 10V, rms y 13V, rms están dados por las expresiones:

$$V_{m_{10}} = \sqrt{2} \times V_{rms} = \sqrt{2} \times 10V = 14.1V$$

$$V_{m_{13}} = \sqrt{2} \times V_{rms} = \sqrt{2} \times 13V = 18.3V$$

Para mantener la salida en +5V se necesita que $V_{in} \geq 7.3V$, en +12V $V_{in} \geq 8.35V$ y en -12V $V_{in} \geq -14.6V$ de tal forma que:

$$V_r \text{ (pico-pico)} \geq V_m - V_{in \text{ min}}$$

$$V_{r_5} \text{ (p-p)} = 14.1V - 7.3V = 6.8V$$

$$V_{r_{12}} \text{ (p-p)} = 18.3V - 8.35V = 10.03V$$

$$V_{r_{-12}} \text{ (p-p)} = -18.3V - (-14.6V) = -3.78V$$

Así que el voltaje de rizo rms ($V_{r(rms)}$) para cada caso será:

$$V_{r(rms)} = \frac{V_r \text{ (pico-pico)} / 2}{\sqrt{3}}$$

$$V_{r_5} \text{ (rms)} = \frac{6.8V/2}{\sqrt{3}} = 1.97V$$

$$V_{r_{12}} \text{ (rms)} = \frac{10.03V/2}{\sqrt{3}} = 2.89V$$

$$V_{r_{-12}} \text{ (rms)} = \frac{-3.78V/2}{\sqrt{3}} = -1.09V$$

Despejando la corriente de carga I_{dc} a partir de la ecuación:

$$V_{r(rms)} = \frac{I_{dc}}{4 \sqrt{3} fC}$$

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

se puede escribir,

$$I_{DC} = \frac{V_{r(rms)}C}{2.4}$$

Sustituyendo los voltajes apropiados para cada caso se tiene:

$$I_{DC5} = \frac{1.97(2000)}{2.4} = 1645.9 \text{ mA}$$

donde $C = C1 + C2 = 1000 \mu F + 1000 \mu F = 2000 \mu F$.

$$I_{DC12} = \frac{2.89(330)}{2.4} = 398.3 \text{ mA}$$

donde $C = C10 = 330 \mu F$.

$$I_{DC-12} = \frac{-1.09(330)}{2.4} = -150.22 \text{ mA}$$

donde $C = C5 = 330 \mu F$.

Tomando en cuenta los cálculos anteriores se puede obtener el valor del porcentaje de rizado para cada caso, usando la fórmula:

$$\%r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{DC}} \times 100$$

donde V_{dc} se obtiene de:

$$V_{dc} = V_m - V_{r(pico)} \quad \text{y} \quad V_{r(pico)} = \sqrt{3} V_{r(rms)}$$

Resultando

$$V_{r_5(pico)} = \sqrt{3} (1.97V) = 3.42V$$

$$V_{dc_5} = 14.1V - 3.42V = 10.72V$$

$$\%r_5 = \frac{1.97V}{10.72V} \times 100 = \underline{18.42\%}$$

$$V_{r_{12}(pico)} = \sqrt{3} (2.89V) = 5.02V$$

$$V_{dc_{12}} = 18.38V - 5.02V = 13.37V$$

$$\%r_{12} = \frac{2.89V}{13.37V} \times 100 = \underline{21.7\%}$$

$$V_{r_{-12}(pico)} = \sqrt{3} (-1.09V) = -1.89V$$

$$V_{dc_{-12}} = -18.38V - (-1.89V) = 16.49V$$

$$\%r_{-12} = \frac{-1.09V}{-16.49V} \times 100 = \underline{6.62\%}$$

Resumiendo:

Se cuenta con una fuente de alimentación que puede suministrar los voltajes regulados de +5V, +12V y -12V con corrientes máximas de carga de 1645.9 mA, 398.3 mA y -150.22 mA, respectivamente.

CAPITULO IV

AVANZADOR
DE
TRIACS

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

4. MODULO MANEJADOR DE TRIACS Y SU ACOPLAMIENTO CON EL CIRCUITO 8255 DEL SUPERPAT.

4.1 Descripción del módulo manejador de triacs.

El manejador de triacs, como su nombre lo indica es un módulo que gobierna el encendido y apagado de los "tiristores bidireccionales de silicio", denotados de aquí en adelante TRIACS. Se diseñó con el objeto de acoplar las líneas de los puertos de entrada/salida del circuito 8255 del SUPERPAT con los dispositivos de potencia del simulador (relevadores, contactores ó focos de baja potencia, 40 W máx.), que son salidas, y con los interruptores de palanca y los botones arrancadores, que son entradas.

Los componentes que incluye el módulo manejador de triacs son los siguientes:

Ocho optotriacs MOC3011, ocho triacs TIC226D (Q1-Q8), ocho resistencias de 180 ohms 1/2 W (R1-R8) y un conector de ángulo recto de 10 contactos (J3); esto constituye la etapa de acoplamiento entre las salidas del puerto A del 8255 del sistema SUPERPAT y las cargas conectadas a 115V AC.

La etapa de acoplamiento entre las entradas (botones arrancadores e interruptores de palanca conectados a 12V DC) al puerto B del 8255 de dicho sistema consta de ocho optoacopladores 4N26 (IS01-IS08), ocho resistencias de 1K ohms 1/2 W (R1-R8), ocho resistencias de 10K ohms 1/2 W (R9-R16), un conector para cable plano de 26 vias (J2) y dos puentes (JP1 y JP2).

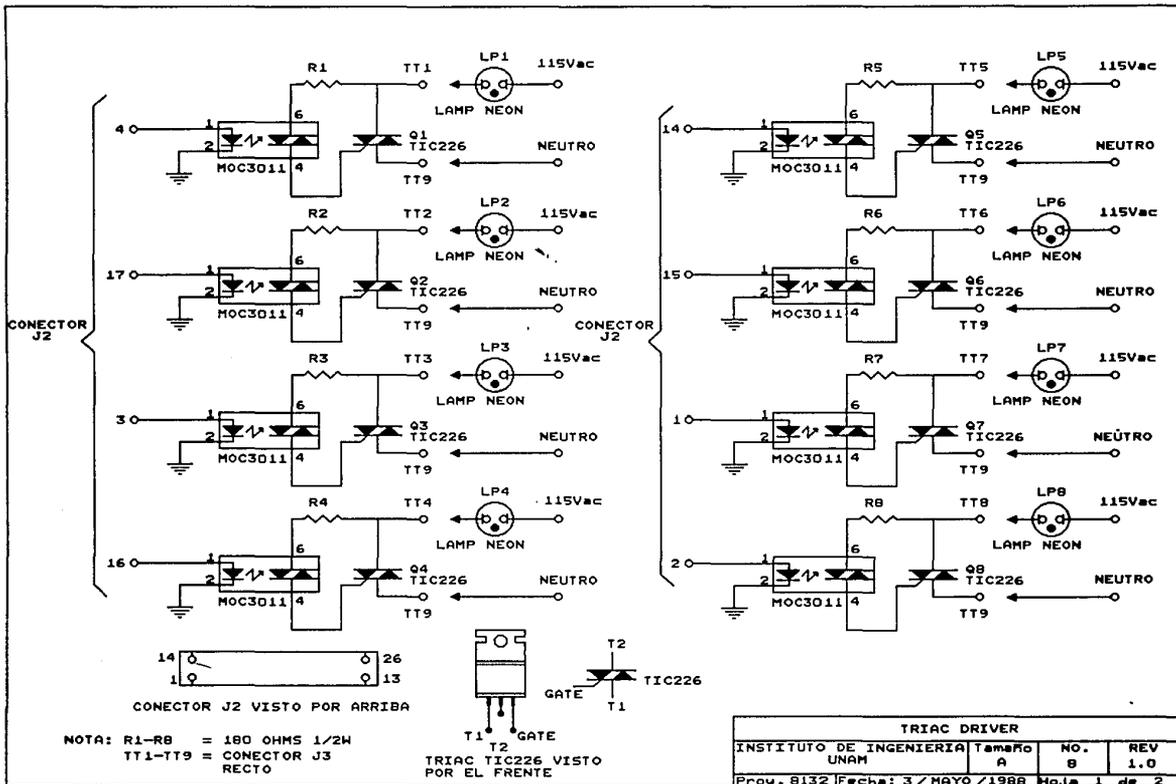
La capacidad del módulo es de 8 salidas triac para cargas de 127

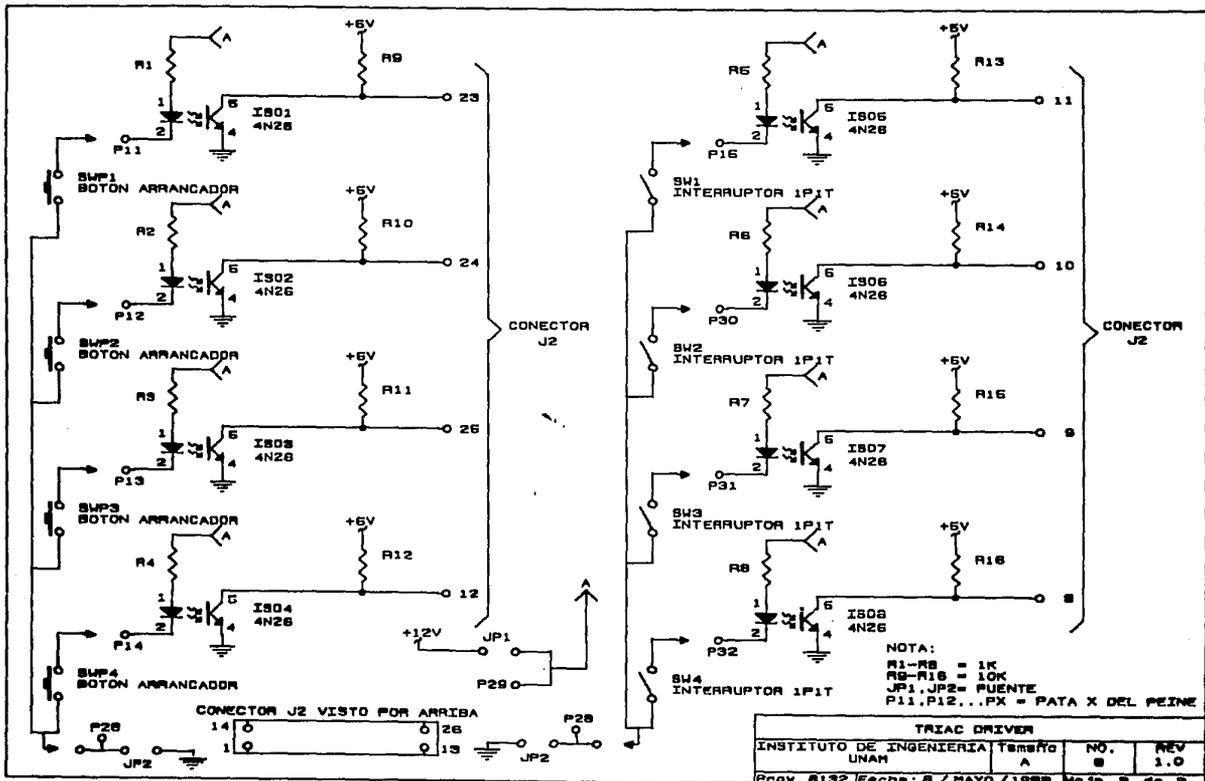
volts AC, 40W, y 8 entradas para interruptores de encendido/apagado (on-off).

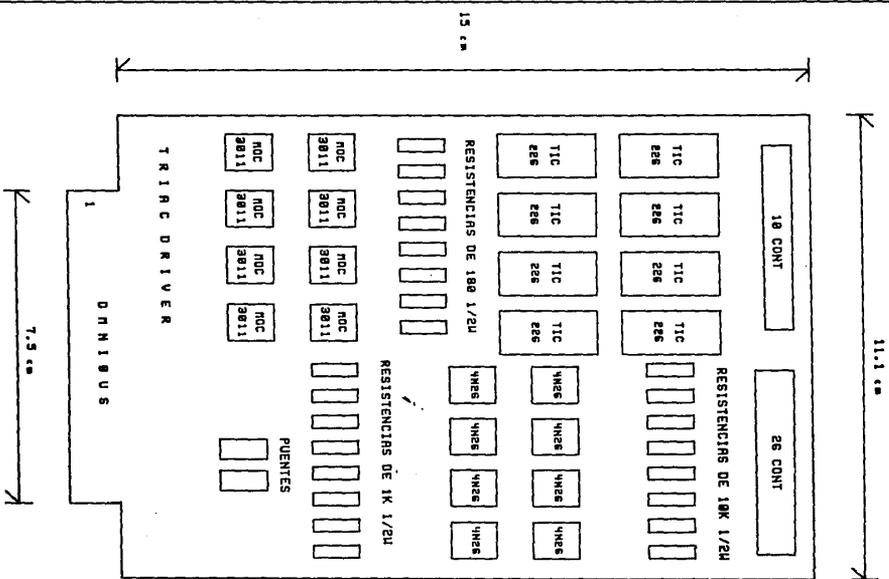
El diagrama electrónico y el diagrama de disposición de componentes de este módulo se muestran respectivamente en las figuras 8 (hojas 1 y 2 de 2) y 9. En las figuras A5 y A6 del apéndice A se presenta el diseño del circuito impreso de la capa de componentes y de la capa de soldadura, respectivamente, el cual, al igual que el circuito impreso del módulo SUPERPAT, se realizó empleando el paquete SMARTWORK y siguiendo las normas de diseño mencionadas anteriormente.

Para reducir el nivel de ruido y evitar que se dañe algún componente del sistema SUPERPAT debido al contacto entre sus líneas de entrada/salida del puerto 8255 y la etapa de potencia (115V AC), se tiene separación total de la tierra electrónica del SUPERPAT con respecto a la referencia de los triacs, los cuales manejan voltajes de 115V AC. Esta separación se logra con los optotriacs MOC3011, los cuales reciben la señal proveniente de las ocho salidas del puerto A del 8255 y así activan o desactivan a los triacs TIC226D, como se muestra en el diagrama electrónico de la fig. 8 (hoja 1 de 2); el fabricante recomienda que el valor de las resistencias R1-R8 de este diagrama sea de 180 ohms si se emplean cargas resistivas.

En las entradas (figura 8 hoja 2 de 2), los optoacopladores 4N26 permiten establecer la misma separación entre la referencia de los circuitos sensores (simulados mediante los botones arrancadores y los interruptores) y el sistema SUPERPAT. En este caso, la tarjeta permite si se desea, el uso de la fuente interna de +12 volts del sistema para la alimentación de los sensores. Esta opción







DISPOSICION DE COMPONENTES TRIAC DRIVER			
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMAÑO NO.	9	REV. 1.0
UNAH	A		
P. 8192 Fecha: 12/MAYO/1988 HOJA 1 DE 1			

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

significa sin embargo, usar la tierra electrónica del SUPERPAT como referencia de los circuitos externos. Si se quiere usar la fuente interna, deben colocarse los puentes JP1 y JP2 en las posiciones indicadas en el diagrama de la fig. 8 (hoja 2 de 2).

Las resistencias R1-R8 se calcularon de 1K (figura 8 hoja 2 de 2) con el objeto de limitar a 12 mA la corriente que circula por el diodo a la entrada de los optoacopladores, consiguiendo no sobrepasar el valor máximo dado por el fabricante (en el apéndice C se encuentran las características del optoacoplador 4N26).

Las resistencias R9-R16 son de 10K, llamadas de "PULL-UP", y se emplean para asegurar un nivel de un uno lógico en cada uno de los 8 bits del puerto B del 8255, configurados como entradas, cuando los transistores de salida de los optoacopladores 4N26 se encuentra en estado de corte.

Todas las salidas de los triacs se conectan a su carga a través del conector (J3) al frente de la tarjeta, mediante 10 contactos, de los cuales, dos se unen con el neutro y los otros ocho se acoplan a las cargas de 115V ac. En el caso concreto del TSPI, estas cargas son ocho focos de neón, que se ubican al frente del panel.

Las 8 entradas del módulo se encuentran acopladas al OMNIBUS en el conector de tipo peine. Así, es en este conector donde se deben soldar los cables que van a los cuatro botones arrancadores y a los cuatro interruptores de palanca en el TSPI.

La transferencia de información entre el SUPERPAT y el módulo manejador de triacs se realiza mediante el conector J2 que une las líneas del puerto A y B del circuito 8255 con los

correspondientes acoplamientos del módulo. Dado que el 8255 tiene hasta 24 líneas disponibles y el módulo manejador de triacs usa solo 16, se tienen aún 8 líneas más para otros usos. En el CUI se usa una de estas líneas para el manejo del indicador analógico, objeto de otro capítulo.

4.2 Características de los componentes más importantes del módulo

4.2.1 Triac

El triac es fundamentalmente una combinación paralelo inverso de dos terminales de un semiconductor de capas que incluye una terminal de compuerta para controlar las condiciones de encendido del dispositivo bilateral en cualquier dirección. En otras palabras, para cualquier dirección la corriente de compuerta puede controlar la acción del dispositivo. La posibilidad de conducción en cualquier dirección puede ser utilizada en su ventaja más plena en aplicaciones de ac.

El símbolo gráfico para el dispositivo se observa en la hoja 1 de 2 de la figura 8.

Para cada una de las direcciones posibles de conducción hay una combinación de las capas de semiconductor cuyo estado será controlado por la señal aplicada a la terminal de compuerta.

En el apéndice C se encuentran las características del triac TIC226D.

4.2.2 Optotriac

Un optotriac del tipo MOC3011 es un manejador de triacs, que consta de un LED infrarrojo de arseniuro de galio GaAs que activa

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

un detector de silicio que fue especialmente diseñado para manejar triacs controlando cargas conectadas a la línea de 115V ac. El circuito detector es un dispositivo complejo que funciona casi de la misma forma que un triac pequeño, generando las señales necesarias para manejar la compuerta del triac mayor. El optotriac permite que una señal de bajo voltaje maneje una carga de alto voltaje por medio de pocos componentes y al mismo tiempo proporciona un aislamiento completo del circuito manejador y la línea de alto voltaje.

Este dispositivo puede soportar hasta 7.5 kV entre su salida y su entrada.

El LED de GaAs conectado en directa tiene una caída nominal de 1.3V a 10 mA y un voltaje de ruptura en inversa mayor a 3V. La corriente máxima que puede pasar a través del LED es de 50 mA.

El detector tiene un voltaje mínimo de bloqueo de 250V ac en cualquier dirección estando desactivado. En estado activo, el detector permitirá el paso de 100 mA en cualquier dirección con menos de 3V de caída a través del dispositivo. Una vez que se encuentra en un estado de conducción, el detector permanecerá así hasta que la corriente sea menor a 100 μ A, en tal caso el detector se desactivará. El LED provocará que el detector se active cuando pasen a través de él 10 mA o más.

4.2.3 Uso del MOC3011 como manejador de triacs

En el circuito manejador de triacs mostrado en la hoja 1 de 2 de la figura 8 la máxima corriente en el MOC3011 establece el valor mínimo de las resistencias R1-R8 a través de la ecuación:

$$R(\min) = V_{in(pk)}/1.2A$$

Si se opera con una línea de voltaje de 115V ac, $V_{in(pk)}=180V$, entonces:

$$R(\min) = V_{in(pk)}/1.2A = 150 \Omega$$

En la práctica esto da como resultado una resistencia de 150 a 180 ohms. Si el triac tiene una corriente de disparo de compuerta de $I_{CTM} = 100 \text{ mA}$ y un voltaje de pico de disparo de compuerta de $V_{CTM} = 2.5V$, entonces el voltaje V_{in} necesario para disparar el triac se establecerá con la ecuación:

$$V_{inT} = R \cdot I_{CTM} + V_{CTM} + V_{TM}$$

$$V_{inT} = 180 \Omega \cdot 100 \text{ mA} + 2.5V + 2.1V = 22.6V$$

4.2.3.1 Manejo de cargas resistivas

Quando se manejan cargas resistivas se puede utilizar el circuito de la hoja 1 de 2 de la figura 8. Las dos clases principales de cargas resistivas son las lámparas incandescentes y los elementos térmicos resistivos, los cuales utilizan la línea de 115V ac. La principal restricción es que se debe elegir adecuadamente el triac que pueda soportar las cargas de entrada. Al utilizar lámparas incandescentes, algunas veces se puede detectar una corriente de pico conocida como "flashover" (brinco de corriente), la cual puede ser muy alta, por lo que el triac debe estar protegido con un fusible o debe soportar esta corriente.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

4.2.3.2 Transitorios en la línea-dv/dt. estática

En ciertas ocasiones, los cambios momentáneos en el voltaje de ac pueden exceder la variación crítica de tensión (dv/dt) estática del MOC3011. En tal caso, es posible que se disparen tanto el MOC3011 como su triac asociado. Por lo general, esta situación no representa un problema, excepto en medios extremadamente ruidosos, debido a que ambos dispositivos se desactivarán en el siguiente cruce por cero de la señal de voltaje de la línea y la mayoría de las cargas no se ven afectadas.

4.2.3.3 Cargas Inductivas-dv/dt conmutante

Las cargas inductivas (motores, solenoides, magnetos, etcétera) representan un problema tanto para los triacs como para el MOC3011 debido a que la corriente y el voltaje no están en fase. Ya que el triac se desactiva con una corriente de cero, se puede intentar desactivar cuando la corriente es cero pero el voltaje es muy alto; esto representa para el triac un incremento repentino en el voltaje aplicado, por lo que se activa si el incremento excede la dv/dt conmutante del triac o la dv/dt estática del MOC3011.

4.2.3.4 Redes protectoras

La solución a dicho problema es el uso de redes de protección que reducen la tasa de incremento del voltaje detectada por el dispositivo. En ocasiones se necesitarán dos protectores, uno para el triac y otro para el MOC3011. El uso de un protector para el triac depende del tipo de triac y de la carga utilizados. En diversas aplicaciones el protector usado para el MOC3011 también dará protección al triac. A fin de diseñar un protector adecuado,

se debe conocer el factor de potencia de la carga reactiva, que se define como el coseno del cambio de fase ocasionado por la carga. Desafortunadamente este factor no siempre se conoce, lo que de alguna manera hace que el diseño de redes de protección sea algo empírico. Sin embargo se puede definir un método basándose en el factor de potencia típico. Este dato se toma como primer paso y después se modificará por medio de experimentos.

Tomando en cuenta que se va a manejar una carga inductiva con un factor de potencia de $PF = 0.1$. El triac tratará de activarse cuando el voltaje aplicado esté dado por la ecuación:

$$V_{to} = V_{pk} \sin \phi \cong V_{pk} \cong 180V$$

Primero se debe elegir R_1 (en la figura 4a que se observa a continuación) para limitar la corriente de pico de descarga del capacitor que pasa a través del MOC3011. Esta resistencia se calcula con:

$$R_1 = V_{pk}/I_{max} = 180/1.2A = 150 \Omega$$

Se puede utilizar un valor estándar de 180Ω .

Es necesario establecer la constante de tiempo para $\tau = R_2C$. Tomando en cuenta que el triac se desactiva rápidamente, la variación crítica de tensión de bloqueo del MOC3011 será dada por:

$$dv/dt = V_{to}/\tau = V_{to}/R_2C$$

Si establecemos esta equivalencia para el peor caso de dv/dt (estática) para el MOC3011 y resolvemos para R_2C tenemos que:

$$dv/dt(T_J = 70^\circ C) = 0.8 V/\mu s = 8 \cdot 10^5$$

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

$$R2C = V_{to}/(dv/dt) = 180/(8 \cdot 10^5) \approx 230 \cdot 10^{-8}$$

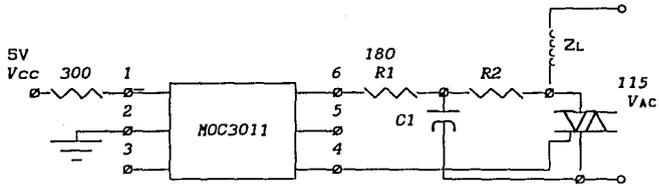


Figura 4a. Utilización de una carga inductiva.

4.2.3.5 Tiempo de vida del LED

Todos los diodos emisores de luz decrecientan lentamente su brillantez durante su vida útil, efecto que se acelera con el uso de altas temperaturas y altas corrientes a través del LED. Para poder permitir un margen de seguridad y lograr una mayor vida, se están realizando pruebas con el MOC3011 para que se active con un valor menor al especificado (corriente inicial de entrada de 10mA). Por lo tanto, el diseñador puede realizar un circuito de entrada para proporcionar aproximadamente 10mA al LED y estar seguro de que tendrá un funcionamiento satisfactorio durante un largo periodo de vida. Por otra parte, se debe tener cuidado de que la corriente máxima de entrada no sea mayor a la permitida (50mA) puesto que en tal caso se puede reducir el periodo de vida del LED.

4.3 Interfase periférica programable (PPI 8255).

El 8255 diseñado por Intel es un dispositivo programable de E/S (Entrada/Salida) para ser usado con microprocesadores de Intel. Tiene 24 terminales de E/S las cuales se pueden programar individualmente en dos grupos de 12 por medio de tres modos de operación. En el primer modo, que es el único utilizado en este sistema, cada grupo de 12 terminales de E/S se puede programar en grupos de 4 para entrada o salida. En el segundo modo cada grupo de 12 se puede programar para tener 8 líneas de E/S; de las 4 terminales restantes, 3 se utilizan como señales de protocolo y de control de interrupciones. El tercer modo de operación utiliza 8 líneas para un bus bidireccional y 5 líneas, empleando una del otro grupo de 12, como señales de protocolo.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

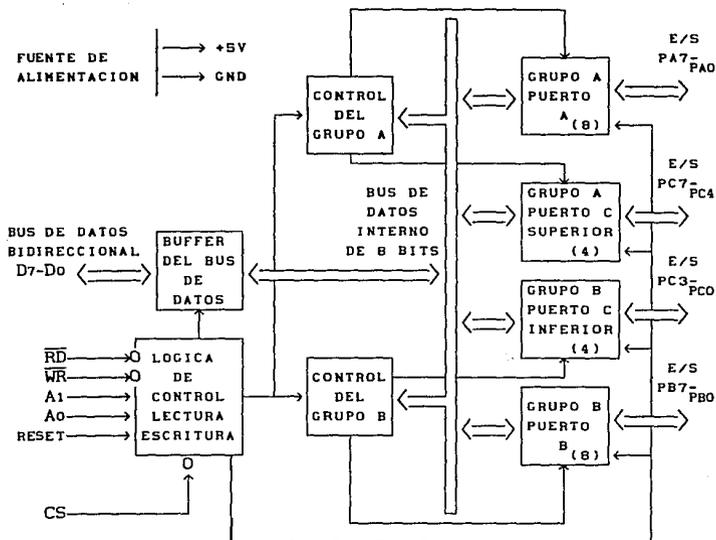


Figura 4b. Diagrama de Bloques del 8255.

4.3.1 Descripción funcional

La configuración funcional del 8255 se programa por medio del software del sistema lograr la interfase con las estructuras o dispositivos periféricos. A continuación se describen las características de cada uno de los bloques de la figura 4b los cuales forman el dispositivo.

Memoria intermedia (buffer) del bus de datos

Este buffer bidireccional de 3 estados y 8 bits se utiliza como interfase entre el 8255 y el bus de datos del sistema. Los datos se transmiten y se reciben por medio del buffer al ejecutar las instrucciones de entrada o salida enviadas por la CPU. Las palabras de control y la información del estado también se transmiten a través del buffer del bus de datos.

Lógica de control y Lectura/Escritura

La función de este bloque es manejar tanto transferencia interna como externa de datos y de las palabras de control y de estado. Acepta las entradas de las direcciones de la CPU y de los buses de control y emite las instrucciones a los grupos de control A y B los cuales se tratarán mas adelante.

La habilitación del control se logra mediante las siguientes señales:

(\overline{CS})

Selección de circuito. Un nivel bajo en esta terminal de entrada permite la comunicación entre el 8255 y la CPU.

(\overline{RD})

Lectura. Un nivel bajo en esta terminal de entrada permite que el 8255 envíe los datos y la información del estado a la CPU en el bus de datos. En esencia, permite que la CPU "lea" del 8255.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

(\overline{WR})

Escritura. Un nivel bajo en esta terminal de entrada permite que la CPU escriba datos o palabras de control en el 8255.

(A_0 y A_1)

Selección de puerto A y selección de puerto B. Estas señales de entrada, en combinación con las entradas \overline{RD} y \overline{WR} , controlan la selección de los tres puertos y de los registros de palabras de control. Generalmente están conectadas a los bits menos significativos del bus de direcciones (A_0 y A_1 en la figura 6).

4.3.2 Operación Básica

A_1	A_0	\overline{RD}	\overline{WR}	\overline{CS}	OPERACION DE ENTRADA (LECTURA)
0	0	0	1	0	PUERTO A \rightarrow BUS DE DATOS
0	1	0	1	0	PUERTO B \rightarrow BUS DE DATOS
1	0	0	1	0	PUERTO C \rightarrow BUS DE DATOS
					OPERACION DE SALIDA (ESCRITURA)
0	0	1	0	0	BUS DE DATOS \rightarrow PUERTO A
0	1	1	0	0	BUS DE DATOS \rightarrow PUERTO B
1	0	1	0	0	BUS DE DATOS \rightarrow PUERTO C
1	1	1	0	0	BUS DE DATOS \rightarrow CONTROL
					FUNCION DE INHABILITACION
X	X	X	X	1	BUS DE DATOS \rightarrow 3 ^{er} ESTADO
1	1	0	1	0	CONDICION ILEGAL
X	X	1	1	0	BUS DE DATOS \rightarrow 3 ^{er} ESTADO

(RESET)

Restablecedor. Un nivel alto en esta entrada limpia el registro de control y todos los puertos se configuran como entradas (A, B, C).

Señales de control de los Grupos A y B

La configuración funcional de cada puerto se programa por medio de software del sistema. Así, la CPU envía una palabra de control al 8255, la cual contiene información del modo de operación y el nivel alto o bajo de los bits. Con esto se inicializa la configuración funcional del 8255.

Cada bloque de control (Grupo A y Grupo B) acepta "instrucciones" de la lógica de control lectura/escritura, recibe "palabras de control" del bus de datos interno y genera las instrucciones adecuadas a sus puertos asociados.

Grupo de Control A - Puerto A y Puerto C superior (C7-C4)

Grupo de Control B - Puerto B y Puerto C inferior (C3-C0)

En el registro de palabras de control solamente se puede escribir, no se permite ninguna operación de lectura.

Puertos A, B y C

El 8255 contiene 3 puertos de 8 bits (A, B y C). Todos se pueden configurar con una gran variedad de características funcionales por medio del software del sistema; sin embargo, cada uno tiene su propia "personalidad" para aumentar la potencia y flexibilidad del 8255.

Puerto A. Consta de un latch/buffer de salida de datos de 8 bits y un latch de entrada de datos de 8 bits.

Puerto B. Consta de un latch/buffer de entrada-salida de datos de 8 bits y un buffer de entrada de datos de 8 bits.

Puerto C. Consta de un latch/buffer de salida de datos de 8 bits y un buffer de entrada de datos de 8 bits (no existe latch para la entrada). Este puerto se puede dividir en dos puertos de 4 bits por medio del control de modo. Cada puerto de 4 bits contiene un

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

latch de 4 bits y se puede utilizar para las salidas de señales de control y las entradas de señales de estado en combinación con los puertos A y B.

4.3.3 Descripción operacional

Selección de modo

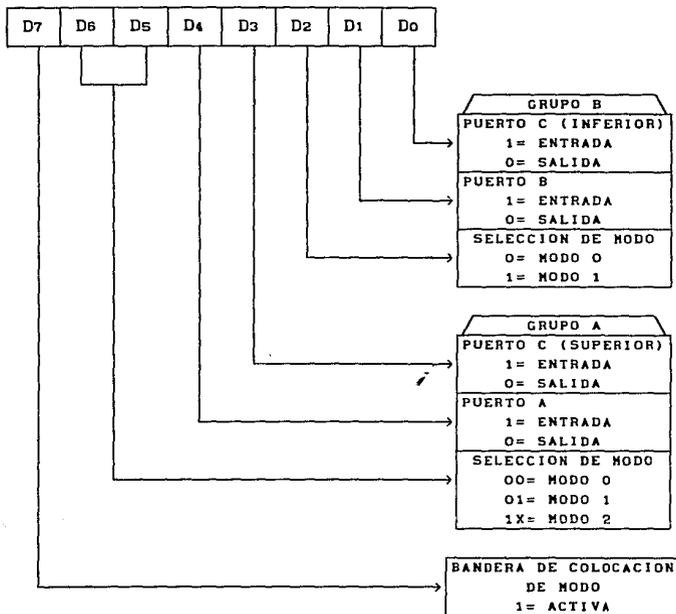
Existen tres modos básicos de operación que se pueden seleccionar por medio de software del sistema:

- Modo 0 - Modo básico de Entrada/Salida
- Modo 1 - Modo de sincronización de Entrada/Salida
- Modo 2 - Bus bidireccional

Cuando existe un nivel alto en la entrada de la señal de restablecimiento (reset) todos los puertos se configuran en modo de entrada (i.e. las 24 líneas estarán en estado de alta impedancia). Después de que el restablecedor se desactiva el 8255 puede permanecer en el modo de entrada sin necesidad de una inicialización adicional. Durante la ejecución del programa del sistema, cualquier otro modo se puede seleccionar por medio de una sola instrucción de salida. Esto permite que un solo 8255 haga funcionar una gran variedad de dispositivos periféricos con una simple rutina de apoyo de software.

Los modos para el Puerto A y el Puerto B se pueden definir en forma separada mientras que el Puerto C se divide en dos porciones y necesita las definiciones de los puertos A y B. Todos los registros de salida se restablecerán cada vez que se cambie el modo. Los modos se pueden combinar de forma que su definición funcional se pueda adaptar a cualquier estructura de E/S.

Palabra de control



Característica de encendido/apagado de un solo bit

La información en los 8 bits del Puerto C se puede fijar utilizando una sola instrucción de salida (OUT). Esta característica reduce los requerimientos de software en aplicaciones de control.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Cuando el Puerto C se utiliza como control de estado para los Puertos A o B, estos bits se pueden fijar utilizando el Bit Set/Reset, como si fueran puertos de salidas de datos.

4.3.4 Modo de operación

Modo 0 (Modo básico de Entrada/Salida)

Esta configuración funcional proporciona simples operaciones de entrada y salida para cada uno de los tres puertos. No se necesita manejo de protocolo, los datos solamente se reciben o envían de un puerto específico.

Definiciones funcionales básicas del Modo 0:

- Dos puertos de 8 bits y dos puertos de 4 bits
- Cualquier puerto puede ser entrada o salida
- Las salidas son retenidas
- Las entradas no son retenidas
- 16 configuraciones diferentes de Entrada/Salida

Definición de puertos en modo 0.

A		B		GRUPO A			GRUPO B	
D4	D3	D1	D0	PUERTO A	PUERTO C SUPERIOR	#	PUERTO B	PUERTO C INFERIOR
0	0	0	0	SALIDA	SALIDA	0	SALIDA	SALIDA
0	0	0	1	SALIDA	SALIDA	1	SALIDA	ENTRADA
0	0	1	0	SALIDA	SALIDA	2	ENTRADA	SALIDA
0	0	1	1	SALIDA	SALIDA	3	ENTRADA	ENTRADA
0	1	0	0	SALIDA	ENTRADA	4	SALIDA	SALIDA
0	1	0	1	SALIDA	ENTRADA	5	SALIDA	ENTRADA
0	1	1	0	SALIDA	ENTRADA	6	ENTRADA	SALIDA
0	1	1	1	SALIDA	ENTRADA	7	ENTRADA	ENTRADA
1	0	0	0	ENTRADA	SALIDA	8	SALIDA	SALIDA
1	0	0	1	ENTRADA	SALIDA	9	SALIDA	ENTRADA
1	0	1	0	ENTRADA	SALIDA	10	ENTRADA	SALIDA
1	0	1	1	ENTRADA	SALIDA	11	ENTRADA	ENTRADA
1	1	0	0	ENTRADA	ENTRADA	12	SALIDA	SALIDA
1	1	0	1	ENTRADA	ENTRADA	13	SALIDA	ENTRADA
1	1	1	0	ENTRADA	ENTRADA	14	ENTRADA	SALIDA
1	1	1	1	ENTRADA	ENTRADA	15	ENTRADA	ENTRADA

En el caso del TSPI se utiliza el puerto A ó puerto 0 (cero) como salida, el puerto B (puerto 1) como entrada y el puerto C (puerto 2) como salida; para lograr esto, se selecciona el registro de palabras de control (A1=1, A0=1) escribiendo en él un 10000010 en binario, es decir, se escribe en la dirección 3 mediante la instrucción OUT ó MPUT, un 82H (MPUT 3,82H).

CAPITULO V

DESPLIEGUE DIGITAL

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

5. MÓDULO DE DESPLIEGUE DIGITAL Y SU ACOPLAMIENTO CON EL CIRCUITO 8256 DEL SUPERPAT

5.1 Descripción del módulo de despliegue

Como ya se mencionó, esta tarjeta consta de 4 módulos de diodos emisores de luz (LEDS) en formato de siete segmentos, por tanto pueden desplegarse cuatro dígitos, cada uno tomando un valor entre cero y nueve. Este despliegue permite mostrar al operador del sistema el valor de las variables de la planta a controlar: la temperatura en un horno de fundición en la industria del acero por ejemplo.

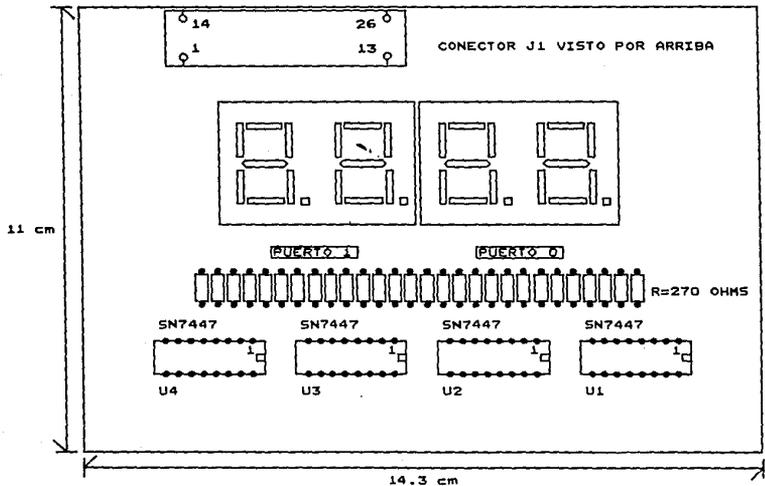
La tarjeta de despliegue digital está formada por los siguientes componentes:

Dos módulos para despliegue digital con dos dígitos cada uno de tipo ánodo común, 28 resistencias de 270 Ω , cuatro circuitos decodificadores de 7 segmentos tipo SN7447 (U1-U4) y un conector para cable plano de 26 vías (J1).

En la figura 10 se muestra el diagrama electrónico del módulo y en la figura 11 el diagrama de distribución de componentes.

En las figuras A7 y A8 del apéndice A se presenta el diseño del circuito impreso tanto de la capa de componentes como de la capa de soldadura. Ambos realizados con ayuda de la computadora.

El módulo opera de la siguiente forma: las 16 señales, y su referencia, que llevan los códigos BCD a cada módulo de siete segmentos se conectan al circuito 8256 del SUPERPAT, a través de cable plano de 26 vías (conector J1). De esta forma se tienen 4 dígitos con 4 líneas de salida cada uno. Estas 4 líneas se



MODULO PARA DESPLIEGUE BCD			
DISTRIBUCION DE COMPONENTES			
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAH	Tamaño A	No. 11	REV -1.0
Prov. 8132 Fecha: 17/MARZO/1988 Hoja 1 de 1			

comunican con un decodificador BCD de siete segmentos (circuito SN7447) el cual es el encargado de activar los segmentos correspondientes al dígito seleccionado. Así se tienen en total cuatro circuitos SN7447, uno por dígito.

La corriente que pasa por cada segmento activado se encuentra limitada por una resistencia de 270Ω en serie con cada segmento. Por tanto, la corriente por segmento es de aproximadamente 15 mA. En total, un despliegue mostrando el número 8888 consume 400 mA aproximadamente.

El módulo se fija al panel frontal del CUI con 4 tornillos con sus correspondientes separadores.

5.2 Características del MUART 8256

5.2.1 Introducción

El MUART 8256 de INTEL es un Transmisor/Receptor Asíncrono Universal de Multifunciones diseñado para emplearse en comunicación asíncrona serial brindando soporte de hardware para el puerto paralelo de entrada/salida. Esta característica lo hace útil para el manejo de temporizadores, control de interrupciones y contadores de eventos.

Las cuatro funciones periféricas del MUART son:

- 1) Transmisor/Receptor Asíncrono Serial de doble buffer funcionando en modo "full duplex" con circuito generador "baud rate".
- 2) Dos puertos paralelos E/S de 8 bits.
- 3) Cinco temporizadores/contadores de 8 bits.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- 4) Controlador de interrupciones con 8 niveles de prioridad.

5.2.2 Descripción

El MUART se puede particionar lógicamente en 7 secciones: la interfase del bus del microprocesador, registros de estado y de comandos, circuito de reloj, comunicación serial asíncrona, puertos paralelos de E/S, temporizadores/contadores de eventos y controlador de interrupciones. El diagrama de bloques del 8256 se observa en la figura 5a:

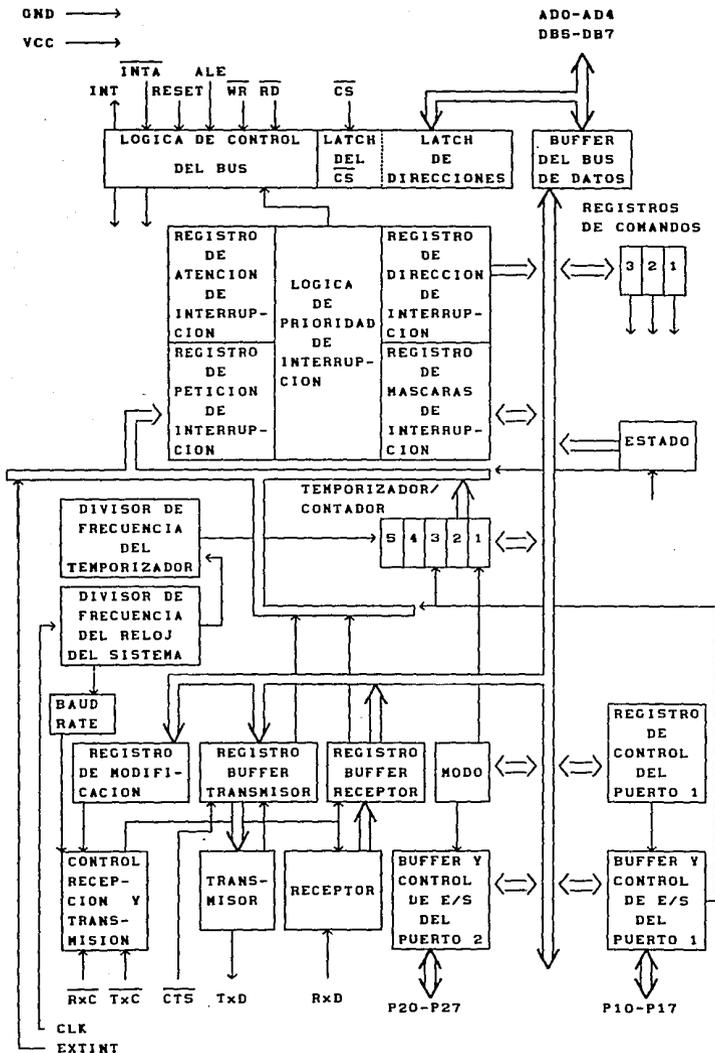


Figura 5a. Diagrama de bloques del UART 8256.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Bus de direcciones y datos (AD0-AD4, DB5-DB7)

El MUART contiene 16 registros de lectura/escritura direccionables en forma directa. Cuatro de las ocho líneas de direcciones/datos se utilizan para generar las direcciones. Estas líneas son de tipo tres estados y sirven de interfase entre los 8 bits menos significativos del bus multiplexado de direcciones/datos del microprocesador 8088. En el modo de 16 bits, se utilizan AD1-AD4 para seleccionar el registro adecuado, AD0 se usa como un segundo selector de circuito (\overline{CS}), que es activo bajo.

Habilitación del registro temporal de direcciones (ALE)

Retiene las 5 líneas de dirección en AD0-AD4 y \overline{CS} durante el flanco de bajada.

Control de lectura (\overline{RD})

Cuando esta señal está en nivel bajo, se envía el registro seleccionado al bus de datos.

Control de escritura (\overline{WR})

Cuando esta señal está en nivel bajo, el valor del bus de datos se escribe en el registro seleccionado.

Restablecedor (RESET)

Un pulso activo alto en esta terminal provoca que el circuito regrese a su estado inicial. Dicho circuito permanece en este estado hasta que se escribe información de control.

Selector de circuito (\overline{CS})

Un nivel bajo en esta señal habilita al MUART, la cual es retenida junto con la dirección durante el flanco de bajada de ALE; \overline{RD} y \overline{WR} no tendrán efecto a menos que \overline{CS} se haya mantenido en nivel bajo durante el ciclo de ALE.

Reconocimiento de interrupción (\overline{INTA})

Si el MUART ha sido habilitado para responder a interrupciones, esta señal informa al MUART que su petición de interrupción está siendo reconocida por el microprocesador. Durante este reconocimiento el MUART coloca un vector en el bus de datos.

Petición de interrupción (INT)

Un nivel alto en esta terminal indica al microprocesador que el MUART necesita atención de la interrupción.

Interrupción externa (EXTINT)

Un dispositivo externo puede solicitar la atención de interrupción a través de esta entrada, por lo tanto se debe mantener en alto hasta que se lleve a cabo un reconocimiento de interrupción (\overline{INTA}) o se lea el registro de dirección de interrupción.

Reloj del sistema (CLK)

Es la señal de reloj de referencia para el generador de "baud rate" y para los temporizadores.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Reloj de recepción (RxC)

Si los bits de configuración del "baud rate" en el registro de comando 2 están en cero, esta terminal es una entrada que sincroniza los datos seriales en la terminal RxD en el flanco de subida de RxC. Si los bits de configuración del "baud rate" en el registro de comando 2 son programados desde 1-0FH, la terminal RxC da como salida una onda cuadrada cuyos flancos de subida indican si se están recibiendo datos en RxD. Esta salida permanece en nivel alto durante los bits de paridad, inicio y paro.

Recepción de datos (RxD)

Esta terminal es la entrada de datos en serie.

Borrar para enviar ($\overline{\text{CTS}}$)

Esta entrada habilita el transmisor serial. Mientras que el $\overline{\text{CTS}}$ se encuentre en nivel bajo, cualquier caracter que se cargue en el registro buffer transmisor se transmitirá en forma serial. Un solo pulso negativo causa la transmisión de un solo caracter previamente cargado en el registro buffer transmisor. Si se selecciona un "baud rate" configurando los bits con un valor desde 1-0FH, el $\overline{\text{CTS}}$ debe estar en nivel bajo por al menos 1/32 de bit o será ignorado. Si el buffer transmisor está vacío, este pulso será ignorado. Si el pulso ocurre durante la transmisión de un caracter, ya enviada la mitad del primer (o único) bit de paro, será ignorado. Si ocurre posteriormente, pero antes del fin de los bits de paro, el siguiente caracter se transmitirá de inmediato siguiendo al actual. Si el $\overline{\text{CTS}}$ está todavía en nivel alto cuando el registro transmisor está enviando el último bit de paro, el

transmisor pasará a su estado de reposo hasta que ocurra en el $\overline{\text{CTS}}$ la siguiente transición de nivel alto a bajo.

Reloj de transmisión (TxCl)

Si los bits de configuración del "baud rate" en el registro de comando 2 están todos colocados en 0, esta entrada sincroniza los datos fuera del transmisor en el flanco de bajada. Si los bits mencionados son programados como 1 o 2, esta entrada permite al usuario proporcionar un reloj de 32x o 64x que se utiliza para el receptor y transmisor. Si los bits son programados con un valor desde 3-0FH, la salida será el reloj transmisor interno. Como salida envía el reloj transmisor a la tasa de bit seleccionada.

Transmisión de datos (TxD)

Esta terminal es la salida de datos en serie.

Puerto Paralelo de E/S

El MJART contiene 16 líneas paralelas de E/S que se dividen en dos puertos de 8 bits. Estos dos puertos paralelos de E/S (Puerto 1 y Puerto 2, incisos a y b posteriores) se pueden utilizar como E/S digital básica, por ejemplo para colocar un bit en estado bajo o alto o para transferir bytes utilizando un protocolo de dos líneas.

a) Puerto 1 - Paralelo de E/S (P10-P17)

Los bits del Puerto 1 se pueden programar como entrada o salida. Todos los bits en el Puerto 1 tienen funciones adicionales además

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

de las de E/S. Como se mencionó anteriormente, cuando se utiliza el modo de protocolo de byte, dos de los bits en el Puerto 1 se utilizan como señales de protocolo; esto da como resultado, que dichos bits no se puedan utilizar para propósitos generales de E/S. Los otros seis bits en el Puerto 1 también tienen funciones adicionales si no se utilizan como E/S.

Los bits en el registro de control del Puerto 1 seleccionan si las terminales de dicho puerto son entradas o salidas. Se seleccionan las terminales del Puerto 1 como terminales de control a través de otros registros de programación que son muy importantes para la señal de control. La configuración de un bit en el Puerto 1 como función de control anula su definición en el registro de control del Puerto 1.

Si las terminales en el Puerto 1 se redefinen como señales de control, la definición de si son entradas o salidas no se altera en el registro de control del Puerto 1. Si las terminales se vuelven a definir como de E/S, asumen el estado que está especificado en el registro de control del Puerto 1.

** NOTA: Si se están utilizando temporizadores/contadores, algunos bits del Puerto 1 no se pueden utilizar como E/S.

El bit 7 se programa por medio del BASIC del SUPERPAT para el uso de interrupciones. Este bit en el registro de comando 1 se debe desactivar antes de utilizarlo como línea de E/S.

b) Puerto 2 - Paralelo de E/S (P20-P27)

Puerto de E/S de propósitos generales con 8 bits. Cuatro bits del Puerto 2 se pueden programar como entradas o salidas, lo cual significa que cada cuatro bits en el nivel superior o inferior

tienen que seleccionarse como entradas o salidas. Para transferencias de byte en el Puerto 1 usando un protocolo de dos líneas, el Puerto 2 puede definirse como entrada o salida del byte mientras que dos bits en el Puerto 1 se usan como señales de protocolo. Las señales de salida son mantenidas mientras que las señales de entrada no lo son. También este puerto se puede utilizar como un puerto de entrada o salida con 8 bits cuando se utiliza un protocolo de dos líneas. En este modo de protocolo tanto las entradas como las salidas son mantenidas.

Tierra (GND)

Suministro de energía y referencia de tierra lógica.

Energía (Vcc)

Fuente de energía de +5V.

5.2.3 Programación

El MUART 8256 es un circuito integrado muy complejo en cuanto a su función y al software que se necesita para modificar su operación. Los registros del 8256 se pueden dividir conceptualmente en 4 categorías funcionales: Grupo de comandos, Grupo de E/S, Grupo de interrupciones y Grupo de temporizadores.

Grupo de comandos: Consta de los registros de Comando 1, Comando 2, Comando 3, Estado y Modificación. Este grupo se utiliza para establecer el protocolo de comunicaciones del puerto serie principal y para cambiar el modo de operación del 8256.

Grupo de E/S: Consta de los registros de Modo, Control del Puerto 1, Puerto 1 y Puerto 2. Este grupo se utiliza para configurar el

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

modo y los puertos 1 y 2 como E/S.

Grupo de interrupciones: Consta de los registros de Interrupción activa, Interrupción desactiva, Dirección de interrupción y Habilitación de interrupción. Si se alteran estos registros se tendrá preferencia sobre las instrucciones de interrupción ONITR y CLEARITR del BASIC del sistema. No se da un ejemplo para el registro de habilitación de interrupción; si se lee este registro se puede observar cuales interrupciones son permitidas y cuales no.

Grupo de temporizadores/contadores: Consta del registro de Modo y de los registros de los Temporizadores del 1 al 5. Cada vez que la cuenta de un temporizador/contador llega a cero, genera y limpia la interrupción adecuada. Por lo tanto, se debe utilizar el registro de interrupción activa para volver a habilitar la interrupción después de haber utilizado el temporizador/contador. Se debe desactivar la interrupción antes de cargar el temporizador/contador con un valor que asegure que no se generarán interrupciones erróneas.

En el apéndice D se presentan algunos ejemplos de la programación de los grupos mencionados.

CAPITULO VI

CONVERTIDOR
FRECUENCIA
A
VOLTAJE

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

6. MODULO DE CONVERSION DE FRECUENCIA A VOLTAJE

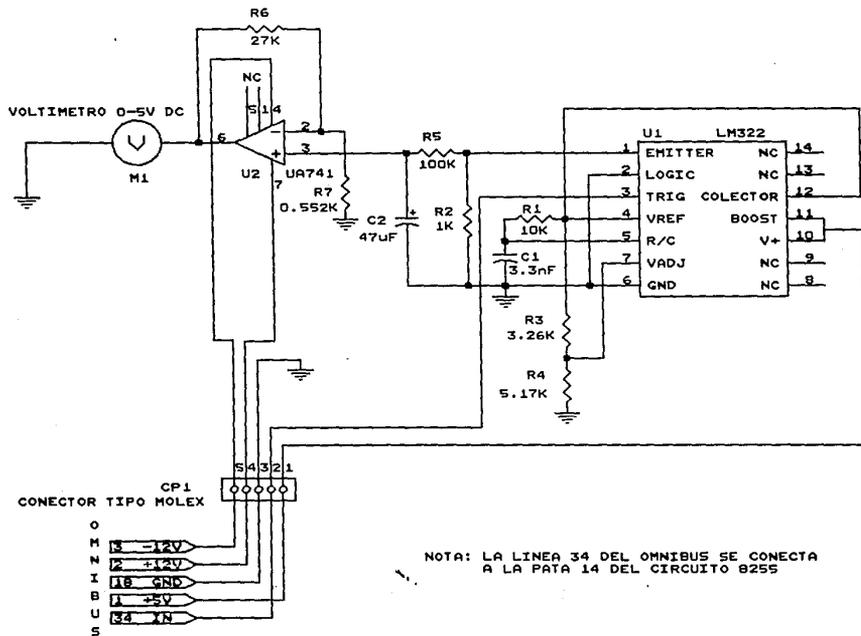
6.1 Descripción del módulo convertidor

En la parte superior derecha del panel frontal, se instaló un voltímetro de 0 a 5V dc, cuya función es la indicación analógica de alguna variable del proceso. Para manejar la aguja indicadora desde el SUPERPAT, se manda una señal de onda cuadrada a través del bit 0 del puerto C del 8255. La frecuencia de esta señal es tomada por el circuito de acoplamiento y convertida a un voltaje proporcional de 1 volt por cada 200 Hz.

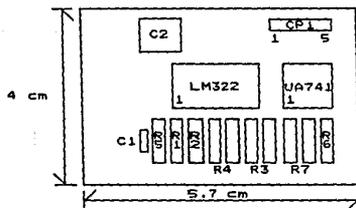
Los componentes que constituyen la interfase del indicador analógico son:

Un temporizador de precisión LM322 (U1), un capacitor de 3.3 nF (C1), un capacitor electrolítico de 47 μ F (C2), resistencias de 10 K Ω (R1), 1 K Ω (R2), 3.26 K Ω (R3) formada por dos resistencias en serie (2.7 K Ω + 560 Ω), 5.17 K Ω (R4) formada por dos resistencias en serie (4.7 K Ω + 470 Ω), 100 K Ω (R5). Estos componentes constituyen la etapa de conversión de frecuencia a voltaje; la etapa de amplificación esta formada por un amplificador operacional UA741 (U2), resistencias de 27 K Ω (R6) y de 552 Ω (R7) formada por dos resistencias en serie (470 Ω + 82 Ω), un voltímetro con escala de 0 a 5 V dc (M1), un conector de tipo MOLEX de cinco contactos (CP1).

El diagrama electrónico y diagrama de disposición de componentes de este circuito se muestran en la figura 12 y 13 respectivamente. Para el desarrollo de este acoplamiento se utilizó un temporizador



CONVERTIDOR DE FRECUENCIA A VOLTAJE			
INSTITUTO DE INGENIERIA	Tamaño	NO.	REV
UNAH	A	12	1.0
Proy. 0132 Fecha: 13 JUNIO/1988 Hoja 1 de 1			



R1 = 10K
 R2 = 1K
 R3 = 2700 + 560 = 3.26K
 R4 = 4700 + 470 = 5.17K
 R5 = 100K
 R6 = 27K
 R7 = 470 + 82 = 552 OHMS
 C1 = 3.3nF
 C2 = 47uF
 CP1 = CONECTOR TIPO MOLEX DE 5 PATAS

CONVERTIDOR DE FRECUENCIA A VOLTAJE DISTRIBUCION DE COMPONENTES			
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAH	Tamaño A	NO. 13	REV 1.0
Proy. 8132 Fecha: 16 JUNIO 1988		Hoja 1 de 1	

de precisión LM322 en una configuración convertidora de frecuencia a voltaje; la conversión es realizada promediando los pulsos de salida por medio de un filtro paso bajas de primer orden formado por R5 y C2. El ancho del pulso se ajustó fijando los valores de R3 y R4. El colector del transistor de salida es conectado a VREF obteniendo pulsos de amplitud constante igual a VREF en el emisor. R5 y C2 filtran los pulsos resultando una salida en dc igual a $(R1)(C1)(VREF)(F)$.

La linealidad será de 0.2% para una salida de 0V a 1V.

A la salida del filtro paso bajas de primer orden se obtendrá un voltaje de 0.1V/1KHz.

Para obtener una salida de 1V por cada 200 Hz se conecta la señal obtenida a la entrada de un amplificador operacional en configuración no inversora cuyo voltaje de salida estará dado por la siguiente expresión:

$$V_o = (1 + R_6/R_7) V_i$$

Así la frecuencia de la señal puede variar entre valores de 0 a 1 KHz para salidas analógicas de 0 a 5 volts respectivamente.

La indicación analógica de la aguja del voltímetro puede representar, por ejemplo, la apertura de una válvula de control; la velocidad angular de un motor, la presión en una tubería ó el nivel de agua en un cárcamo. En el capítulo 7 se proporcionan algunos ejemplos del empleo de este indicador, junto con programas de prueba para manejarlo.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

6.2 Características de los componentes más importantes del módulo.

6.2.1 Descripción general del circuito LM322

El LM322 es un temporizador de precisión que ofrece gran versatilidad y exactitud. Opera con alimentación no regulada de 4.5V dc a 40V dc y mantiene constantes, periodos de tiempo que van desde microsegundos hasta horas. La lógica interna y los circuitos reguladores complementan la función temporizadora básica permitiendo al LM322 operar en diversas aplicaciones con un mínimo de componentes externos.

La salida del temporizador es un transistor flotado con limitación de corriente. Puede manejar cargas hasta de 40V y 50 mA referidas a tierra o a una fuente de alimentación. La naturaleza flotante de esta salida lo hace ideal para la interfase, el manejo de lámparas o relevadores y el acondicionamiento de señal cuando es necesario un emisor o un colector abierto. Se puede programar un circuito de lógica invertida para hacer que el transistor de salida esté encendido o apagado durante el periodo de tiempo.

La entrada de "disparo" al LM322 tiene un voltaje de entrada de 1.6V independiente del voltaje de alimentación pero está protegida de entradas tan altas como $\pm 40V$, aún cuando se esté utilizando una alimentación de 5V. El circuito responde sólo hasta el límite de incremento de la señal del disparo y es inmune a cualquier voltaje de disparo durante tales periodos de tiempo.

Se incluye en el temporizador un regulador interno de 3.15V para rechazar las variaciones en el voltaje de alimentación y para proveer al usuario con una referencia conveniente para otras aplicaciones diferentes al temporizador básico. El regulador puede

manejar las cargas externas superiores a 5 mA. Un divisor interno de 2V entre la referencia y la tierra establece el periodo de tiempo de 1 RC. El periodo de tiempo se puede controlar con el voltaje al manejar el divisor con una fuente externa a través de la terminal V_{ADJ}. Se logran fácilmente proporciones de tiempo de 50:1.

El comparador usado en el LM322 utiliza transistores de entrada de tipo NPN de alta ganancia. La terminal "boost" permite al usuario incrementar la corriente de operación del comparador para periodos de tiempo menores a 1ms. Esto permite al temporizador operar desde 3µs hasta periodos de tiempo de horas.

El LM322 opera con un rango de temperatura que va de 0°C a +70°C.

6.2.1.1 Características

- Inmune a cambios del voltaje de disparo durante un intervalo de tiempo
- Periodos de tiempo desde microsegundos hasta horas
- Lógica inversa interna
- Inmune a cualquier variación en el voltaje de alimentación durante el intervalo de tiempo
- Opera con voltajes de 4.5V a 40V
- Protección de entrada contra voltajes de hasta ±40V
- Transistor flotado de salida con limitación de corriente interna
- Referencia regulada interna
- El intervalo de tiempo puede controlarse por voltaje
- Entrada y salida compatible con TTL

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

6.2.2 Amplificador Operacional en configuración no inversora

En la figura 6a se muestra el circuito de un Amplificador Operacional que trabaja como un multiplicador no inversor con ganancia constante. Para determinar la ganancia de voltaje del circuito se puede utilizar la representación equivalente de tierra virtual de la figura 6b. El voltaje a través de R_1 es V_1 , puesto que $V_1 \cong 0V$. Este debe ser igual al voltaje debido a la salida V_o , a través del divisor de voltaje entre R_1 y R_f de tal manera que:

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_f} V_o$$

y

$$\frac{V_o}{V_1} = \frac{R_1 + R_f}{R_1} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

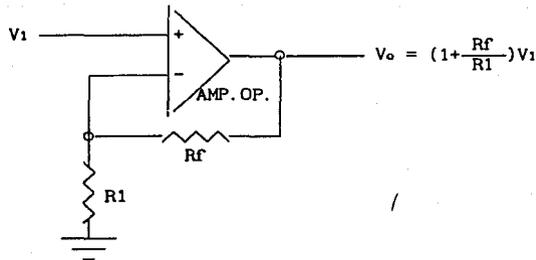


FIGURA 6a. Amplificador Operacional en configuración no inversora.

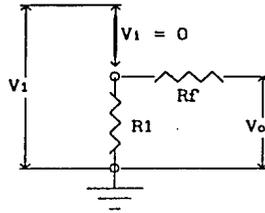


FIGURA 6b. Representación de tierra virtual.

CAPITULO VII

PROGRAMAS DE PRUEBA

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

7. PROGRAMAS DE PRUEBA.

7.1 Listado y documentación de programas de prueba

A continuación se muestran y explican algunos programas de prueba realizados en BASIC del sistema SUPERPAT los cuales se tienen almacenados en un disco flexible y se emplean para comprender mejor el funcionamiento y aplicaciones del CUI. Para usar estos programas se deben transmitir a la memoria RAM del SUPERPAT utilizando una microcomputadora compatible PC y un paquete de comunicaciones, VTERM, PERFECT LINK, CROSSTALK, etc; en el desarrollo de la práctica (punto 7.2) se describe el proceso para realizar dicha transmisión.

PRU1.BAS

```
10 'PROGRAMA DETECTOR DEL ESTADO DE 8 ENTRADAS (4 INTERRUPTORES
DE
20 'PALANCA Y 4 BOTONES ARRANCADORES EN EL TABLERO SIMULADOR DE
PROCESOS
30 'INDUSTRIALES DEL PUERTO PARALELO 8255 DEL SISTEMA SUPERPAT.
40 '
50 MPUT 3,82H
60 CLEARTASK
70 ADDTASK .SENSORES
80 ADDTASK .DESP
90 L=5: GOSUB 510
100 WAITASK
110 GOTO 100
120 '
130 .SENSORES
140 A=INP(1)
150 A$=INKEY$
160 IF A$="F" THEN END
170 IF A=B GOTO 140
180 B=A
190 B$=BIN$(A)
200 WAITASK
210 GOTO .SENSORES
220 '
230 .DESP
240 L=15: GOSUB 510
250 PR: PR," ESTADO DE LAS ENTRADAS ACTUALES ": PR
260 GOSUB 470: PR: PR
270 FOR I=1 TO 4
280 PR,
290 FOR J=1 TO 8
300 C$=MID$(B$,J,1)
310 IF C$="1" GOTO 350
320 IF (I=1) OR (I=4) THEN PR " 0000 ";
330 IF (I=2) OR (I=3) THEN PR " 0 0 ";
340 GOTO 360
350 PR " 11 ";
360 NEXT J
370 PR
380 NEXT I
390 GOSUB 470
400 PR: PR: PR"CAMBIE EL ESTADO DE LOS INTERRUPTORES Y/O DE LOS
BOTONES"
410 PR"EN EL TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES": PR
```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

420 PR"O PULSE LA TECLA 'F' PARA FINALIZAR"

430 L=3: GOSUB 510

440 WAITASK

450 GOTO .DESP

460 '

470

PR: PR"

_____";

480 PR"_____"

490 RETURN

500 '

510 FOR K=1 TO L

520 PR: NEXT K

530 RETURN

Explicación detallada del programa PRU1.BAS.

- 10, 20, 30 y 40 Líneas de comentarios
- 50 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 60 Limpia todas las tareas que se encuentren en la lista de multitareas.
- 70 Declara la tarea SENSORES en la lista de multitareas.
- 60 Declara la tarea DESP en la lista de multitareas.
- 90 Imprime 5 líneas en blanco.
- 100 Ejecuta la tarea SENSORES, si es la primera vez que se ejecuta, entonces lo hará a partir de la línea 130, si no es la primera vez, se ejecutará comenzando por la línea 210.
- 110 Salta a la línea 100.
- 120 Comentario.
- 130 Tarea SENSORES, la cual obtiene la entrada del puerto B del 8255 y sensa el teclado.
- 140 En la variable A almacena el byte leído del puerto A.
- 150 Sensa el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 160 Si el caracter tecleado es F, entonces termina la ejecución del programa.
- 170 Si no es F, comprobar si la entrada actual es igual a la anterior, si es así, entonces lee nuevamente el puerto B.
- 180 Si no son iguales las entradas, entonces a la entrada anterior se asigna la entrada actual.
- 190 Almacena en B\$, en forma de cadena, el equivalente binario del byte leído del puerto B.
- 200 Ejecuta la tarea DESP, si es la primera vez que se ejecuta entonces lo hará a partir de la línea 230, si no es la primera

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- vez, se ejecutará comenzando por la línea 450.
- 210 Regresa al inicio de la tarea SENSORES (línea 130).
- 220 Comentario.
- 230 Tarea DESP, la cual imprime en la pantalla el estado de cada uno de los bits del puerto B.
- 240 Impresión de 15 líneas en blanco en la pantalla.
- 250 Impresión de letrero.
- 260 Llamado a subrutina de impresión de una línea continua.
- 270 Primer ciclo iterativo para formar, en 4 renglones, 8 ceros y/o unos, cuando $I > 4$ finalizará y saltará a la línea 390.
- 280 Salta un renglón e imprime hasta la siguiente zona de impresión en el mismo renglón.
- 290 Segundo ciclo iterativo para imprimir cada parte de los 8 unos y/o ceros, cuando $J > 8$ finalizará y saltará a la línea 370.
- 300 Función para leer por separado cada carácter de la cadena B\$ y almacenarlo en la variable C\$.
- 310 Si el carácter en C\$ es 1, entonces imprime la parte correspondiente para formar un número 1.
- 320 Si no es 1, comprobar si se trata de la parte superior o inferior del número 0, y si es así, entonces se imprimen 4 ceros seguidos.
- 330 Si no es la parte superior o inferior, entonces se trata de la parte intermedia y se imprimirá un cero, dos espacios y otro cero.
- 340 Salta a la línea 360.
- 350 Impresión para formar el número 1.
- 360 Incrementa la variable del segundo ciclo iterativo y salta a la línea 290.
- 370 Impresión de línea en blanco.
- 380 Incrementa la variable del primer ciclo iterativo y salta a la línea 270.

- 390 Llamado a subrutina de impresión de una línea continua.
- 400, 410, 420 Impresión de letrero.
- 430 Imprime 3 líneas en blanco.
- 440 Regresa al programa principal y ejecuta a partir de la línea 110.
- 450 Regresa al inicio de la tarea DESP (línea 230).
- 460 Comentario.
- 470, 480, 490 Subrutina de impresión de una línea continua.
- 500 Comentario.
- 510, 520, 530 Subrutina para imprimir renglones en blanco.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

PRU2.BAS

```
10 ' PROGRAMA PARA LA COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DE
    LAS
20 ' 8 ENTRADAS (4 INTERRUPTORES DE PALANCA Y 4 BOTONES
    ARRANCADORES DEL
30 ' TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES "TSPI") Y DE LAS
    8 SALIDAS
40 ' (8 LAMPARAS DE NEON EN EL "TSPI") LAS CUALES DEPENDEN DE LAS
    ENTRADAS.
50 '
60 MPUT 3,82H
70 RESET 0,OFFH
80 FOR I=1 TO 22
90 PR: NEXT I
100 DO
110 A=INP(1)
120 IF A=B GOTO 200
130 B=A
140 B$=BIN$(A)
150 MPUT 0,A
160 PR: PR "ESTADO DE LAS ENTRADAS ACTUALES = " B$
170 PR, " / _____ ": PR
180 PR"CAMBIE EL ESTADO DE LOS INTERRUPTORES Y/O BOTONES EN EL
    TSPI"
190 PR"O PRESIONE 'F' PARA FINALIZAR"
200 C$=INKEY$
210 UNTIL C$="F"
220 MPUT 0,0
230 END
```

Explicación detallada del programa PRU2.BAS.

- 10, 20, 30, 40, 50 Comentarios.
- 60 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 70 Coloca en cero lógico los 8 bits del puerto A.
- 80, 90 Impresión de 22 líneas en blanco.
- 100 Ciclo iterativo.
- 110 Almacena en la variable A el byte leído del puerto B.
- 120 Si la entrada actual es igual a la anterior, entonces salta a la línea 200.
- 130 Si no son iguales las entradas, entonces a la entrada anterior se asigna la entrada actual.
- 140 Almacena en B\$, en forma de cadena, el equivalente binario del byte leído del puerto B.
- 150 Escribe en el puerto A el estado de las entradas leídas.
- 160 Impresión del estado de cada uno de los 8 bits leídos del puerto B.
- 170, 180, 190 Impresión de letrero.
- 200 Sensa el teclado almacenando en C\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 210 El ciclo iterativo terminará cuando el caracter tecleado sea F, si el caracter pulsado no es F o si no se pulsa ninguna tecla, se continuará ejecutando la línea 100.
- 220 Coloca en cero las 8 salidas del puerto A.
- 230 Fin del programa.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

PRU3.BAS

```
10 ' PROGRAMA PARA COMPROBAR EL FUNCIONAMIENTO ADECUADO DEL
    INDICADOR
20 ' ANALOGICO (VOLTIMETRO 0-5V) DEL TABLERO SIMULADOR DE
    PROCESOS
30 ' INDUSTRIALES "TSPI".
40 '
50 MPUT 3,82H
60 REPT=0: B=0
70 ADDTASK .SETBIT
80 ADDTASK .DETECTA
90 FOR I=1 TO 21
100 PR: NEXT I
110 GOSUB 400
120 WAITASK
130 GOTO 120
140 '
150 .DETECTA
160 IF A=B GOTO 240
170 IF A$="0" THEN REPT=0
180 IF A$="1" THEN REPT=2
190 IF A$="2" THEN REPT=5
200 IF A$="3" THEN REPT=14
210 IF A$="4" THEN REPT=250
220 A=B
230 GOSUB 400
240 WAITASK
250 GOTO .DETECTA
260 '
270 .SETBIT
280 DO
290 FOR I=1 TO REPT
300 SBIT 2,0
310 RBIT 2,0
320 NEXT I
330 A$=INKEY$
340 IF A$="F" THEN CLEARTASK: END
350 B=VAL(A$)
360 UNTIL ((B>0) AND (B<=4)) OR (A$="0")
370 WAITASK
380 GOTO .SETBIT
390 '
400 PR"LA SALIDA DEBE SER APROXIMADAMENTE DE " B "Volts"
410 PR: PRINT "SELECCIONE LA SALIDA DEL INDICADOR ANALOGICO (0 -
    4)"
```

```
420 PRINT "O PULSE ' F ' PARA FINALIZAR": PR  
430 RETURN
```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Explicación detallada del programa PRU3.BAS.

- 10, 20, 30, 40 Comentarios.
- 50 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 60 Inicializa variables.
- 70 Declara la tarea SETBIT en la lista de multitareas.
- 80 Declara la tarea DETECTA en la lista de multitareas.
- 90, 100 Imprime 21 líneas en blanco.
- 110 Llamado a subrutina de impresión de mensaje.
- 120 Ejecuta la tarea SETBIT, si es la primera vez, entonces se ejecutará a partir de la línea 270, si no es la primera vez, se ejecutará a partir de la línea 380.
- 130 Salta a ejecutar a partir de la línea 120.
- 140 Comentario.
- 150 Tarea DETECTA, la cual determina si la tecla pulsada es 0,1,2,3 ó 4 y si se imprime o no un mensaje.
- 160 Si la entrada anterior es igual a la actual, entonces salta a la línea 240.
- 170, 180, 190, 200, 210 Si no son iguales las entradas, comprobar si la tecla pulsada es 0,1,2,3 ó 4, si es así, entonces se asigna un valor a la variable REPT que es el número de veces que se repetirá un ciclo iterativo que se verá posteriormente.
- 220 Si la tecla pulsada no está en el conjunto de 0-4, entonces a la entrada anterior se asigna la entrada actual.
- 230 Llamado a subrutina de impresión de mensaje.
- 240 Regresa al programa principal y ejecuta a partir de la línea 130.
- 250 Regresa al inicio de la tarea DETECTA (línea 150).
- 260 Comentario.

- 270 Tarea SETBIT, la cual manda pulsos al bit 0 del puerto C a una frecuencia determinada, para que al entrar esta señal a un convertidor de frecuencia a voltaje se obtenga un voltaje el cual variará de 0 a 4 volts. Además esta tarea se encarga de sensar el teclado.
- 280 Primer ciclo iterativo.
- 290 Segundo ciclo iterativo, cuando I>REPT finalizará y saltará a la línea 330.
- 300 Coloca en nivel de 1 lógico al bit 0 del puerto C.
- 310 Coloca en nivel de 0 lógico al bit 0 del puerto C.
- 320 Incrementa variable del segundo ciclo iterativo y regresa a la línea 290.
- 330 Sensa el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 340 Si la tecla pulsada fue F, entonces limpia las tareas de la lista de multitareas y termina la ejecución del programa.
- 350 Si no es una F, entonces almacena en la variable B el valor numérico del caracter contenido en A\$.
- 360 El primer ciclo iterativo terminará cuando la tecla pulsada se encuentre en el conjunto de números del 0 al 4, si no se pulsa una tecla o si la tecla pulsada no está en el conjunto mencionado se continuará ejecutando la línea 280.
- 370 Ejecuta la tarea DETECTA, si es la primera vez, entonces se ejecutará a partir de la línea 150, si no es la primera vez, se ejecutará a partir de la línea 250.
- 380 Regresa al inicio de la tarea SETBIT (línea 270).
- 390 Comentario.
- 400, 410, 420, 430 Subrutina de impresión de mensaje.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

PRU4.BAS

```
10 ' PROGRAMA DE COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL DESPLIEGUE
    BCD DE
20 ' 4 DIGITOS DEL TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES.
30 '
40 MPUT 0C000H,2
50 MPUT 0C006H,3
60 MPUT 0C008H,OFFH
70 ADDTASK .TASK1
80 GOSUB 250
90 L=22: GOSUB 280
100 INI=1
110 PRINT,"DESPLEGANDO NUMEROS ALEATORIOS EN EL MODULO DE
    DESPLIEGUE"
120 PRINT,"DEL TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES."
130 PR:PR: PRINT,"PARA FINALIZAR EL PROGRAMA PRESIONE LA TECLA ' F
    '"
140 L=9: GOSUB 280
150 NUM=RND(INI)
160 NUM1=NUM/1000000
170 NUM2=NUM/10000
180 DESP1=BCD(NUM2)
190 DESP2=BCD(NUM1)
200 MPUT 0C010H,DESP1
210 MPUT 0C012H,DESP2
220 WT
230 GOTO 150
240 '
250 MPUT 0C012H,OFFH: MPUT 0C010H,OFFH
260 RETURN
270 '
280 FOR I=1 TO L
290 PR: NEXT I
300 RETURN
310 '
320 .TASK1
330 FOR I=1 TO 350
340 A$=INKEY$
350 IF A$="F" THEN EXIT: GOSUB 250: END
360 DELAY 1
370 NEXT I
380 WT
390 GOTO .TASK1
```

Explicación detallada del programa PRU4.BAS.

- 10, 20, 30 Comentarios.
- 40 Registro de comando 1 (del 8256), en el cual se escribe un 2 para habilitar el modo 8088.
- 50 Registro de control de modo (del 8256), en el cual se escribe un 3 para configurar los 8 bits del puerto C como salidas.
- 60 Registro de control del puerto 1 (del 8256), en el cual se escribe un FFH para configurar los 8 bits del puerto 1 como salidas.
- 70 Declara la tarea TASK1 en la lista de multitareas.
- 80 Llamado a la subrutina que limpia el despliegue de dígitos.
- 90 Llamado a subrutina de impresión de 22 líneas en blanco.
- 100 Variable por medio de la cual se obtendrá un número aleatorio.
- 110, 120, 130 Desplegado de mensaje.
- 140 Llamado a subrutina de impresión de 9 líneas en blanco.
- 150 Almacena en la variable NUM un número pseudoaleatorio, cada vez que se llama la función RND(1) se obtendrá un número diferente, que será el siguiente de una secuencia de números pseudoaleatorios.
- 160 Almacena en la variable NUM1 el cociente de NUM/1000000.
- 170 Almacena en la variable NUM2 el cociente de NUM/10000.
- 180 Almacena en la variable DESP1 el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable NUM2.
- 190 Almacena en la variable DESP2 el código BCD de la variable NUM1.
- 200 Escribe en el puerto 1 (del 8256) el número contenido en la variable DESP1.
- 210 Escribe en el puerto 2 (del 8256) el número contenido en la variable DESP2.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- 220 Ejecuta la tarea TASK1, si es la primera vez, entonces se ejecutará a partir de la línea 320, si no es la primera vez, se ejecutará a partir de la línea 390.
- 230 Salta a ejecutar a partir de la línea 150.
- 240 Comentario.
- 250, 260 Subrutina para limpiar el despliegue de dígitos.
- 270 Comentario.
- 280, 290,300 Subrutina para imprimir líneas en blanco.
- 310 Comentario.
- 320 Tarea TASK1, la cual produce un retardo de 350 milisegundos, además sensa el teclado.
- 330 Ciclo iterativo, cuando I>350 finalizará y saltará a la línea 380.
- 340 Sensa el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 350 Si la tecla pulsada es F, entonces rompe el ciclo iterativo, se hace un llamado a la subrutina para limpiar el despliegue de dígitos y se termina la ejecución del programa.
- 360 Si la tecla pulsada no es F, entonces realiza un retardo de 1 milisegundo.
- 370 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 330.
- 380 Regresa al programa principal y ejecuta desde la línea 230.
- 390 Regresa al inicio de la tarea TASK1 (línea 320).

PRUS.BAS

```

10 'PROGRAMA DE PRUEBA DE LAS 8 SALIDAS (8 FOCOS DE NEON DEL
    TABLERO
20 ' SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES) DEL PUERTO PARALELO 8255
    DEL
30 ' SISTEMA SUPERPAT.
40 '
50 MPUT 3,82H
60 DIM S(8)
70 TIEMP=800
80 FOR I=0 TO 7
90 S(I)=0
100 NEXT I
110 RESET 0,OFFH
120 L=22: GOSUB 480
130 FOR I=0 TO 7
140 GOSUB 440
150 TIEMP=TIEMP-100
160 NEXT I
170 DELAY 6000
180 L=20: GOSUB 480
190 PR: PRINT "EL ESTADO ACTUAL DE LAS SALIDAS ES : ";
200 FOR K=7 TO 0 STEP -1
210 PR S(K);
220 NEXT K
230 PR: PR: PRINT,"DESEA ACTIVAR (A), DESACTIVAR (D) O
    FINALIZAR (F)"
240 INPUT AS$
250 IF AS$="D" GOTO 340
260 IF AS$="F" GOTO 410
270 IF AS$="A" GOTO 290
280 PR: PR," E R R O R ": GOTO 190
290 PR: PR: PRINT,"SELECCIONE LA SALIDA A ACTIVAR (0 - 7) "
300 INPUT IN
310 IF (IN>=0) AND (IN<=7) GOTO 360
320 IF AS$="D" GOTO 330
330 PR: PR,"SALIDAS SOLO DE 0 - 7": GOTO 300
340 PR: PR: PRINT,"SELECCIONE LA SALIDA A DESACTIVAR (0 - 7)"
350 GOTO 300
360 IF (AS$="A") AND (S(IN)=1) THEN PR: PR,"SALIDA PREVIAMENTE
    ACTIVA": PR
370 IF (AS$="A") AND (S(IN)=0) THEN SBIT 0,IN: S(IN)=1: PR
380 IF (AS$="D") AND (S(IN)=0) THEN PR: PR,"SALIDA PREVIAMENTE
    DESACTIVA": PR
390 IF (AS$="D") AND (S(IN)=1) THEN RBIT 0,IN: S(IN)=0: PR

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```
400 GOTO 190
410 MPUT 0,0
420 END
430 '
440 PR "SE ACTIVA Y SE DESACTIVARA EN" TIEMP "SEGUNDOS LA SALIDA
      NUMERO "I
450 TIMER 0,I,TIEMP
460 RETURN
470 '
480 FOR I=1 TO L
490 PR: NEXT I
500 RETURN
```

Explicación detallada del programa PRU5.BAS.

- 10, 20, 30, 40 Comentarios.
- 50 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 60 Reserva espacio de 8 localidades en memoria para almacenar, en un arreglo llamado S, el estado de las salidas del puerto A.
- 70 Tiempo inicial que durará encendida la salida.
- 80, 90, 100 Inicialización del arreglo del estado de las salidas.
- 110 Coloca en cero lógico cada uno de los bits del puerto A.
- 120 Llamado a subrutina de impresión de 22 líneas en blanco.
- 130 Ciclo iterativo, cuando $I > 8$ finalizará y saltará a la línea 170.
- 140 Llamado a subrutina de desplegado de mensaje y encendido de las salidas.
- 150 Decrementa en 1 segundo el tiempo que durará encendida la siguiente salida.
- 160 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 130.
- 170 Retardo de 6 segundos.
- 180 Llamado a subrutina de impresión de 20 líneas en blanco.
- 190 Impresión de mensaje.
- 200, 210, 220 Impresión del estado actual de cada una de las 8 salidas.
- 230 Impresión de mensaje de opción a seleccionar.
- 240 Entrada desde teclado, almacenando en la variable A\$ la tecla pulsada.
- 250 Si la variable A\$ contiene una D salta a ejecutar a partir de la línea 340.
- 260 Si no es D, comprobar si la variable A\$ contiene una F, si es

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- así, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 410.
- 270 Si no es F, comprobar si la variable A\$ contiene una A, si es así, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 290.
- 280 Si no contiene ninguno de los caracteres anteriores, entonces se despliega un mensaje de error y salta a ejecutar a partir de la línea 190.
- 290 Impresión de mensaje de opción a seleccionar.
- 300 Entrada desde teclado, almacenando en la variable IN la tecla pulsada.
- 310 Si la entrada está en el conjunto de 0 a 7, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 360.
- 320 Si la entrada no es 0-7, comprobar si la variable A\$ es D, si es así, salta a ejecutar a partir de la línea 330.
- 330 Si A\$ no es D, entonces se imprime un mensaje de error y salta a ejecutar a partir de la línea 300.
- 340 Impresión de mensaje de opción a seleccionar.
- 350 Salta a ejecutar a partir de la línea 300.
- 360 Si la entrada a activar ya estaba activa, se despliega un mensaje.
- 370 Si no estaba activa, entonces se enciende el bit correspondiente a la salida a activar y se actualiza el arreglo del estado de las salidas.
- 380 Si no se desea activar una salida, comprobar si se desea desactivar y si estaba desactiva se despliega un mensaje.
- 390 Si no estaba desactiva, entonces se apaga el bit correspondiente a la salida a desactivar y se actualiza el arreglo del estado de las salidas.
- 400 Salta a ejecutar a partir de la línea 190.
- 410 Escribe un cero en el puerto A.
- 420 Fin del programa principal.
- 430 Comentario.

440, 450, 460 Subrutina de desplegado de mensaje y encendido de las salidas, la cual, mediante la instrucción TIMER 0,I, TIEMP, causa que se encienda la salida I del puerto A durante TIEMP segundos.

470 Comentario.

480, 490, 500 Subrutina para la impresión de líneas en blanco.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

PRU6.BAS

```
10 ' PROGRAMA DE COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS 8 SALIDAS
    (8
120 ' LAMPARAS DE NEON EN EL TSPI) DEL PUERTO PARALELO 8255 DEL
    SISTEMA
130 ' SUPERPAT.
140 '
150 MPUT 3,82H
160 CLEAR TASK
170 ADDTASK .DETRET
180 RESET 0,11111111#
190 L=22: GOSUB 250
200 INI=1
210 PRINT,"DESPLEGANDO SALIDAS ALEATORIAMENTE EN LAS 8 LAMPARAS DE
    NEON"
220 PRINT,"DEL TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES."
230 PR: PR: PRINT,"PARA FINALIZAR EL PROGRAMA PRESIONE LA TECLA ' F
    ' "
240 L=9: GOSUB 250
250 NUM=RND(INI)
260 NUM$=STR$(NUM)
270 NUM1=VAL(MID$(NUM$,4,1))
280 DESP=BCD(NUM1)
290 IF DESP>=8 THEN DESP=5
300 SBIT 0,DESP
310 WT
320 RBIT 0,DESP
330 GOTO 150
340 '
350 FOR I=1 TO L
360 PR: NEXT I
370 RETURN
380 '
390 .DETRET
400 FOR I=1 TO 50
410 AS=INKEY$
420 IF AS="F" THEN EXIT: MPUT 0,0: END
430 DELAY 1
440 NEXT I
450 WT
460 GOTO .DETRET
```

Explicación detallada del programa PRUEBAS.

- 10, 20, 30, 40 Comentarios.
- 50 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 60 Limpia todas las tareas que se encuentren en la lista de multitareas.
- 70 Declara la tarea DETRET en la lista de multitareas.
- 80 Coloca en cero lógico los 8 bits del puerto A.
- 90 Llamado a subrutina de impresión de 22 líneas en blanco.
- 100 Variable por medio de la cual se obtendrán números aleatorios.
- 110, 120, 130 Impresión de mensaje.
- 140 Llamado a subrutina de impresión de 9 líneas en blanco.
- 150 Almacena en la variable NUM un número pseudoaleatorio, cada vez que se llama la función RND(1) se obtendrá un número diferente, que será el siguiente de una secuencia de números pseudoaleatorios.
- 160 Almacena en la variable NUM\$ la representación en forma de cadena del valor de la variable NUM.
- 170 Almacena en la variable NUM1 el valor numérico del cuarto caracter contenido en la variable NUM\$.
- 180 Almacena en la variable DESP el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable NUM1.
- 190 Si el número almacenado en DESP es mayor o igual a 8 entonces a DESP se le asignará un 5.
- 200 Coloca en nivel de 1 lógico al bit DESP del puerto A.
- 210 Ejecuta la tarea DETRET, si es la primera vez, entonces se ejecutará a partir de la línea 290, si no es la primera vez, se ejecutará a partir de la línea 360.
- 220 Coloca en nivel de 0 lógico al bit DESP del puerto A.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- 230 Salta a ejecutar a partir de la línea 150.
- 240 Comentario.
- 250, 260, 270 Subrutina para imprimir líneas en blanco.
- 280 Comentario.
- 290 Tarea DETRET, la cual produce un retardo de 50 milisegundos, además sensa el teclado.
- 300 Ciclo iterativo, cuando $I > 50$ finalizará y saltará a la línea 350.
- 310 Sensa el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 320 Si la tecla pulsada es F, entonces rompe el ciclo iterativo, escribe un cero en el puerto A y se termina la ejecución del programa.
- 330 Si la tecla pulsada no es F, entonces ejecuta un retardo de 1 milisegundo.
- 340 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 300.
- 350 Regresa al programa principal y ejecuta desde la línea 220.
- 360 Regresa al inicio de la tarea DETRET (línea 290).

PRU7.BAS

```
10 'PROGRAMA DE PRUEBA DE LAS 8 SALIDAS (8 LAMPARAS DE NEON DEL
    TABLERO
20 'SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES "TSP1") DEL PUERTO
    PARALELO 8255
30 ' DEL SISTEMA SUPERPAT.
40 '
50 MPUT 3,82H
60 FOR I=1 TO 22
70 PR: NEXT I
80 RESET 0,OFFH
90 FOR I=0 TO 7
100 PRINT ,"SE ACTIVA SALIDA NUMERO "I
110 DELAY 1000
120 SBIT 0,I
130 NEXT I
140 PR: PR: PR
150 FOR I=7 TO 0 STEP -1
160 PRINT ,"SE DESACTIVA SALIDA NUMERO "I
170 DELAY 1000
180 RBIT 0,I
190 NEXT I
200 END
```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Explicación detallada del programa PRU7.BAS.

- 10, 20, 30, 40 Comentarios.
- 50 Registro de comando (del 8255), en el cual se escribe un 82H para configurar al puerto A y al puerto C como salidas y al puerto B como entrada.
- 60, 70 Impresión de 22 líneas en blanco.
- 80 Coloca en cero lógico los 8 bits del puerto A.
- 90 Ciclo iterativo, cuando $I > 7$ finalizará y saltará a la línea 140.
- 100 Impresión de mensaje de salida a activar.
- 110 Retardo de 1 segundo.
- 120 Coloca en nivel de 1 lógico al bit I del puerto A.
- 130 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 90.
- 140 Impresión de 3 líneas en blanco.
- 150 Ciclo iterativo, cuando $I < 0$ finalizará y saltará a la línea 200.
- 160 Impresión de mensaje de salida a desactivar.
- 170 Retardo de 1 segundo.
- 180 Coloca en nivel de 0 lógico al bit I del puerto A.
- 190 Decrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 150.
- 200 Fin del programa.

PRUB.BAS

```
10 ' PROGRAMA DE PRUEBA DEL DESPLIEGUE BCD DE 4 DIGITOS DEL
    TABLERO
20 ' SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES "TSPI".
30 '
40 MPUT 0C000H,2
50 MPUT 0C006H,3
60 MPUT 0C008H,OFFH
70 CLEAR TASK
80 ADD TASK .SENSRET
90 GOSUB 380
100 L=22: GOSUB 410
110 PR,"DESPLEGANDO CONTEO ASCENDENTE EN EL MODULO DE DESPLIEGUE"
120 PR,"DEL TABLERO SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES.": PR
130 PR,"PARA FINALIZAR EL PROGRAMA PRESIONE LA TECLA 'F'"
140 L=9: GOSUB 410
150 FOR I=0 TO 99
160 DESP2=BCD(I)
170 MPUT 0C012H,DESP2
180 FOR J=0 TO 99
190 DESP1=BCD(J)
200 MPUT 0C010H,DESP1
210 WAITASK
220 NEXT J
230 MPUT 0C010H,0
240 NEXT I
250 MPUT 0C012H,0
260 GOTO 150
270 END
280 '
290 .SENSRET
300 FOR K=1 TO 50
310 A$=INKEY$
320 IF A$="F" THEN EXIT: GOSUB 380: END
330 DELAY 1
340 NEXT K
350 WAITASK
360 GOTO .SENSRET
370 '
380 MPUT 0C012H,OFFH: MPUT 0C010H,OFFH
390 RETURN
400 '
410 FOR I=1 TO L
420 PR: NEXT I
430 RETURN
```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

Explicación detallada del programa PRUB.BAS.

- 10, 20, 30 Comentarios.
- 40 Registro de comando 1 (del 8256), en el cual se escribe un 2 para habilitar el modo 8088.
- 50 Registro de control de modo (del 8256), en el cual se escribe un 3 para configurar los 8 bits del puerto 2 como salidas.
- 60 Registro de control del puerto1 (del 8256), en el cual se escribe un FFH para configurar los 8 bits del puerto 1 como salidas.
- 70 Limpia todas las tareas que se encuentren en la lista de multitareas.
- 80 Declara la tarea SENSRET en la lista de multitareas.
- 90 Llamado a la subrutina que limpia el despliegue de dígitos.
- 100 Llamado a subrutina de impresión de 22 líneas en blanco.
- 110, 120, 130 Desplegado de mensajes.-
- 140 Llamado a subrutina de impresión de 9 líneas en blanco.
- 150 Primer ciclo iterativo, cuando I>99 finalizará y saltará a la línea 250.
- 160 Almacena en la variable DESP2 el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable I.
- 170 Escribe en los dos dígitos más significativos del despliegue del TSPI (puerto 2 del 8256), el contenido de la variable DESP2.
- 180 Segundo ciclo iterativo, cuando I>99 finalizará y saltará a la línea 230.
- 190 Almacena en la variable DESP1 el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable I.
- 200 Escribe en los dos dígitos menos significativos del despliegue del TSPI (puerto 1 del 8256), el contenido de la variable DESP1.

- 210 Ejecuta la tarea SENSRET, si es la primera vez, entonces se ejecutará a partir de la línea 290, si no es la primera vez, se ejecutará a partir de la línea 360.
- 220 Incrementa la variable del segundo ciclo iterativo y regresa a la línea 180.
- 230 Escribe en los dos dígitos menos significativos del despliegue (puerto 1 del 8256) un cero.
- 240 Incrementa la variable del primer ciclo iterativo y regresa a la línea 150.
- 250 Escribe en los dos dígitos más significativos del despliegue (puerto 2 del 8256) un cero.
- 260 Salta a ejecutar la línea 150.
- 270 Fin del programa principal.
- 280 Comentario.
- 290 Tarea SENSRET, la cual produce un retardo de 50 milisegundos, además sensa el teclado.
- 300 Ciclo iterativo, Cuando $I > 50$ finalizará y saltará a la línea 350.
- 310 Sensa el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 320 Si la tecla pulsada es F, entonces rompe el ciclo iterativo, se hace un llamado a la subrutina para limpiar el despliegue de dígitos y se termina la ejecución del programa.
- 330 Si la tecla pulsada no es F, entonces realiza un retardo de 1 milisegundo.
- 340 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 300.
- 350 Regresa al programa principal y ejecuta desde la línea 220.
- 360 Regresa al inicio de la tarea SENSRET (línea 290).
- 370 Comentario.
- 380, 390 Subrutina para limpiar el despliegue de dígitos del TSPI.

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

400 Comentario.

410, 420, 430 Subrutina para impresión de líneas en blanco.

PRUBAS

```

10 'PROGRAMA DE PRUEBA DEL DESPLIEGUE BCD DE 4 DIGITOS DEL
    TABLERO
20 ' SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES.
30 '
40 MPUT 0C000H,2
50 MPUT 0C006H,3
60 MPUT 0C008H,OFFH
70 CONT1=0: CONT2=0
80 DETEC=10: RET=50
90 ADDTASK .SENSA
100 GOSUB 470
110 L=22: GOSUB 500
120 PR"SELECCIONE LA OPCION A EJECUTAR EN EL DESPLIEGUE DIGITAL
    DEL TABLERO"
130 PR"SIMULADOR DE PROCESOS INDUSTRIALES :": PR
140 PR"PARA COMENZAR O CONTINUAR EL CONTEO ASCENDENTE PRESIONE
    'A': PR
150 PR"PARA COMENZAR O CONTINUAR EL CONTEO DESCENDENTE PRESIONE
    'D': PR
160 PR"PARA INCREMENTAR VELOCIDAD DE CONTEO EN 1/100 SEG. PRESIONE
    'H': PR
170 PR"PARA DECREMENTAR VELOCIDAD DE CONTEO EN 1/100 SEG. PRESIONE
    'L': PR
180 PR"PARA REINICIALIZAR EL CONTEO PRESIONE          'R': PR
190 PR"PARA DETENER EL CONTEO PRESIONE                'P': PR
200 PR"PARA FINALIZAR EL PROGRAMA PRESIONE           'F'
210 L=4: GOSUB 500
220 DO
230 DESP2=BCD(CONT2)
240 MPUT 0C012H,DESP2
250 DESP1=BCD(CONT1)
260 MPUT 0C010H,DESP1
270 WAITASK
280 IF (DETEC=4) OR (DETEC=2) GOTO 420
290 IF DETEC=3 THEN CONT1=0: CONT2=0: GOTO 420
300 IF DETEC=1 THEN INC CONT1: GOTO 320
310 GOTO 340
320 IF CONT1>99 THEN CONT1=0: GOTO 370
330 GOTO 250
340 IF DETEC=0 THEN DEC CONT1
350 IF CONT1<0 THEN CONT1=99:GOTO 400
360 GOTO 250
370 INC CONT2
380 IF CONT2>99 THEN CONT2=0

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```
390 GOTO 420
400 DEC CONT2
410 IF CONT2<0 THEN CONT2=99
420 UNTIL DETEC=4
430 GOSUB 470
440 CLEAR TASK
450 END
460 '
470 MPUT OCO12H, OFFH: MPUT OCO10H, OFFH
480 RETURN
490 '
500 FOR I=1 TO L
510 PR: NEXT I
520 RETURN
530 '
540 IF A$="A" THEN DETEC=1
550 IF A$="D" THEN DETEC=0
560 IF A$="R" THEN DETEC=3
570 IF A$="P" THEN DETEC=2
580 RETURN
590 '
600 .SENSA
610 FOR I=1 TO RET
620 DELAY 1
630 A$=INKEY$
640 IF A$="F" THEN DETEC=4: ENDTASK
650 IF A$="L" THEN INC RET: GOTO 690
660 IF (A$<>"H") OR (RET=1) GOSUB 540: GOTO 690
670 DEC RET
680 IF RET<=0 THEN RET=1
690 NEXT I
700 WAITASK
710 GOTO .SENSA
```

Explicación detallada del programa PRU9.BAS.

- 10, 20, 30 Comentarios.
- 40 Registro de comando 1 (del 8256), en el cual se escribe un 2 para habilitar el modo 8088.
- 50 Registro de control de modo (del 8256), en el cual se escribe un 3 para configurar los 8 bits del puerto 2 como salidas.
- 60 Registro de control del puerto1 (del 8256), en el cual se escribe un FFH para configurar los 8 bits del puerto 1 como salidas.
- 70 Inicialización de contadores, para los dos dígitos menos significativos (CONT1) y para los dos dígitos más significativos (CONT2).
- 80 Variable utilizada para detectar la tecla pulsada a la cual se le asigna un valor inicial mayor de 4 (DETEC); variable utilizada en el ciclo iterativo de un retardo (RET).
- 90 Declara la tarea SENSE en la lista de multitareas.
- 100 Llamado a la subrutina que limpia el despliegue de dígitos.
- 110 Llamado a subrutina de impresión de 22 líneas en blanco.
- 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200 Impresión de menú.
- 210 Llamado a subrutina de impresión de 4 líneas en blanco.
- 220 Ciclo iterativo.
- 230 Almacena en la variable DESP2 el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable CONT2.
- 240 Escribe en el puerto 2 (del 8256) el número contenido en la variable DESP2.
- 250 Almacena en la variable DESP1 el código binario decimal (BCD "Binary Coded Decimal") de la variable CONT1.
- 260 Escribe en el puerto 1 (del 8256) el número contenido en la variable DESP1.
- 270 Ejecuta la tarea SENSE, si es la primera vez, entonces se

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- ejecutará a partir de la línea 600, si no es la primera vez, se ejecutará partir de la línea 710.
- 280 Si se detectó que la tecla pulsada es F o es P, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 420.
- 290 Si no es F ni P, comprobar si la tecla pulsada es R, si es así, entonces asigna a los dos contadores cero y salta a ejecutar a partir de la línea 420. .
- 300 Si no es R, comprobar si la tecla pulsada es A, si es así, entonces incrementa en 1 el contador menos significativo y salta a ejecutar a partir de la línea 320.
- 310 Si la tecla pulsada no es ninguna de las anteriores, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 340.
- 320 Si el contador menos significativo es mayor de 99, entonces se le asigna cero y salta a ejecutar a partir de la línea 370.
- 330 Si el contador no es mayor a 99, entonces salta a ejecutar a partir de la línea 250.
- 340 Si la tecla pulsada es D, entonces decrementa en 1 el contador menos significativo.
- 350 Si el contador menos significativo es menor de 0, entonces se le asigna 99 y salta a ejecutar a partir de la línea 400.
- 360 Si el contador no es menor de 0, salta a ejecutar a partir de la línea 250.
- 370 Incrementa el contador más significativo en 1.
- 380 Si el contador más significativo es mayor a 99, entonces se le asigna cero.
- 390 Salta a ejecutar a partir de la línea 420.
- 400 Decrementa el contador más significativo en 1.
- 410 Si el contador más significativo es menor de 0, entonces se le asigna 99.
- 420 El ciclo iterativo terminará cuando la tecla detectada sea F.
- 430 Llamado a la subrutina para limpiar el despliegue de dígitos.

- 440 Limpia todas las tareas que se encuentren en la lista de multitareas.
- 450 Fin del programa.
- 460 Comentario.
- 470,480 Subrutina para limpiar el despliegue de dígitos.
- 490 Comentario.
- 500, 510, 520 Subrutina para imprimir líneas en blanco.
- 530 Comentario.
- 540, 550, 560, 570, 580 Subrutina de detección de la tecla pulsada. Si la tecla pulsada es D, A, P ó R, se asignará a la variable DETEC el número 0, 1, 2 ó 3, respectivamente.
- 590 Comentario.
- 600 Tarea SENSEA, la cual produce un retardo variable de RET milisegundos, además sensea el teclado.
- 610 Ciclo iterativo, cuando $l > \text{RET}$ finalizará y saltará a la línea 700.
- 620 Retardo de 1 milisegundo.
- 630 Sensea el teclado almacenando en A\$ el caracter leído por medio del puerto serie.
- 640 Si la tecla pulsada es F, entonces Se asigna a la variable DETEC el número 4 y se termina la tarea, saltando a ejecutar a partir de la línea 280.
- 650 Si la tecla pulsada no es F, comprobar si la tecla pulsada es L, si es así, entonces incrementa el retardo en 1 y salta a ejecutar a partir de la línea 690.
- 660 Si la tecla pulsada no es L, comprobar si la tecla pulsada no es H o si el retardo es de 1, si se cumple alguna de las dos posibilidades, entonces llama a la subrutina de detección de la tecla pulsada y salta a ejecutar a partir de la línea 690.
- 670 Si la tecla pulsada es H, entonces decrementa el retardo en 1.
- 680 Si el retardo es menor o igual a cero, entonces el retardo

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

será de 1.

690 Incrementa la variable del ciclo iterativo y regresa a la línea 610.

700 Regresa al programa principal y ejecuta desde la línea 280.

710 Regresa al inicio de la tarea SENSE (línea 600).

7.2 Práctica de "Sistemas de Supervisión y Control"

OBJETIVO : Simular el control de un pozo de agua potable leyendo sensores (E0,E1,...E7) y activando actuadores (S0,S1,...S7) del proceso.

EQUIPO : CUI (Sistema SUPERPAT y Tablero Simulador de Procesos Industriales), una terminal configurada al mismo "baud rate" que el SUPERPAT o una microcomputadora PC utilizando un paquete de comunicaciones (VTERM, PERFECT LINK, CROSSTALK, etcétera).

1. COMPROBACION DEL FUNCIONAMIENTO DEL CUI

Cargue el programa PRU1.BAS en la memoria RAM del sistema SUPERPAT, si se utiliza terminal teclee el programa y si se emplea una PC transmita el programa por medio de un paquete de comunicación configurado al mismo "baud rate" que el SUPERPAT, utilizando 8 bits de datos, 2 bits de stop y sin paridad.

Los botones arrancadores son normalmente abiertos y se encuentran en estado de 1 (uno) lógico, por lo que al mantenerlos presionados su estado será de 0 (cero) lógico. Los interruptores de palanca al estar abiertos (OFF) se encuentran en estado de 1 (uno) lógico.

Coloque los 4 interruptores de palanca del TSPI en la posición OFF y ejecute el programa tecleando el comando RUN, verifique que despliegue los valores de los 4 interruptores de palanca y

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

de los 4 botones arrancadores en las 8 lámparas de neón (salidas).

Mueva los interruptores de palanca y/o presione los botones arrancadores del TSPI corroborando que las entradas aplicadas coincidan con la información desplegada en la pantalla y con las 8 salidas (8 lámparas de neón del TSPI).

Al terminar de comprobar el funcionamiento adecuado de esta parte del TSPI, teclee el comando NEW y cargue el programa PRU2.BAS en la memoria RAM del sistema SUPERPAT, teclee el comando RUN y verifique que el despliegue de cuatro dígitos del TSPI realice un conteo ascendente, un conteo descendente, que reinicie el conteo, que detenga el conteo y que incremente y decremente la velocidad de conteo.

Al finalizar teclee NEW y cargue el programa PRU3.BAS en la memoria RAM del sistema SUPERPAT, teclee el comando RUN y verifique que la lectura en el voltímetro (0-5V) del TSPI concuerde con lo que indica el mensaje en la pantalla.

Antes de pasar al siguiente punto teclee el comando NEW y desactive los 4 interruptores de palanca del TSPI.

2. SIMULACION

Suponga que se tiene un sistema para controlar la bomba de un pozo para extracción de agua potable. Los dispositivos a controlar son :

- a) Motor de la bomba, con una potencia de 100 HP. El encendido y apagado del motor se controlan abriendo y cerrando un relevador de baja potencia [500 V.A.] que se conecta al arrancador de la bomba. A este actuador se le asigna la variable S6. Si se arranca el motor, S6 = 1.
- b) Tinaco de lubricación de la bomba. A través de una válvula solenoide se permite o se bloquea el paso del agua del tinaco hacia la bomba. La lubricación debe realizarse durante dos minutos. A este actuador se le asigna la variable S7. Si se abre la válvula, S7 = 1.
- c) Bomba de cloro. El encendido y apagado de la bomba de cloro (que es manejada por un motor de 1/4 H.P.), se controla directamente a través de un relevador. Esta bomba inyecta cloro desde un tanque de almacenamiento de cloro, a la red de agua potable en la salida de la bomba de agua. a este actuador se le asigna la variable S5. Si se arranca la bomba, S5 = 1.
- d) Indicador de interrupción. Si el operador da la orden de paro, se activa un foco controlado por un relevador de

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

115V, 1A. A este actuador se le asigna la variable S2. Si la operación del pozo es interrumpida, S2 = 1.

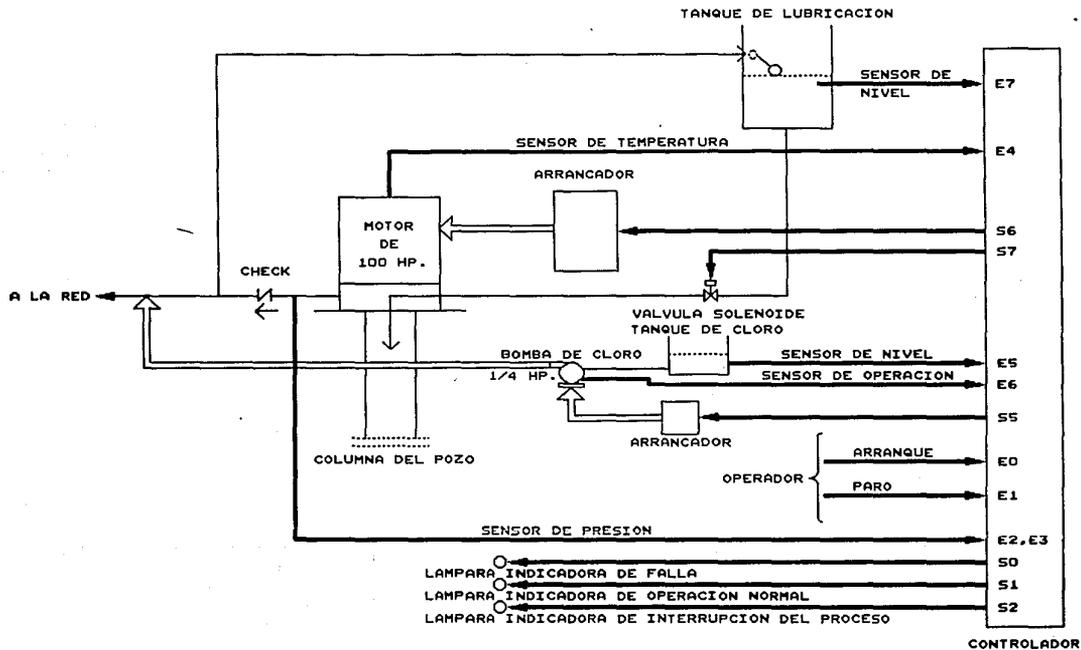
e) Indicador de operación normal. Cuando el estado del pozo es normal se enciende un foco, el cual es controlado por un relevador de 115V, 1A. A este actuador se le asigna la variable S1. Si el pozo opera normalmente, S1 = 1.

f) Indicador de falla. Cuando el estado del pozo es de falla, se enciende un foco, el cual es controlado por medio de un relevador de 115V, 1A. Si se detecta una falla, se apagan todos los actuadores y se indica visiblemente el estado de falla. A este actuador se le asigna la variable S0. Si existe alguna falla, S0 = 1.

Por otro lado, se tienen cinco detectores de condición de alarma :

1) Para detectar el nivel del tanque de lubricación se tiene dentro del tinaco un flotador con un interruptor normalmente cerrado que abre el circuito cuando el nivel es insuficiente. A este sensor se le asigna la variable E7. Si el nivel es insuficiente E7 = 0.

2) Para monitorear la bomba de cloro se emplea un transformador que detecta la corriente que fluye en los embobinados de su motor. Esto se logra conectando el secundario de este transformador a un puente rectificador y luego a un relevador. Si no se detecta corriente en los embobinados, el relevador se abre. A este sensor se le



SISTEMA AUTOMATICO PARA EXTRACCION DE AGUA POTABLE			
INSTITUTO DE INGENIERIA	Tamaño	No.	REV
UNAM	A	14	1.0
Prov. 9132	Fecha: 7 / DIC / 1988	Hoja	1 de 1

asigna la variable E6. Si la bomba del cloro no está en operación $E6 = 0$.

- 3) Para supervisar el nivel de cloro en el tanque se dispone de un flotador con un interruptor, del mismo tipo que el del tanque de lubricación, en el tinaco de cloro. A este sensor se le asigna la variable E5. Si el nivel del tanque es insuficiente $E5 = 0$.
- 4) Para detectar un sobrecalentamiento en el motor de 100 HP se emplea un interruptor térmico ajustado de acuerdo con la temperatura máxima tolerada por el motor. Así que si la temperatura excede el valor máximo, el interruptor térmico se abre. A este sensor se le asigna la variable E4. Si el valor de temperatura es igual al máximo tolerado por el motor $E4 = 0$.
- 5) Para registrar variaciones de presión en la salida de la bomba se emplea un sensor de 4-20 mA (Sparling) que determina el valor de la presión, el cual no debe exceder el umbral fijado por la operación del sistema en particular. A este sensor se le asigna la variable E3 y la variable E2. Cada vez que la presión aumenta, la variable $E2 = 0$ y la variable $E3 = 1$; si la presión disminuye la variable $E3 = 0$ y $E2 = 1$.

Finalmente, para iniciar y parar la operación del sistema se tienen 2 botones arrancadores, uno para efectuar el ciclo de arranque y otro para efectuar el ciclo de paro :

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

- 1) Si el operador quiere iniciar el ciclo de paro, presiona el botón arrancador E1. Cuando $E1 = 0$ (cero) se da la orden al controlador de apagar los actuadores del proceso que estén en operación en ese momento.

- 1i) Si el operador quiere iniciar el ciclo de arranque, presiona el botón arrancador E0. Cuando $E0 = 0$ (cero) se da la orden al controlador de poner en marcha los actuadores S7, S6, S5 y S1 de acuerdo con el proceso.

Para simular el sistema de supervisión y control del pozo, se empleará el Tablero Simulador de Procesos Industriales (TSPI) descrito anteriormente.

Los 4 botones arrancadores y los 4 interruptores de palanca del TSPI simularán el estado de los sensores E7, E6, E5, ..., E0. Cuando un interruptor de palanca y/o botón arrancador se encuentra colocado en ON o nivel cero, el sistema tomará como activo al sensor asociado.

Las 8 lámparas de neón del TSPI se emplearán para simular el estado de los actuadores S7, S6, S5, ..., S0. Cuando una lámpara de neón se enciende, significará que el actuador asociado a la lámpara se encuentra activo (nivel de uno lógico).

En caso de falla, la lámpara S0 se encenderá.

Cuando el sistema está en operación normal la lámpara S1 aparece encendida. En caso de interrupción la lámpara S2 permanece encendida.

El indicador analógico se utilizará para desplegar el valor de la presión en la tubería de salida de la bomba de agua.

El indicador digital de 4 módulos de 7 segmentos se empleará para desplegar el estado de cada uno de los sensores, el estado de cada uno de los actuadores y el estado en el cual se encuentra operando el pozo de agua potable.

El programa de supervisión y control emplea 4 puertos paralelos de 8 bits; dos puertos provienen del circuito 8256 del módulo SUPERPAT, estos manejan el despliegue de dígitos del TSPI, los otros dos puertos provienen del circuito 8255 del SUPERPAT, empleandose para manejar los focos de neón, los interruptores de palanca y los botones arrancadores del TSPI. Además se emplea un bit de un tercer puerto del 8255 para controlar el indicador analógico en el TSPI.

En la siguiente tabla se muestra la asignación de puertos que maneja el sistema :

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

PUERTO	E/S	DISPOSITIVO	FUNCION
A	S	Lámparas de neón	Actuadores
B	E	Interruptores de palanca y botones arrancadores	Sensores
C	S	Indicador analógico	Indicador de presión
0C010H	S	2 dígitos del lado derecho del despliegue digital	Indica estado de sensores, actuadores y estado actual del pozo
0C012H	S	2 dígitos del lado izquierdo del despliegue digital	

El manejo de los puertos A, B y C se realiza a través del circuito 8255, el cual se programa con la siguiente instrucción :

MPUT 3,82H

El manejo de los puertos 0C010H y 0C012H (puertos 1 y 2 respectivamente) se realiza a través del circuito 8256 el cual se programa con las siguientes instrucciones :

MPUT 0C000H,2
 MPUT 0C006H,3
 MPUT 0C008H,OFFH

Resumiendo, el sistema de supervisión y control, maneja las siguientes variables :

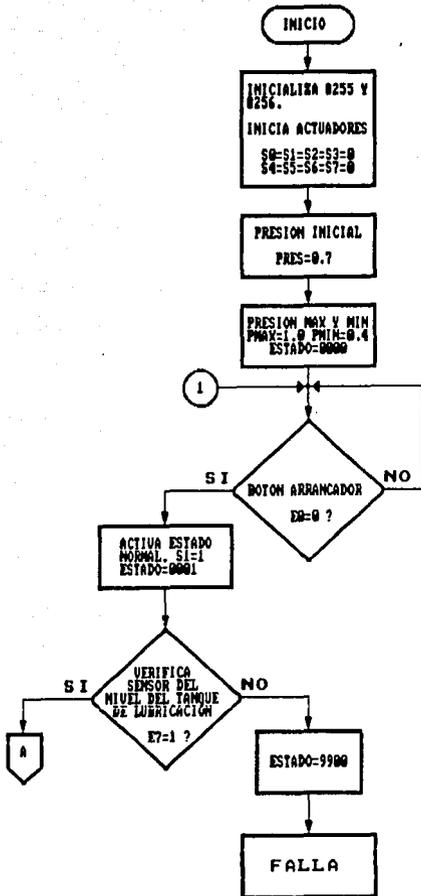
▪ SENSORES (activos bajos)

- E7 = 0 Nivel insuficiente en el tanque de lubricación.
- E6 = 0 La bomba de cloro no opera debidamente.
- E5 = 0 Nivel insuficiente en el tanque de cloro.
- E4 = 0 Sobrecalentamiento del motor de 100 HP.
- E3 = 0 y
- E2 = 1 Disminución de la presión en la tubería de salida de la bomba.
- E3 = 1 y
- E2 = 0 Incremento de la presión en la tubería de salida de la bomba.
- E1 = 0 Orden del operador para efectuar el ciclo de paro.
- E0 = 0 Orden del operador para efectuar el ciclo de arranque.

▪ ACTUADORES (activos altos)

- S7 = 1 Abre la válvula de lubricación.
- S6 = 1 Enciende el motor de la bomba de agua.
- S5 = 1 Enciende el motor de la bomba de cloro.
- S2 = 1 Indica interrupción de la operación del pozo.
- S1 = 1 Indica estado operación normal del pozo.
- S0 = 1 Indica estado de falla en el sistema.

En las páginas siguientes se muestra el diagrama de flujo simplificado del proceso de simulación de la extracción de agua potable en pozos.



EXPLICACION DE LOS ESTADOS QUE APARECEN EN EL DESPLIEGUE:

0000-ESTADO DE INICIO Y ESPERA DE ARRANQUE.

0001-ESTADO DE OPERACION NORMAL.

0002-ESTADO DE INTERRUPCION.

99XX-ESTADO DE FALLA.

DONDE XX REPRESENTA LA FALLA DETECTADA LA CUAL PODRA SER :

00-NIVEL INSUFICIENTE EN EL TANQUE DE LUBRICACION.

01-LA BOMBA DE CLORO NO OPERA DEBIDAMENTE.

02-NIVEL INSUFICIENTE EN EL TANQUE DE CLORO.

03-SOBRECALENTAMIENTO DEL MOTOR DE 100 HP.

04-PRESION BAJA A LA SALIDA DE LA BOMBA.

05-PRESION ALTA A LA SALIDA DE LA BOMBA.

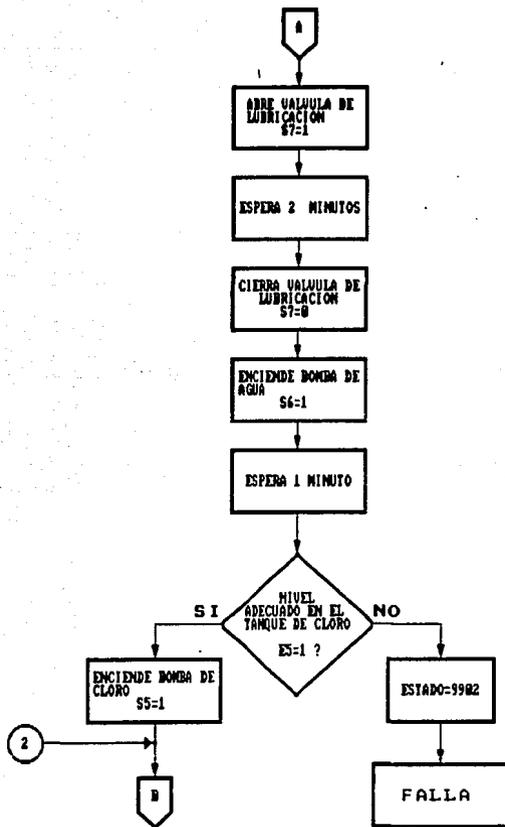
01XX-	ESTADO DEL SENSOR E0	E0
02XX-	" " " E1	E1
03XX-	" " " E2	E2
04XX-	" " " E3	E3
05XX-	" " " E4	E4
06XX-	" " " E5	E5
07XX-	" " " E6	E6
08XX-	" " " E7	E7

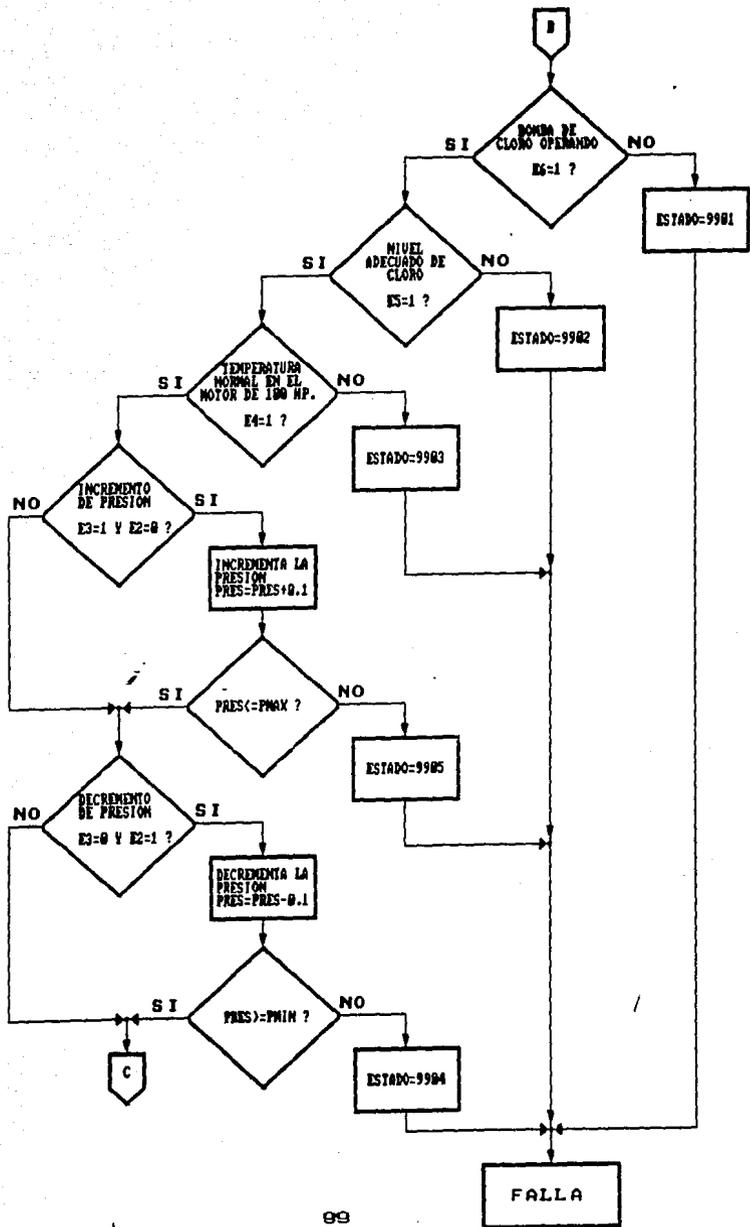
DONDE XX ES 00 SI EL SENSOR ESTA ACTIVO, O BIEN 11 SI EL SENSOR ESTA DESACTIVO.

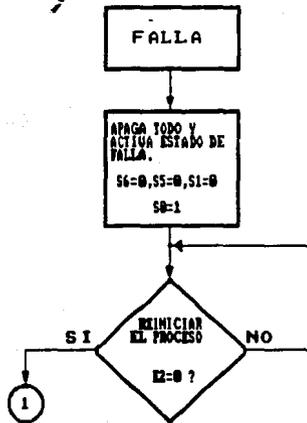
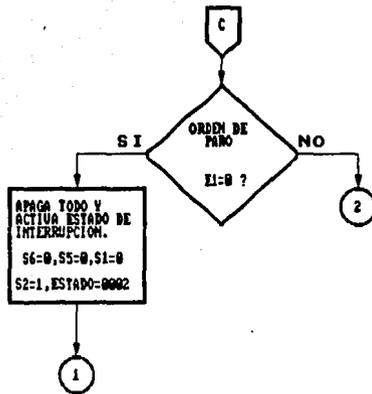
10XX-	ESTADO DEL ACTUADOR S0	S0
20XX-	" " " S1	S1
30XX-	" " " S2	S2
40XX-	" " " S3	S3
50XX-	" " " S4	S4
60XX-	" " " S5	S5
70XX-	" " " S6	S6
80XX-	" " " S7	S7

DONDE XX ES 00 SI EL ACTUADOR ESTA DESACTIVADO, O BIEN 11 SI EL ACTUADOR ESTA ACTIVO.

NOTA: LA PRESION ESTA DADA EN Kg/cm².



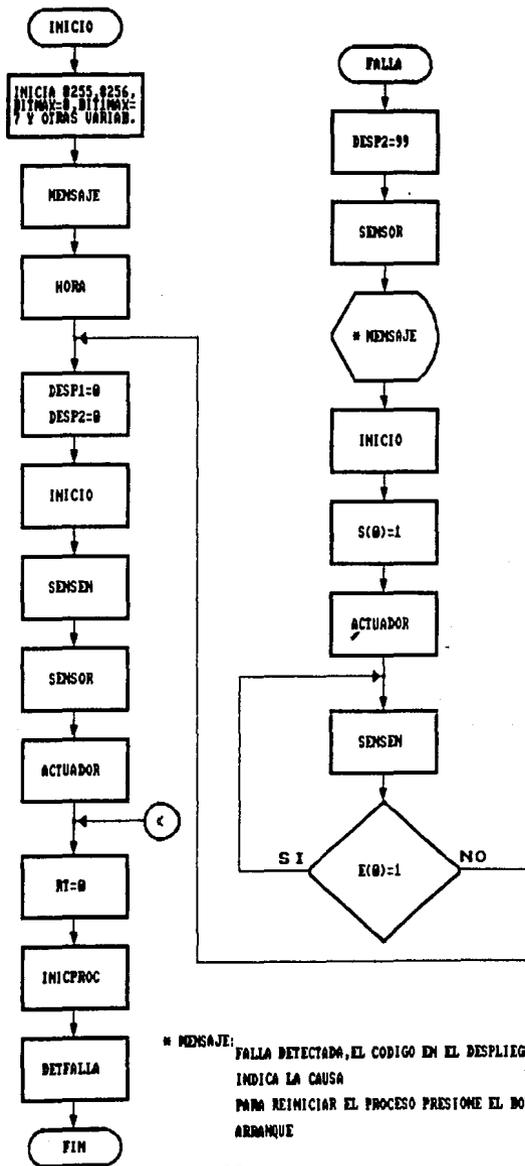




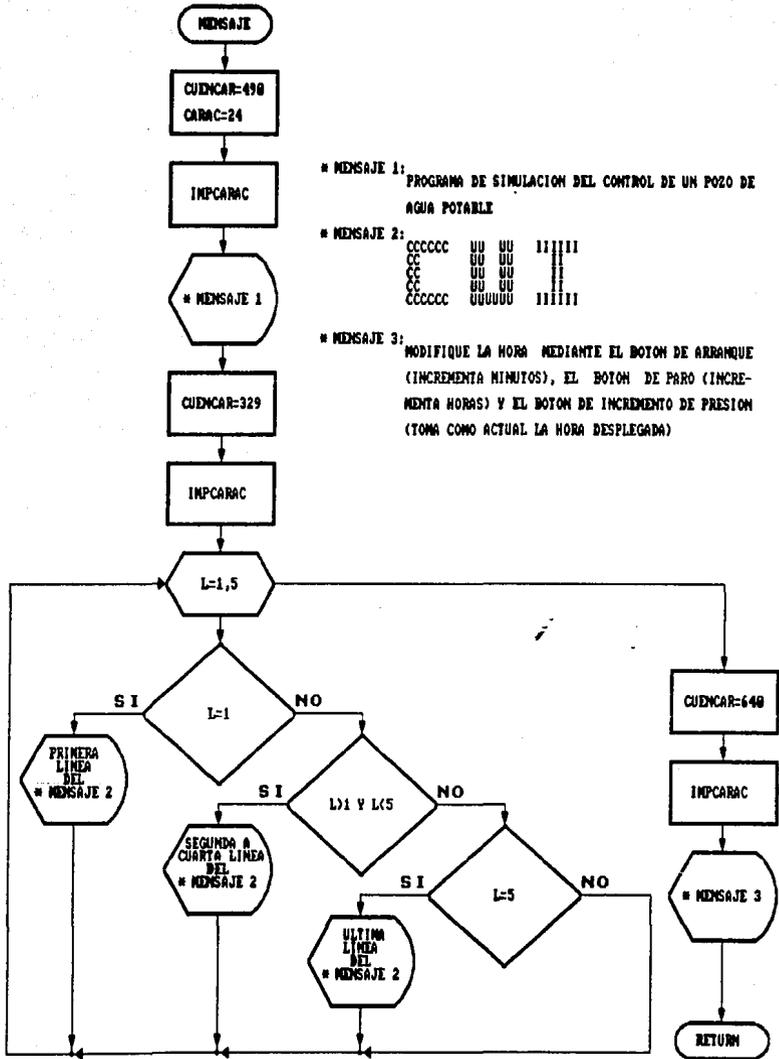
CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

El diagrama de flujo a detalle y el listado del programa de simulación se muestran a continuación:

INICIALIZACION DE VARIABLES Y PROGRAMA PRINCIPAL



SUBRUTINA DE DESPLIEGUE DE MENSAJE EN PANTALLA



MENSAJE 1: PROGRAMA DE SIMULACION DEL CONTROL DE UN POZO DE AGUA POTABLE

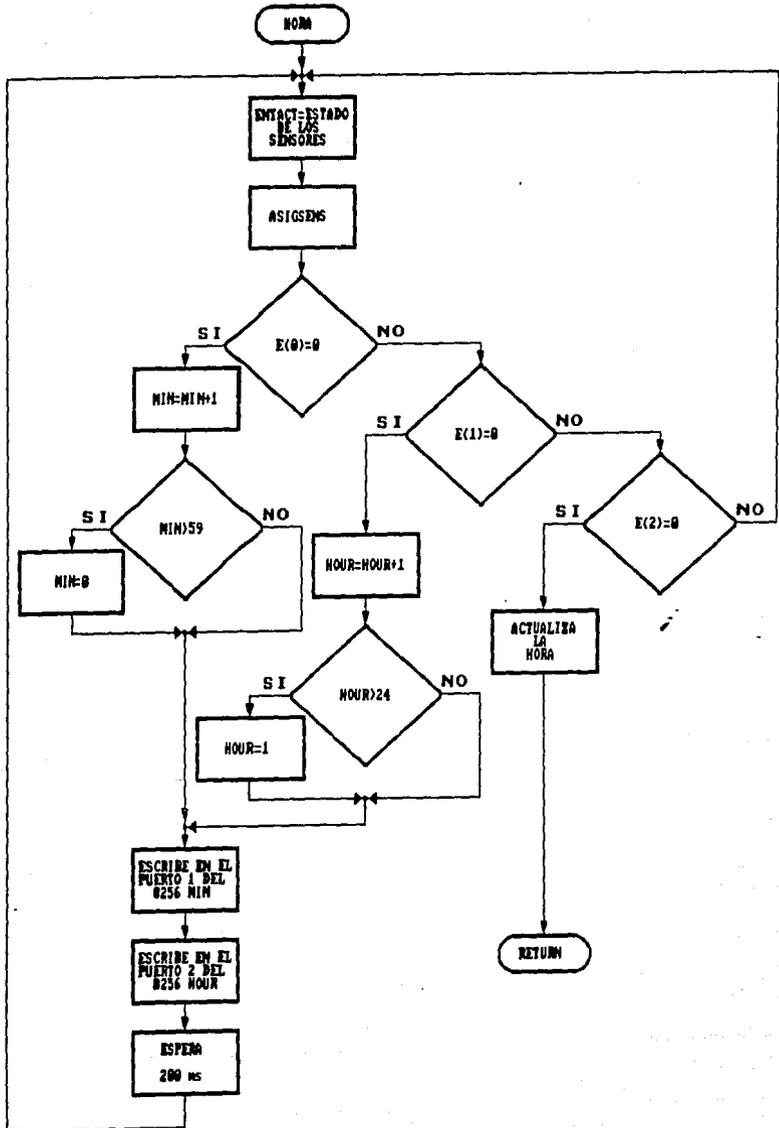
MENSAJE 2:

```

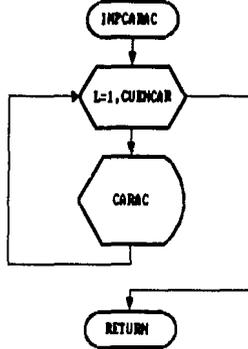
CCCCC UU UU IIIII
CC UU UU
CC UU UU
CC BU UU
CCCCC UUUUU IIIIII
  
```

MENSAJE 3: MODIFIQUE LA HORA MEDIANTE EL BOTON DE ARRANQUE (INCREMENTA MINUTOS), EL BOTON DE PARO (INCREMENTA HORAS) Y EL BOTON DE INCREMENTO DE PRESION (TOMA COMO ACTUAL LA HORA DESPLEGADA)

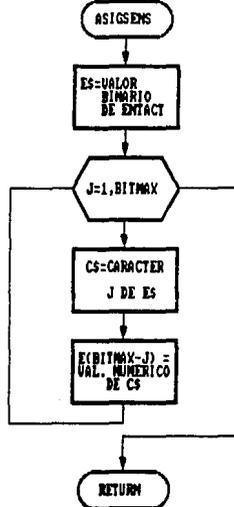
SUBROUTINA DE LECTURA DE LA NORM



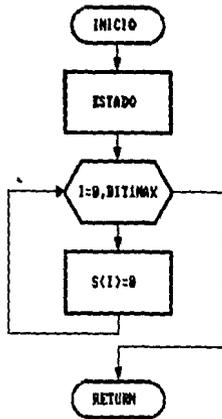
SUBROUTINA DE IMPRESION DE CARACTER EN PANTALLA



SUBROUTINA DE ASIGNACION DE ENTRADAS SENSADA



SUBROUTINA DE INICIO



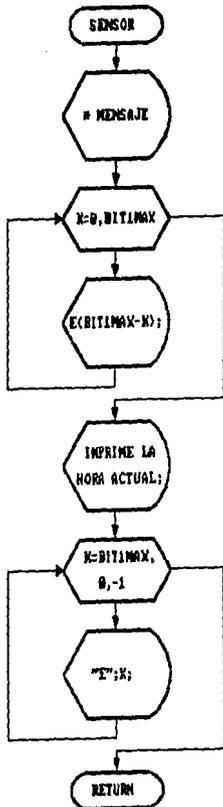
SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE ESTADO ACTUAL



SUBROUTINA DE SENSADO Y ASIGNACION INICIALES

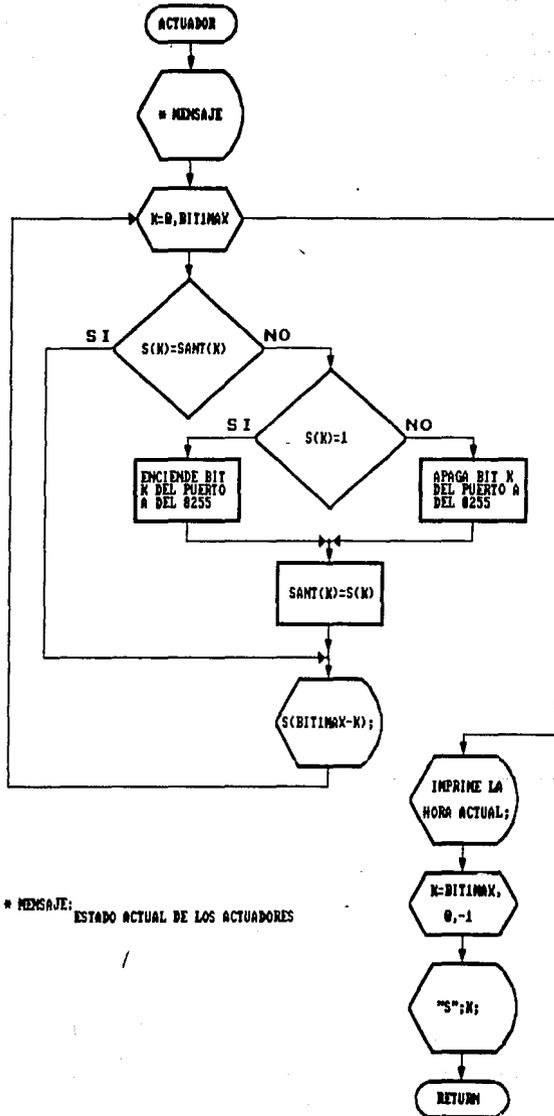


SUBROUTINA DE IMPRESION DE ESTADO DE SENSORES



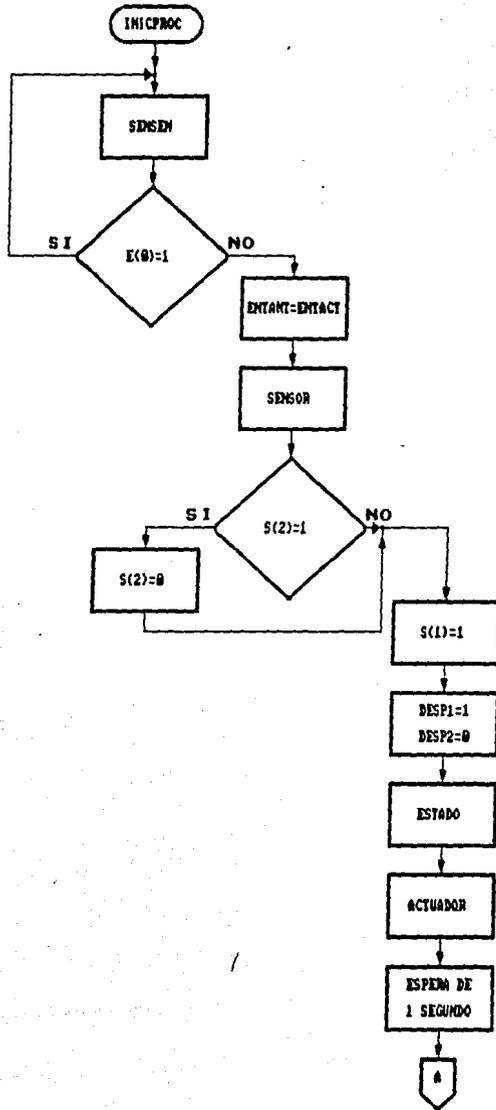
M MENSAJE: ESTADO ACTUAL DE LOS SENSORES

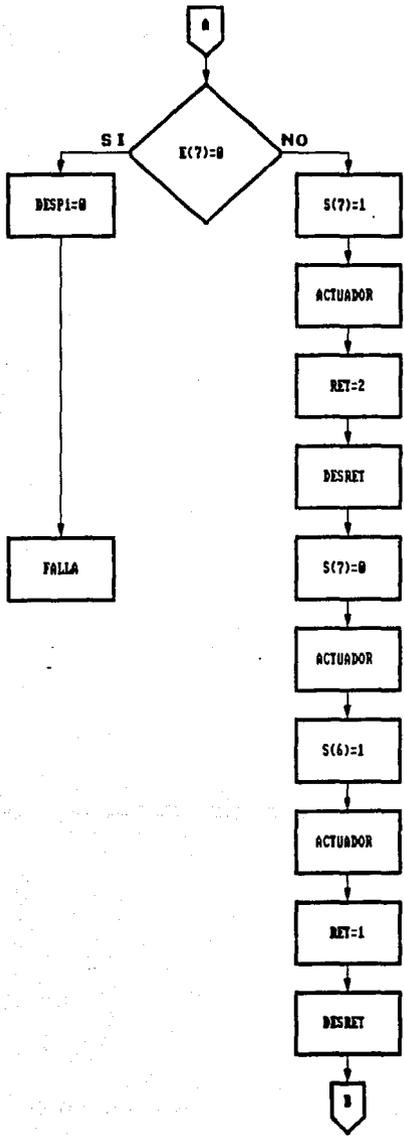
SUBROUTINA DE IMPRESION DE ESTADO DE ACTUADORES

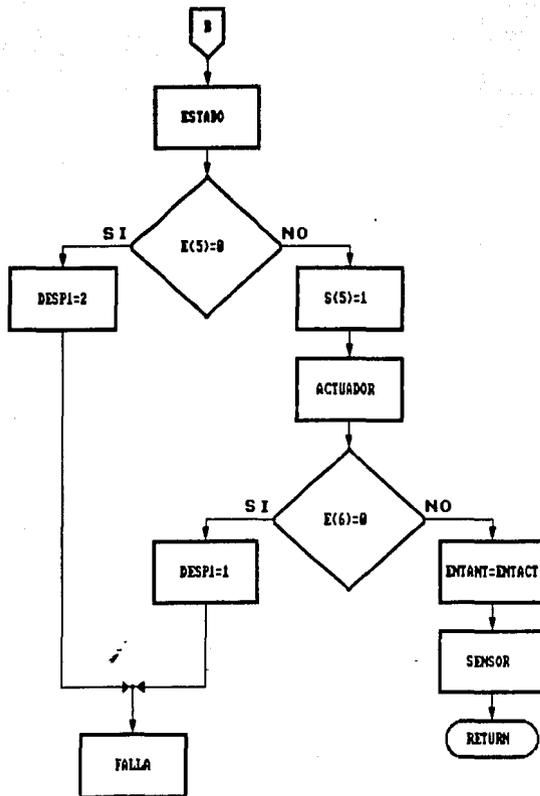


* MENSAJE: ESTADO ACTUAL DE LOS ACTUADORES

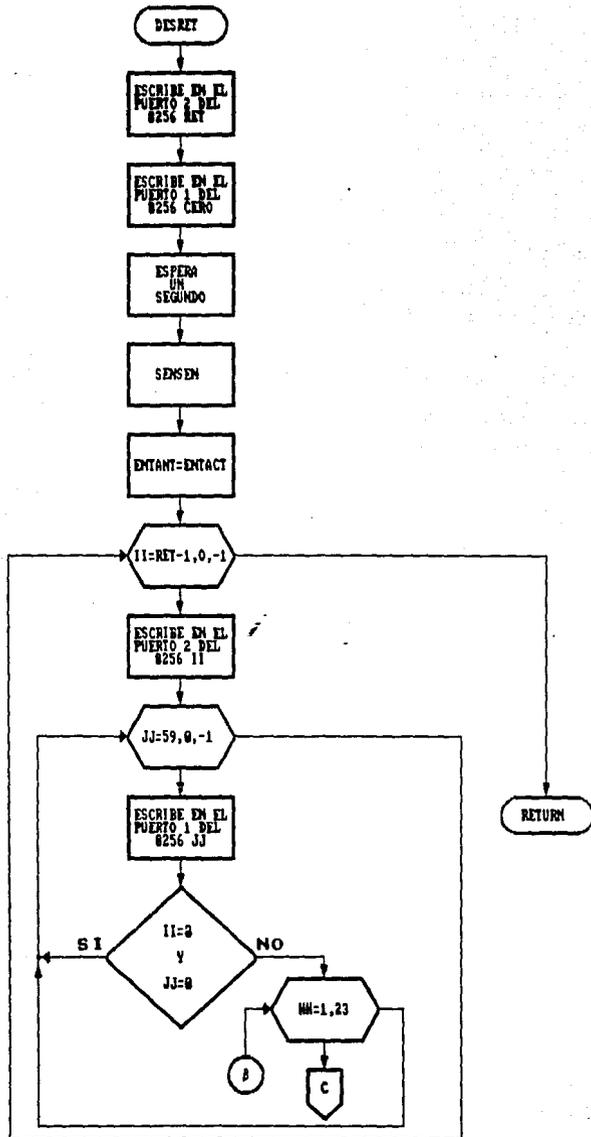
SUBROUTINA DE INICIO DEL PROCESO DE ARMAQUE

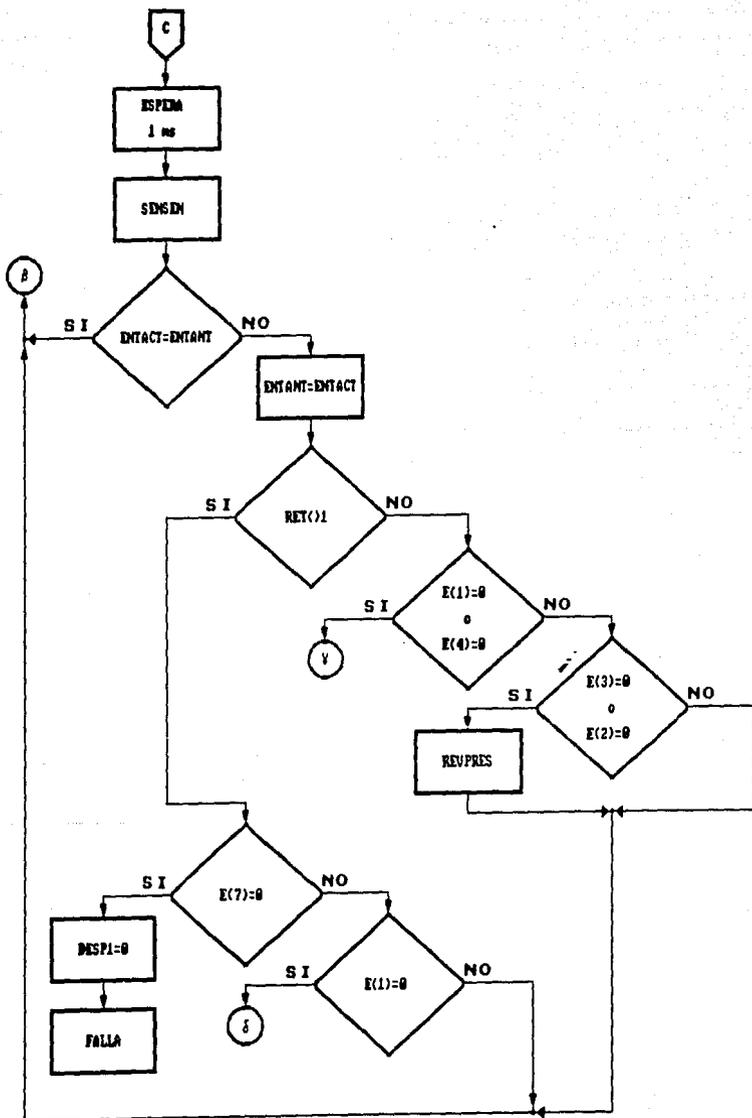




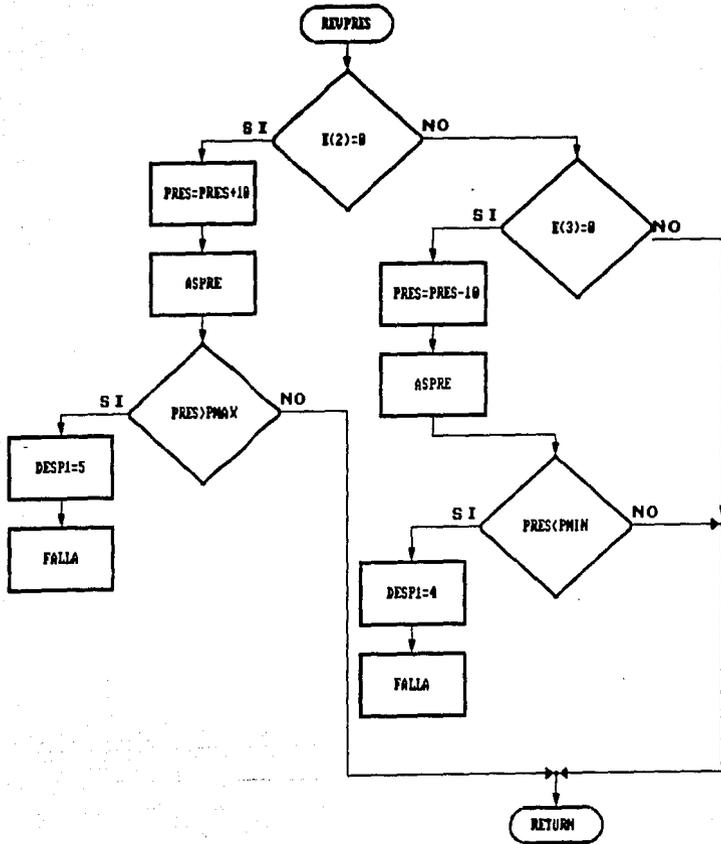


SUBROUTINA DE DESPLIEQUE DE RETARDO

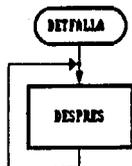




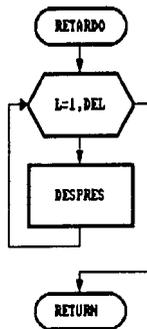
SUBROUTINA PARA CAMBIOS DE PRESION



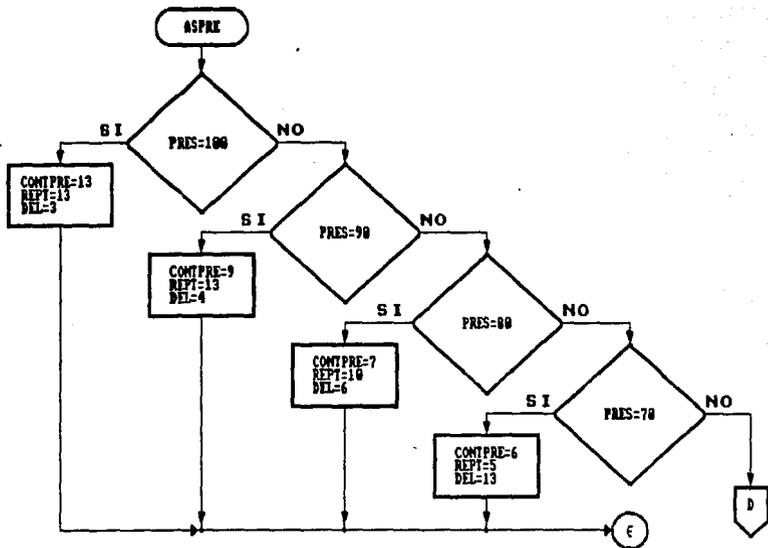
SUBROUTINA DE DETECCION DE FALLAS

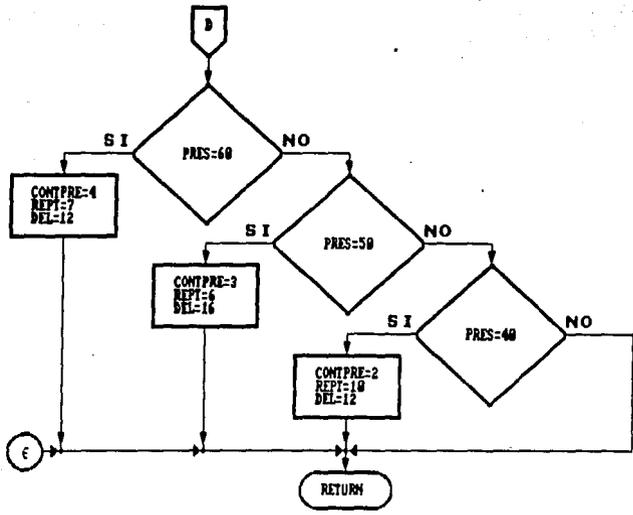


SUBROUTINA DE RETARDO

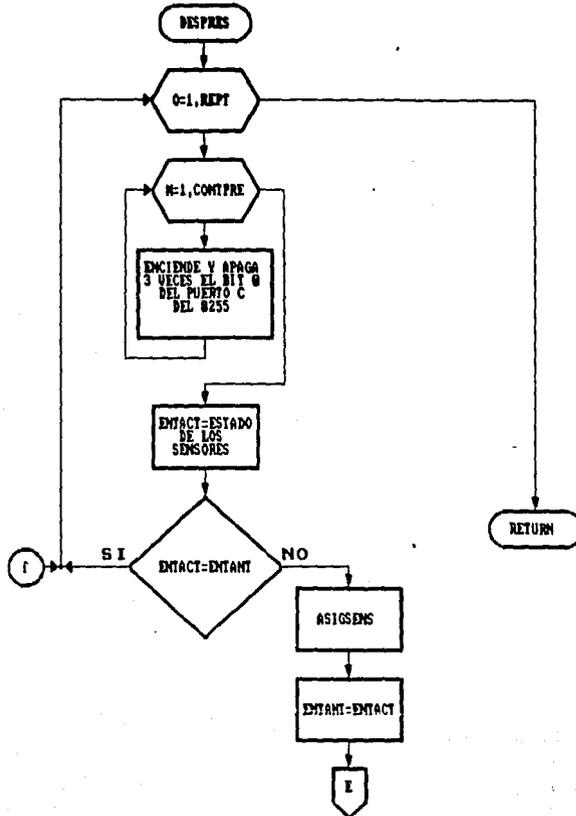


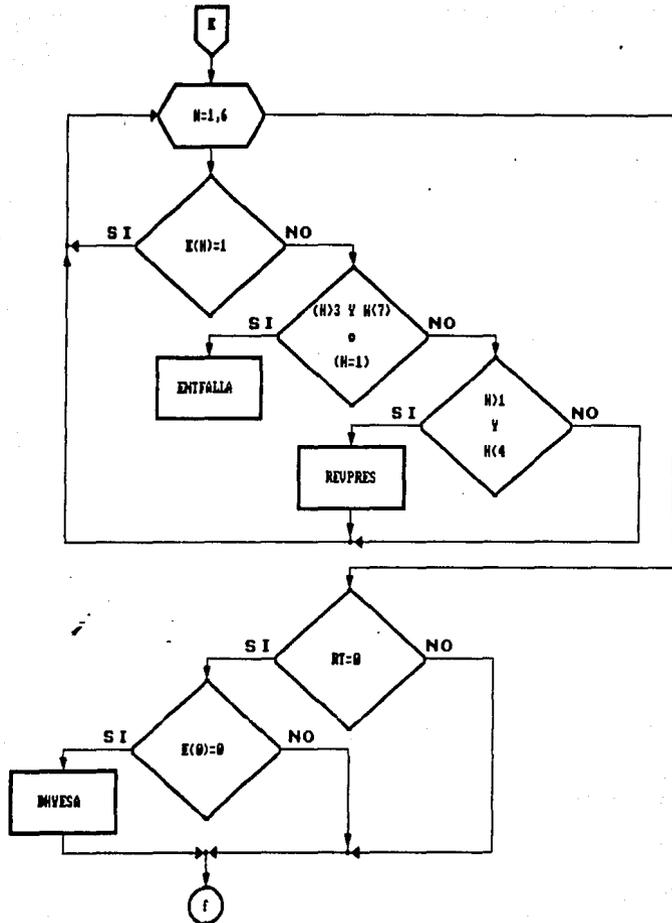
SUBROUTINA DE ASIGNACION PARA DESPLIEGUE DE PRESION



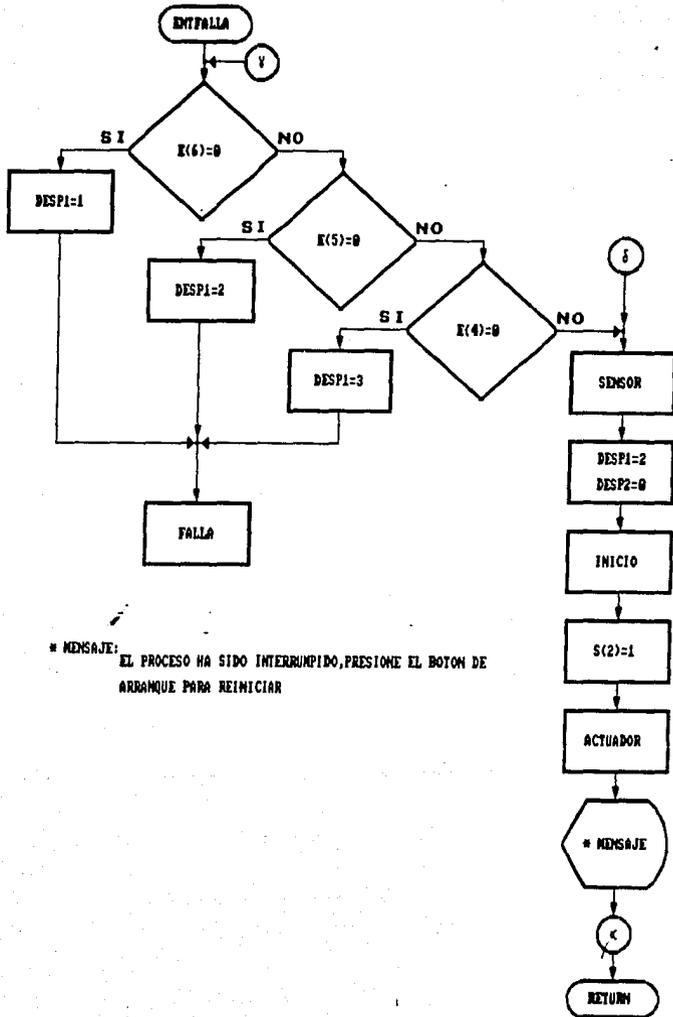


SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE PRESION EN VOLTIMETRO



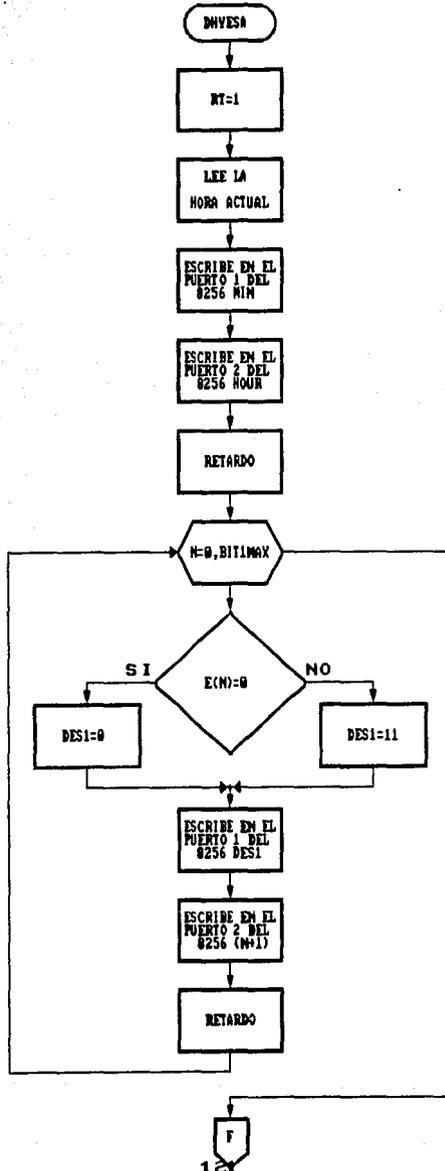


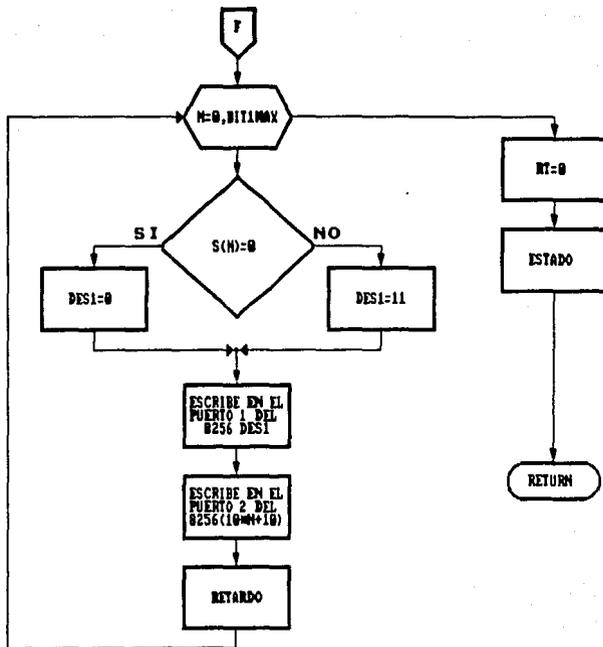
SUBROUTINA DE ASIONCION DE FALLA DETECTADA



* MENSAJE: EL PROCESO HA SIDO INTERRUMPIDO, PRESIONE EL BOTON DE ARANQUE PARA REINICIAR

SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE LA HORA ACTUAL





PROGRAMA DE SIMULACION CPAP.BAS

```

10 ' ~~~~~
20 ' * PROGRAMA DE SIMULACION DE LA EXTRACCION DE AGUA POTABLE
   ' EN UN POZO *
30 ' ~~~~~
40 ' ~~~~~
50 '
60 ' .....
70 ' ***** DECLARACION E INICIALIZACION DE VARIABLES *****
80 ' .....
90 '
100 P18256=0C010H: P28256=0C012H: P08255=0: P18255=1: P28255=2
110 BITMAX=8: BIT1MAX=7: CONTPRE=6: PMAX=100: PMIN=40
120 PRES=70: REPT=5: DEL=13: DIM S(8): DIM SANT(8): DIM E(8)
130 HOUR=0: MIN=0: SEC=0: RT=0
140 MPUT 0C000H,2
150 MPUT 0C008H,0FFH
160 MPUT 0C006H,3
170 MPUT 3,82H
180 DESP1=0: DESP2=0: GOSUB .ESTADO
190 RESET 0,0FFH
200 '
210 ' .....
220 ' ***** COMIENZA PROGRAMA PRINCIPAL *****
230 ' .....
240 '
250 GOSUB .MENSAJE
260 GOSUB .HORA
270 .INIC
280 DESP1=0: DESP2=0: GOSUB .INICIO
290 GOSUB .SENSEN
300 GOSUB .SENSOR: GOSUB .ACTUADOR
310 .REINI
320 RT=0
330 GOSUB .INICPROC
340 GOSUB .DEFALLA
350 .FALLA /
360 DESP2=BCD(99)
370 PR
380 GOSUB .SENSOR
390 PR
400 FOR I=1 TO 5
410 PR CHR$(07);
420 NEXT I

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```

430 PR "FALLA DETECTADA, EL CODIGO EN EL DESPLIEGUE DIGITAL
INDICA LA CAUSA"
440 PR "
"
450 PR: PR"PARA REINICIAR EL PROCESO PRESIONE EL BOTON DE
ARRANQUE"
460 GOSUB .INICIO
470 S(0)=1: GOSUB .ACTUADOR
480 .SENS
490 GOSUB .SENSEN
500 IF E(0)=1 GOTO .SENS
510 GOTO .INIC
520 END
530 '
540 '.....
550 '***** SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE MENSAJE EN PANTALLA *****
560 '.....
570 '
580 .MENSAJE
590 FOR L=1 TO 20
600 PR CHR$(0)
610 NEXT L
620 CUENCAR=490: CARAC=24: GOSUB .IMPCARAC
630 PR "PROGRAMA DE SIMULACION DEL CONTROL DE UN POZO DE AGUA
POTABLE";
640 CUENCAR=329: GOSUB .IMPCARAC
650 FOR L=1 TO 5
660 IF L=1 THEN PR,"          CCCCCC          UU UU          IIIIII"
670 IF (L>1) AND (L<5) THEN PR,"          CC          UU UU
          II "
680 IF L=5 THEN PR,"          CCCCCC          UUUUUU          IIIIII ."
690 NEXT L
700 CUENCAR=640: GOSUB .IMPCARAC
710 PR"MODIFIQUE LA HORA MEDIANTE EL BOTON DE ARRANQUE
(INCREMENTA A MINUTOS),
720 PR"EL BOTON DE PARO (INCREMENTA HORAS) Y EL BOTON DE
INCREMENTO DE PRESION"
730 PR"(TOMA COMO ACTUAL LA HORA DESPLEGADA)"
740 RETURN
750 '
760 '.....
770 '***** SUBROUTINA DE IMPRESION DE CARACTER EN PANTALLA *****
780 '.....
790 '
800 .IMPCARAC
810 FOR L=1 TO CUENCAR

```

```

820 PR CHR$(CARAC);
830 NEXT L
840 RETURN
850 '
860 '.....
870 '..... SUBROUTINA DE LECTURA DE LA HORA .....
880 '.....
890 '
900 .HORA
910 ENACT=INP(P18255)
920 GOSUB .SIGSENS
930 IF E(0)=1 GOTO .SEHORA
940 MIN=MIN+1
950 IF MIN>59 THEN MIN=0
960 GOTO .DEHOR
970 .SEHORA
980 IF E(1)=1 GOTO .SEFIN
990 HOUR=HOUR+1
1000 IF HOUR>24 THEN HOUR=1
1010 GOTO .DEHOR
1020 .SEFIN
1030 IF E(2)=1 GOTO .HORA
1040 GOTO .FINHORA
1050 .DEHOR
1060 MPUT P18256,BCD(MIN)
1070 MPUT P28256,BCD(HOUR)
1080 DELAY 200
1090 GOTO .HORA
1100 .FINHORA
1110 STIME SEC, MIN, HOUR
1120 RETURN
1130 '
1140 '.....
1150 '..... SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE LA HORA ACTUAL .....
1160 '.....
1170 '
1180 .DHYESA
1190 RT=1
1200 GTIME SEC, MIN, HOUR
1210 MPUT P18256,BCD(MIN): MPUT P28256,BCD(HOUR)
1220 GOSUB .RETARDO
1230 FOR N=0 TO BIT1MAX
1240 IF E(N)=0 THEN DES1=0: GOTO .ESC
1250 DES1=BCD(11)
1260 .ESC
1270 MPUT P18256,DES1: MPUT P28256,(N+1)

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```

1280 GOSUB .RETARDO
1290 NEXT N
1300 FOR N=0 TO BIT1MAX
1310 IF S(N)=0 THEN DES1=0: GOTO .ESCR
1320 DES1=BCD(11)
1330 .ESCR
1340 MPUT P18256, DES1: MPUT P28256, BCD(10*N+10)
1350 GOSUB .RETARDO
1360 NEXT N
1370 RT=0
1380 GOSUB .ESTADO
1390 RETURN
1400 '
1410 '.....
1420 '***** SUBROUTINA DE INICIO *****
1430 '.....
1440 '
1450 .INICIO
1460 GOSUB .ESTADO
1470 FOR I=0 TO BIT1MAX
1480 S(I)=0
1490 NEXT I
1500 RETURN
1510 '
1520 '.....
1530 '***** SUBROUTINA DE SENSADO Y ASIGNACION INICIALES *****
1540 '.....
1550 '
1560 .SENSEN
1570 ENTACT=INP(P18255): GOSUB .ASIGSENS
1580 RETURN
1590 '
1600 '.....
1610 '***** SUBROUTINA DE ASIGNACION DE ENTRADAS SENSADAS *****
1620 '.....
1630 '
1640 .ASIGSENS
1650 ES=BIN$(ENTACT)
1660 FOR J=1 TO BITMAX
1670 CS=MID$(ES, J, 1)
1680 E(BITMAX-J)=VAL(CS)
1690 NEXT J
1700 RETURN
1710 '
1720 '.....
1730 '***** SUBROUTINA DE INICIO DEL PROCESO DE ARRANQUE *****

```

```

1740 '.....
1750 '
1760 .INICPROC
1770 DO
1780 GOSUB .SENSEN
1790 UNTIL E(0)=0
1800 ENTANT=ENTACT: GOSUB .SENSOR
1810 IF S(2)=1 THEN S(2)=0
1820 S(1)=1: DESP1=1: DESP2=0: GOSUB .ESTADO
1830 GOSUB .ACTUADOR: DELAY 1000
1840 IF E(7)=0 THEN DESP1=0: EXIT: GOTO .FALLA
1850 S(7)=1: GOSUB .ACTUADOR
1860 RET=2: GOSUB .DESRET
1870 S(7)=0: GOSUB .ACTUADOR: S(6)=1: GOSUB .ACTUADOR
1880 RET=1: GOSUB .DESRET
1890 GOSUB .ESTADO
1900 IF E(5)=0 THEN DESP1=2: EXIT: GOTO .FALLA
1910 S(5)=1: GOSUB .ACTUADOR
1920 IF E(6)=0 THEN DESP1=1: EXIT: GOTO .FALLA
1930 ENTANT=ENTACT: GOSUB .SENSOR
1940 RETURN
1950 '
1960 '.....
1970 '***** SUBROUTINA DE DETECCION DE FALLAS *****
1980 '.....
1990 '
2000 .DEFALLA
2010 GOSUB .DESPRES
2020 GOTO .DEFALLA
2030 RETURN
2040 '
2050 '.....
2060 '***** SUBROUTINA DE ASIGNACION DE FALLA DETECTADA *****
2070 '.....
2080 '
2090 .ENTFALLA
2100 IF E(6)=0 THEN DESP1=1: EXIT: GOTO .FALLA
2110 IF E(5)=0 THEN DESP1=2: EXIT: GOTO .FALLA
2120 IF E(4)=0 THEN DESP1=3: EXIT: GOTO .FALLA
2130 .INTERR
2140 GOSUB .SENSOR
2150 DESP1=2: DESP2=0: GOSUB .INICIO: S(2)=1: GOSUB .ACTUADOR: PR
CHR$(07)
2160 PR: PR "EL PROCESO HA SIDO INTERRUMPIDO, PRESIONE EL BOTON
DE ARRANQUE";
2170 PR " PARA REINICIAR"

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```

2180 PR " _____
                "
2190 PR " _____ "
2200 EXIT: GOTO .REINI
2210 RETURN
2220 '
2230 '.....
2240 '***** SUBROUTINA PARA CAMBIOS DE PRESION *****
2250 '.....
2260 '
2270 .REVPRES
2280 IF E(2)=0 THEN PRES=PRES+10: GOSUB .ASPRE: GOTO .PRESMAY
2290 GOTO .NOINC
2300 .PRESMAY
2310 IF PRES>PMAX THEN DESP1=5: EXIT: GOTO .FALLA
2320 GOTO .NODEC
2330 .NOINC
2340 IF E(3)=0 THEN PRES=PRES-10: GOSUB .ASPRE: GOTO .PRESMEN
2350 GOTO .NODEC
2360 .PRESMEN
2370 IF PRES<PMIN THEN DESP1=4: EXIT: GOTO .FALLA
2380 .NODEC
2390 RETURN
2400 '
2410 '.....
2420 '*** SUBROUTINA DE ASIGNACION PARA DESPLIEGUE DE PRESION ***
2430 '.....
2440 '
2450 .ASPRE
2460 IF PRES=100 THEN CONTPRE=13: REPT=13: DEL=3: GOTO .PULSOS
2470 IF PRES=90 THEN CONTPRE=9: REPT=13: DEL=4: GOTO .PULSOS
2480 IF PRES=80 THEN CONTPRE=7: REPT=10: DEL=6: GOTO .PULSOS
2490 IF PRES=70 THEN CONTPRE=6: REPT=5: DEL=13: GOTO .PULSOS
2500 IF PRES=60 THEN CONTPRE=4: REPT=7: DEL=12: GOTO .PULSOS
2510 IF PRES=50 THEN CONTPRE=3: REPT=6: DEL=16: GOTO .PULSOS
2520 IF PRES=40 THEN CONTPRE=2: REPT=10: DEL=12
2530 .PULSOS
2540 RETURN
2550 '
2560 '.....
2570 '***** SUBROUTINA DE IMPRESION DE ESTADO DE ACTUADORES *****
2580 '.....
2590 '
2600 .ACTUADOR
2610 PR: PR "ESTADO ACTUAL DE LOS ACTUADORES ";
2620 FOR K=0 TO BIT1MAX

```

```

2630 IF S(K)=SANT(K) GOTO .DESPL
2640 IF S(K)=1 THEN SBIT P08255,K: GOTO .ASIGNA
2650 RBIT P08255,K
2660 .ASIGNA
2670 SANT(K)=S(K)
2680 .DESPL
2690 PR S(BIT1MAX-K); " ";
2700 NEXT K
2710 PR: PR TIMES$: PR, " ";
2720 FOR K=BIT1MAX TO 0 STEP -1
2730 PR "S";K;
2740 NEXT K
2750 PR
2760 RETURN
2770 '
2780 '.....
2790 '***** SUBROUTINA DE IMPRESION DE ESTADO DE SENSORES *****
2800 '.....
2810 '
2820 .SENSOR
2830 PR: PR "ESTADO ACTUAL DE LOS SENSORES ";
2840 FOR K=0 TO BIT1MAX
2850 PR E(BIT1MAX-K); " ";
2860 NEXT K
2870 PR: PR TIMES$: PR, " ";
2880 FOR K=BIT1MAX TO 0 STEP -1
2890 PR "E";K;
2900 NEXT K
2910 PR
2920 RETURN
2930 '
2940 '.....
2950 '***** SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE RETARDO *****
2960 '.....
2970 '
2980 .DESRET
2990 MPUT P28256,RET: MPUT P18256,0: DELAY 1000
3000 GOSUB .SENSEN: ENTANT=ENTACT
3010 FOR II=RET-1 TO 0 STEP -1
3020 MPUT P28256,II
3030 FOR JJ=59 TO 0 STEP-1
3040 MPUT P18256,BCD(JJ)
3050 IF (II=0) AND (JJ=0) GOTO .NODEL
3060 FOR HH=1 TO 23
3070 DELAY 1
3080 GOSUB .SENSEN

```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

```

3090 IF ENFACT=ENTANT GOTO .SIGUI
3100 ENTANT=ENFACT
3110 IF RET=1 GOTO .BOMBENC
3120 IF E(7)=0 THEN DESP1=0: EXIT: GOTO .FALLA
3130 IF E(1)=0 THEN EXIT: GOTO .INTERR
3140 GOTO .SIGUI
3150 .BOMBENC
3160 IF (E(1)=0) OR (E(4)=0) THEN EXIT: GOTO .ENTFALLA
3170 IF (E(3)=0) OR (E(2)=0) GOSUB .REVPRE
3180 .SIGUI
3190 NEXT HH
3200 .NODEL
3210 NEXT J
3220 NEXT I
3230 RETURN
3240 '
3250 '.....
3260 '***** SUBROUTINA DE RETARDO *****
3270 '.....
3280 '
3290 .RETARDO
3300 FOR L=1 TO DEL
3310 GOSUB .DESPRES
3320 NEXT L
3330 RETURN
3340 '
3350 '.....
3360 '***** SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE ESTADO ACTUAL *****
3370 '.....
3380 '
3390 .ESTADO
3400 MPUT P18256, DESP1
3410 MPUT P28256, DESP2
3420 RETURN
3430 '
3440 '.....
3450 '**** SUBROUTINA DE DESPLIEGUE DE PRESION EN VOLTIMETRO ****
3460 '.....
3470 '
3480 .DESPRES
3490 FOR O=1 TO REPT
3500 FOR M=1 TO CONTPRE
3510 SBIT P28255,0: RBIT P28255,0: SBIT P28255,0
3520 RBIT P28255,0: SBIT P28255,0: RBIT P28255,0
3530 NEXT M
3540 ENFACT=INP(P18255)

```

```
3550 IF ENTANT<>ENTACT GOSUB .ASIGSENS: GOTO .REVSAL
3560 GOTO .CONCICL
3570 .REVSAL
3580 ENTANT=ENTACT
3590 FOR H=1 TO 6
3600 IF E(H)=1 GOTO .CONTI
3610 IF ((H>3) AND (H<7)) OR (H=1) GOSUB .ENTFALLA
3620 IF (H>1) AND (H<4) GOSUB .REVPRES
3630 .CONTI
3640 NEXT H
3650 IF RT=1 GOTO .CONCICL
3660 IF E(0)=0 GOSUB .DHYESA
3670 .CONCICL
3680 NEXT 0
3690 RETURN
```

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

3. USO DEL SIMULADOR

Escriba o cargue el programa de simulación (programa "CPAP.BAS" en la memoria RAM del sistema SUPERPAT; el diagrama de flujo de dicho programa se muestra antes.

- Ejecute el programa y verifique que inicie con el estado de los sensores en cero.
- Manipule los interruptores y los botones arrancadores del TSPI y pruebe todas y cada una de las posibles trayectorias del diagrama de flujo simplificado.
- Compruebe el estado de los sensores y de los actuadores en el despliegue de 4 dígitos.

Cada vez que un actuador se activa o desactiva, se despliega en pantalla el estado de todos los actuadores S7, S6, S5, ..., S0. Del mismo modo se actualiza el estado de los actuadores en el despliegue de 4 dígitos y en los focos de neón del TSPI.

- Introduzca modificaciones al programa para detectar bajo voltaje en las líneas de alimentación de 115V, utilizando la variable S4 como sensor de voltaje y no como sensor de temperatura. Si $S4 = 0$ el voltaje en las líneas de alimentación es bajo.

Si en el programa se detecta una condición de alarma, se apagarán todos los dispositivos y se pasará a un estado de falla.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

CONTROLADOR UNIVERSAL INDUSTRIAL "CUI"

8. CONCLUSIONES

El Tablero Simulador de Procesos Industriales (TSPI) diseñado y construido está compuesto por el Módulo para Despliegue Digital, el Módulo Manejador de Triacs, el Módulo Convertidor de Frecuencia a Voltaje, los Sensores y los Actuadores.

Los módulos constituyen la interfase entre las líneas de los puertos paralelos de los circuitos 8256 y 8255 del sistema SUPERPAT y los Sensores, Actuadores e indicadores Digital y Analógico.

Por medio del TSPI se da una aplicación funcional al sistema SUPERPAT, ya que conjuntados forman el Controlador Universal Industrial (CUI) cuya finalidad es la de simular procesos industriales y controlarlos en tiempo real, tales como la práctica de "Sistemas de Supervisión y Control" tratada en el capítulo 7.

Cabe mencionar que para realizar el CUI se tuvieron que hacer los circuitos impresos tanto del SUPERPAT como de los Módulos Manejador de Triacs y Despliegue Digital, los cuales se llevaron a cabo siguiendo las normas de diseño de circuitos impresos y utilizando el paquete llamado SMARTWORK.

Este sistema podría aplicarse a un proceso real empleando las interfases adecuadas (relevadores, contactores, etcétera) para activar los actuadores y los sensores necesarios.

El CUI es muy fácil de programar debido a que se está utilizando un Basic que permite el manejo directo de bits de un puerto y la ejecución de varias tareas "al mismo tiempo" (multitareas).

El costo de fabricación aproximado del CUI es de \$600,000.00 pesos y se puede reducir este costo si se produce en serie.

En base a lo anterior se puede concluir que el Controlador Universal Industrial es un sistema de bajo costo y fácil manejo con la capacidad de gobernar diversos dispositivos de alta potencia con un mínimo de esfuerzo humano.

BIBLIOGRAFIA

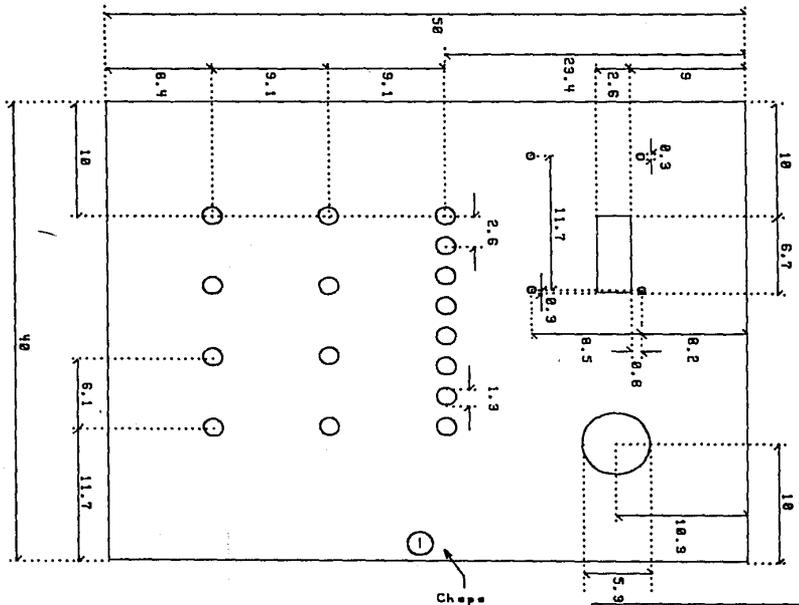
BIBLIOGRAFIA

- Martínez G., Juan B.; Aduna, Alberto.- "SUPERPAT" Controlador Universal para Aplicaciones Industriales. Informe del proyecto 7122 del Instituto de Ingeniería, UNAM. México, 1987.
- Curso Básico de Electrónica Aplicada. Editorial EDDISA. Bogotá, Colombia, 1988. Volúmen 1 fascículo 6.
- Martínez G., Juan B.; Linares M., Anal.- "SAPO" Sistema Automático de Supervisión y Control de Pozos. Informe del proyecto 5130 del Instituto de Ingeniería, UNAM. México, 1986.
- Component Data Catalog. Intel Corporation. U.S.A., 1979.
- Boylestad, Robert; Nashelsky, Louis.- Electrónica, Teoría de Circuitos. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. 1a. Edición, México, 1985.
- Manual de Semiconductores de Silicio. Texas Instruments. Edición Técnica, México, 79/80.
- Martínez G., Juan B.- Apuntes de Microprocesadores y Sistemas Digitales. División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, 1984.
- Catalog of Optoelectronic Products. Monsanto Commercial Products Co. U.S.A., 1977.
- Parker, Sybil.- Diccionario McGraw-Hill de Computación. Editorial McGraw-Hill. 1a. Edición, España, 1987.

- Hombre, Ciencia y Tecnología. Danae, S.A. Encyclopaedia Britannica. México, 1983.
- Multifunction CPU Card; 8256 MUART. Octagon Systems Corporation. U.S.A., 1986.
- ROBASIC Programming guide. Octagon Systems Corporation. U.S.A., 1986.
- Linear Databook. National Semiconductor Corporation U.S.A., 1982.
- Motorola Optoelectronics Device Data. Motorola Inc. U.S.A., 1983.

APENDICE A

PAVEL FROVVAL,
PORTAVARJETAS,
CIRCUITOS IMPRESOS.

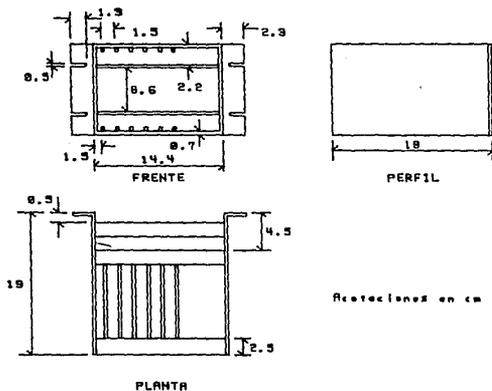


ACOTACIONES EN cm.

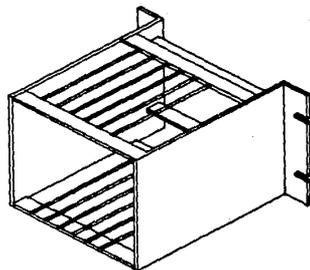
MEDIDAS DEL PANEL FRONTAL

INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM	TAMAÑO A	NO. A1	REV. 1.0
P. 8132	Fecha: 16/FEB/1989	HOJA	DE 1

PROYECCION ORTOGONAL

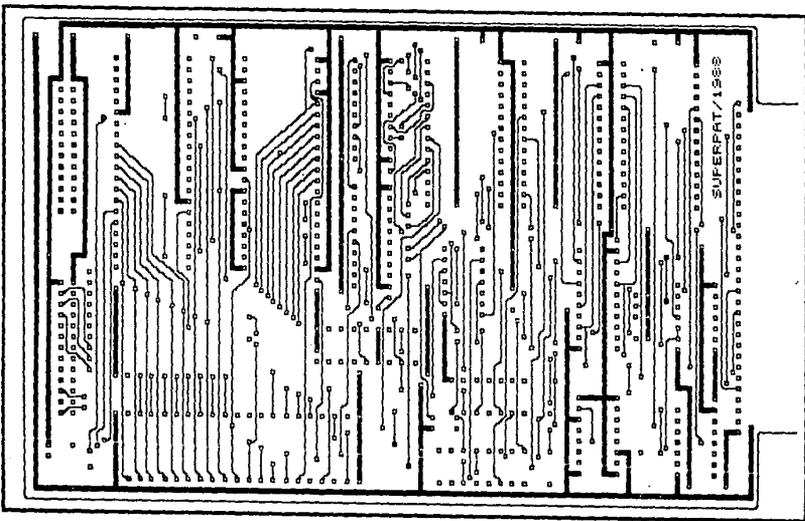


PERSPECTIVA ISOMETRICA

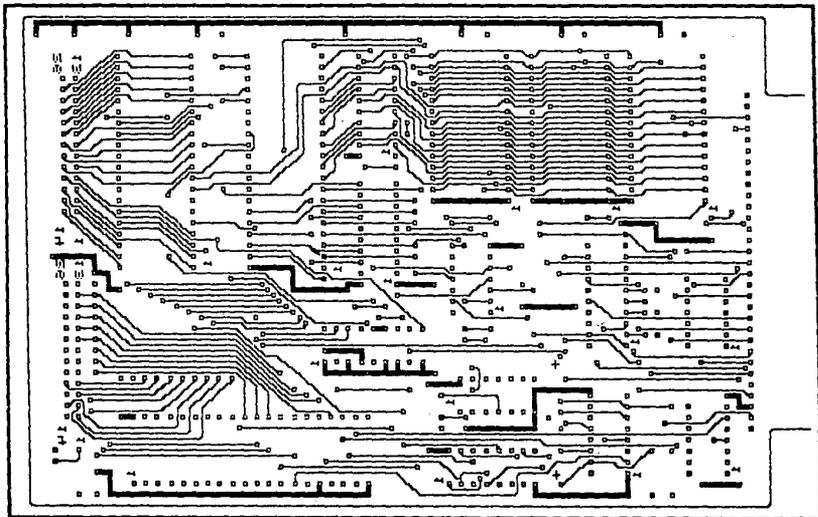


PORTATARJETAS			
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMAÑO	NO.	REV.
P. 8132	UNAA A	AR	1,0
Fecha: 7/ABRIL/1989		HOJA 1 DE 1	

IX checkpoint 1 Jul 1989 20:03:07
spatant.pcb
v1.2 R3 holes: 716 component side
approximate size: 4.45 by 6.33 inches



CIRCUITO IMPRESO SUPERPAT			
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMANO NO.	03	REV. 1.0
P. 8132	Fecha: 17 JULIO 1989	HOJA 1	DE 1

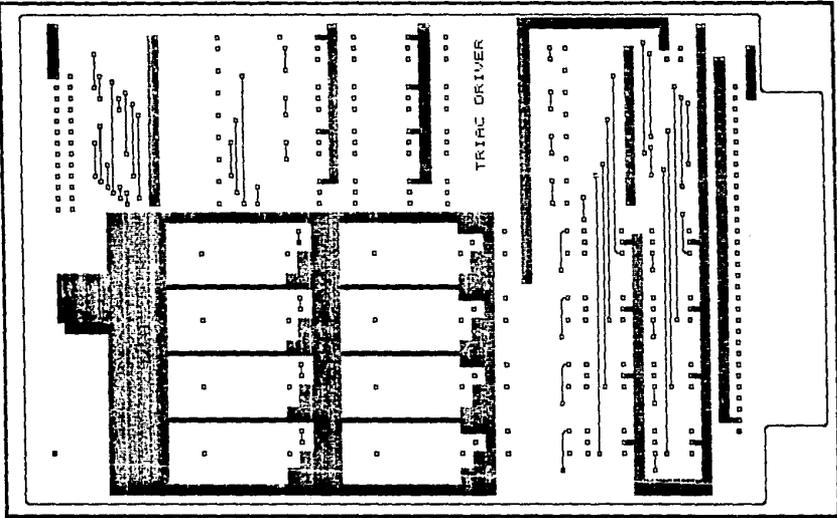


IX checkplot 1 Jul 1989 20:07:52
 spatant.pcb solder side
 v1.2 I3 holes: 716
 approximate size: 4.45 by 6.35 inches

CIRCUITO IMPRESO SUPERPAT

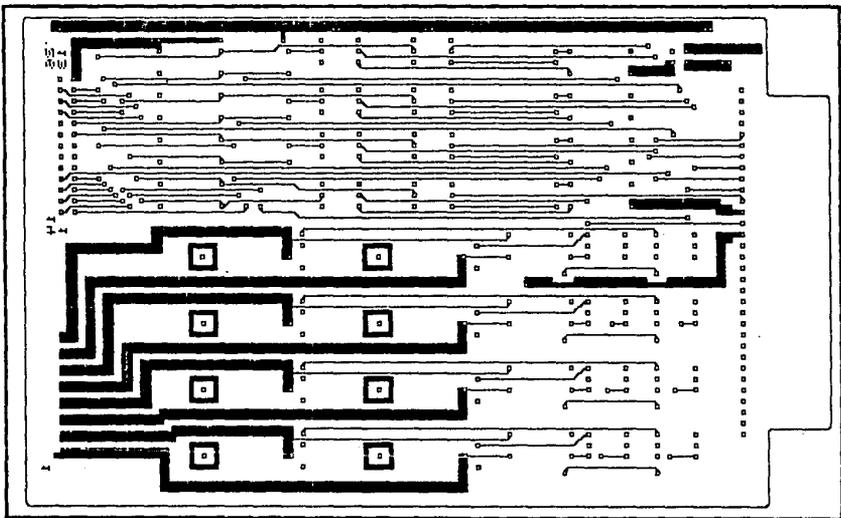
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMANO NO.	REV.
UNAM	A	04
P. 8132	Fecha: 17 JULIO 1989	MDJA 1 DE 1

IX checkpoint 1 Jul 1989 20:12:27
t71.pcb
V1.2 E3 holes: 338 component side
approximate size: 4.45 by 6.35 inches



CIRCUITO IMPRESO TRIAC DRIVER
INSTITUTO DE INGENIERIA TAMANO NO. 85 REV. 1.0
UNAM A
P. 8132 Fecha: 17 JUL 10/1989 MDJA DE 1.0

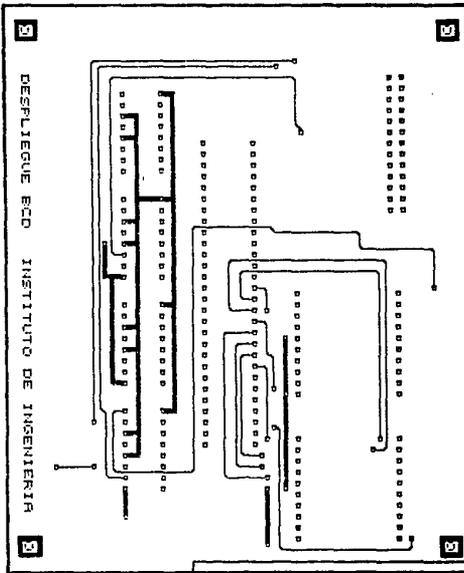
IX checkpoint 1 Jul 1989 20:14:22
tri.pcb
v1.2 f3 holes: 338 solder side
approximate size: 4.45 by 6.55 inches



CIRCUITO IMPRESO TRIAC DRIVER

INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMAÑO NO.	REV.
UNAM	0	1.0
P. 8132 Fecha: 17 JUL 10 / 1989 HOJA 1 DE 1		

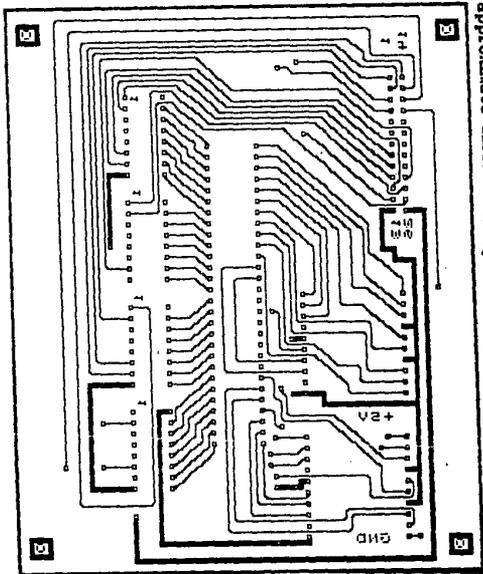
IX checkplot 1 Jul 1989 20:20:07
disp.pcb
v1.2 r3 holes: 210 component side
approximate size: 4.95 by 3.60 inches



DESPLIEGUE ECD INSTITUTO DE INGENIERIA

CIRCUITO IMPRESO DESP. DIGITAL			
INSTITUTO DE INGENIERIA	TAMANO	NO.	REV.
UNAD	A	07	1.0
P. 8132 Fecha: 1/JULIO/1989 HOJA 1 DE 1			

IX checkplot 1 Jul 1989 20:22:48
disp:pcb solder side
vl.2 13 holes: 210
approximate size: 4.95 by 3.60 inches



CIRCUITO IMPRESO DESP. DIGITAL
INSTITUTO DE INGENIERIA TAMANO NO. 88 REV. 1.0
UNAM
P. 8132 Fecha: 1/JUL/10/1989 HOJA 1 DE 1

APENDICE B

PORCENTAJE
DE
RIZADO

APENDICE B

PORCENTAJE DE RIZADO Y CALCULOS DE VOLTAJE

B.1 Porcentaje de Rizado de un Rectificador

El porcentaje de rizado de un voltaje se define por

$$\frac{\text{valor rms de la componente ac de la señal}}{\text{valor promedio de la señal}}$$

el cual puede expresarse como

$$\%r = \frac{V_{r(rms)}}{V_{DC}}$$

Puesto que el voltaje ac de una señal que contiene un nivel dc es

$$v_{AC} = v - V_{DC}$$

el valor rms de la componente ac es

$$\begin{aligned} V_{r(rms)} &= \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v_{AC}^2 d\theta \right]^{1/2} = \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (v - V_{DC})^2 d\theta \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (v^2 - 2V_{DC}v + V_{DC}^2) d\theta \right]^{1/2} \\ &= [V^2_{(rms)} - 2V^2_{DC} + V^2_{DC}]^{1/2} = [V^2_{(rms)} - V^2_{DC}]^{1/2} \end{aligned}$$

donde $V_{(rms)}$ es el valor rms del voltaje total.

Para la señal rectificadora de media onda

$$\begin{aligned} V_{r(rms)} &= [V^2_{(rms)} - V^2_{DC}]^{1/2} \\ &= \left[\left(\frac{V_m}{2} \right)^2 - \left(\frac{V_m}{\pi} \right)^2 \right]^{1/2} \\ &= V_m \left[\left(\frac{1}{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{\pi} \right)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

$$\boxed{V_r(\text{rms}) = 0.385V_m \text{ (media onda)}} \quad (\text{B.1})$$

Para la señal rectificada de onda completa

$$\begin{aligned} V_r(\text{rms}) &= [V^2(\text{rms}) - V^2_{\text{DC}}]^{1/2} \\ &= \left[\left(\frac{V_m}{\sqrt{2}} \right)^2 - \left(\frac{2V_m}{\pi} \right)^2 \right]^{1/2} \\ &= V_m \left[\frac{1}{2} - \frac{4}{\pi^2} \right]^{1/2} \end{aligned}$$

$$\boxed{V_r(\text{rms}) = 0.308V_m \text{ (onda completa)}} \quad (\text{B.2})$$

B.2 Voltaje de Rizado de un Filtro con Condensador

Suponga una forma de onda de rizado triangular como una aproximación y tal como se muestra en la Figura B.1, se puede escribir (ver Figura B.2)

$$V_{\text{DC}} = V_m - \frac{V_r(\text{p-p})}{2} \quad (\text{B.3})$$

Durante la descarga del condensador el cambio de voltaje a través de C es

$$V_r(\text{p-p}) = \frac{I_{\text{DC}} T_2}{C} \quad (\text{B.4})$$

De la forma de onda triangular de la Figura B.1

$$V_r(\text{rms}) = \frac{V_r(\text{p-p})}{2\sqrt{3}} \quad (\text{B.5})$$

(obtenida por cálculos no mostrados).

Usando los detalles de la forma de onda de la Figura B.1 se obtiene

$$\frac{V_{r(p-p)}}{T_1} = \frac{V_m}{T/4}$$

$$T_1 = \frac{V_{r(p-p)}(T/4)}{V_m}$$

También,

$$T_2 = \frac{T}{2} - T_1 = \frac{T}{2} - \frac{V_{r(p-p)}(T/4)}{V_m} = \frac{2TV_m - V_{r(p-p)}T}{4V_m}$$

$$T_2 = \frac{2V_m - V_{r(p-p)} T}{4V_m} \quad (B.6)$$

Puesto que la ecuación (B.3) puede escribirse como

$$V_{DC} = \frac{2V_m - V_{r(p-p)}}{2}$$

podemos combinar la última ecuación con B.6

$$T_2 = \frac{V_{DC} T}{V_m}$$

la cual, cuando se inserta en la ecuación (B.4), da

$$V_{r(p-p)} = \frac{I_{DC}}{C} \left[\frac{V_{DC} T}{V_m} \right]$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$V_{r(p-p)} = \frac{I_{DC}}{2fC} \frac{V_{DC}}{V_m} \quad (B.7)$$

Combinando las ecuaciones (B.5) y (B.7), podemos resolver para

$V_{r(rms)}$

$$V_{r(rms)} = \frac{V_r(p-p)}{2\sqrt{3}} = \frac{I_{DC} V_{DC}}{2\sqrt{3} fC V_m}$$

(B.8)

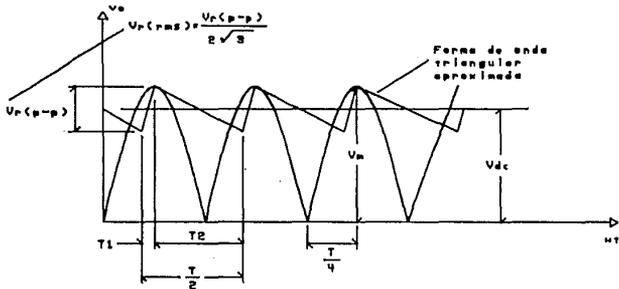


Figure B.1 Voltaje de rizado triangular aproximado para el filtro con condensador.

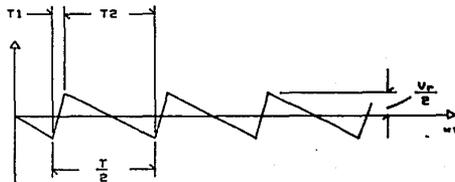


Figure B.2 Voltaje de rizado.

RIZADO			
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM	TAMAÑO A	NO.	REV. 1.0
P. 8132		Fecha: 7/ABRIL/1989	HOJA 1 DE 1

APENDICE C

CARACTERISTICAS
DEL
4N26 Y TIC226D

Optoisolators

QUICK REFERENCE CHART

MODEL NO.		PACKAGE TYPE	CURRENT TRANSFER RATIO	MIN. DC ISOLATION VOLTAGE	MIN. OUTPUT VOLTAGE RATING (V _{CEO})	MAX. TURN-ON R _L = 100 Ω (mA)	
TRANSISTOR OUTPUT	DESIGNER SERIES						
	†MCT271	6 LEAD PLASTIC DIP	45-90%	3150	30 V	7	
	†MCT272	6 LEAD PLASTIC DIP	75-150%	3150	30 V	10	
	†MCT273	6 LEAD PLASTIC DIP	125-250%	3150	30 V	20	
	†MCT274	6 LEAD PLASTIC DIP	225-400%	3150	30 V	25	
	†MCT275	6 LEAD PLASTIC DIP	70-210%	3150	80 V	15	
	†MCT276	6 LEAD PLASTIC DIP	15-60%	3150	30 V	2.5	
	†MCT277	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	1750	30 V	15	
	†MCT2E	6 LEAD PLASTIC DIP	20% MIN.	3550	30 V	-	
	INDUSTRY STANDARD						
	MCT2	6 LEAD PLASTIC DIP	20% MIN.	1500 V	30 V		
	MCT210	6 LEAD PLASTIC DIP	150% MIN.	4000 V	30 V		
	MCT26	6 LEAD PLASTIC DIP	6% MIN.	1500 V	30 V		
	4N25	6 LEAD PLASTIC DIP	20% MIN.	2500 V	30 V		
	4N26	6 LEAD PLASTIC DIP	20% MIN.	1500 V	30 V		
	4N27	6 LEAD PLASTIC DIP	10% MIN.	1500 V	30 V		
	4N28	6 LEAD PLASTIC DIP	10% MIN.	500 V	30 V		
	4N35	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	3550 V	30 V	10	
	4N36	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	2500 V	30 V	10	
	4N37	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	1500 V	30 V	10	
DUAL CHANNEL							
MCT6	8 LEAD PLASTIC DIP	20% MIN.	1500 V	30 V			
MCT66	8 LEAD PLASTIC DIP	6% MIN.	1500 V	30 V			
HERMETIC PACKAGE							
MCT4	TO-46 METAL CAN	15% MIN.	1000 V	30 V			
MCT4R*	TO-46 METAL CAN	15% MIN.	1000 V	30 V			
*Reliability conditioned to MIL-STD-883, Method 5005/B, 100% pre-conditioning.							
DARLINGTON OUTPUT	MCA230	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	1500 V	30 V		
	MCA231	6 LEAD PLASTIC DIP	200% MIN.	1500 V	30 V		
	MCA255	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	1500 V	55 V		
	4N29	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	2500 V	30 V		
	4N30	6 LEAD PLASTIC DIP	100% MIN.	1500 V	30 V		
	4N31	6 LEAD PLASTIC DIP	50% MIN.	1500 V	30 V		
	4N32	6 LEAD PLASTIC DIP	500% MIN.	2500 V	30 V		
	4N33	6 LEAD PLASTIC DIP	500% MIN.	1500 V	30 V		
MODEL NO.		PACKAGE TYPE	DC ISOLATION VOLTAGE	FORWARD BLOCKING VOLTAGE (V _{DRM})	MAX. TURN-ON CURRENT (I _{OP})		
SCR OUTPUT	MCS2	6 LEAD PLASTIC DIP	1500 V	200 V	14.0 mA		
	†MCS2400	6 LEAD PLASTIC DIP	1500 V	400 V	14.0 mA		
	MCS6200†	8 LEAD PLASTIC DIP	1500 V	200 V	14.0 mA		
	MCS6201†	8 LEAD PLASTIC DIP	2500 V	200 V	14.0 mA		
†2 SCR'S (CONNECTED ANODE TO CATHODE)							
MODEL NO.	OUTPUT FORMAT	PACKAGE TYPE	MIN. DC ISOLATION VOLTAGE	MIN. BINARY DATA RATE (BDR)	MAX. TRIGGER (I _P)	TYP. HYSTERESIS (mA)	
HIGH SPEED LOGIC	MCL600	LOGIC GATE TOTEM POLE	8 LEAD PLASTIC DIP	2000 V	0.1 MHz	5.0 mA	1.0 mA
	MCL610	LOGIC GATE TOTEM POLE	8 LEAD PLASTIC DIP	2000 V	1.0 MHz	15 mA	5.0 mA
†FULLY RECOGNIZED PRODUCT							

Monsanto

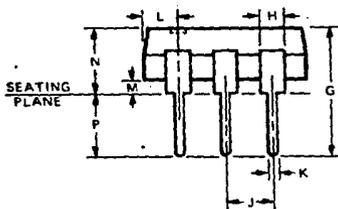
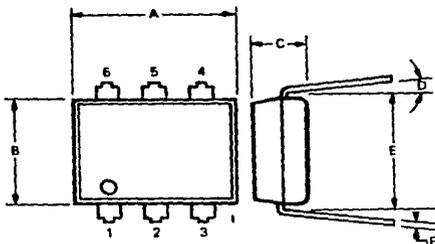
4N25 4N26 4N27 4N28

PHOTOTRANSISTOR OPTOISOLATORS

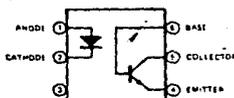
PRODUCT DESCRIPTION

The 4N25, 4N26, 4N27 and 4N28 series of optoisolators have a NPN silicon planar phototransistor optically coupled to a gallium arsenide diode. Each is mounted in a six-lead plastic DIP package.

PACKAGE DIMENSIONS



PACKAGE MATERIALS:
Leads - Tinned with 60/40 tin lead
Body - Silicone plastic



C1339

FEATURES & APPLICATIONS

- AC line/digital logic isolator
- Digital logic/digital logic isolator
- Telephone/telegraph line receiver
- Twisted pair line receiver
- High frequency power supply feedback control
- Relay contact monitor
- Power supply monitor
- Small package size and low cost
- High isolation voltage
- Excellent frequency response

SYMBOL	INCH. MAX.	MM. MAX.	NOTES
A	.365	8.27	
B	.270	6.73	
C	.130	3.18	
D	.15"	.15"	
E	.300 Ref	7.62 Ref	1
F	.014	0.36	
G	.325	8.26	
H	.070	1.78	
J	.110	2.79	
K	.022	0.56	
L	.085	2.16	
M			2
N	.175	4.45	4
P			3

NOTES

1. Installed position of lead centers
2. Four places
3. Overall installed position
4. These measurements are made from the seating plane

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

*Storage temperature	.....	-55°C to 150°C
*Operating temperature at junction	.....	-55°C to 100°C
*Lead temperature (soldering, 10 sec)	.....	260°C
*Total package power dissipation at 25°C ambient (LED plus detector)	.....	250 mW
*Derate linearly from 25°C	.....	3.3 mW/°C

Input diode

*Forward DC current continuous	.....	80 mA
*Reverse voltage	.....	3.0 V
*Peak forward current (300 μs, 2% duty cycle)	.....	3.0 A
*Power dissipation at 25°C ambient	.....	150 mW
*Derate linearly from 25°C	.....	2.0 mW/°C

Output transistor

*Collector emitter voltage (BV _{CEO})	.....	30 V
*Collector base voltage (BV _{CBO})	.....	70 V
*Emitter collector voltage (BV _{ECO})	.....	7 V
*Power dissipation at 25°C ambient	.....	150 mW
*Derate linearly from 25°C	.....	2.0 mW/°C

*Indicates JEDEC Registered Data.

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS (25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

CHARACTERISTICS	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	QUAR. UNITS	TEST CONDITIONS
Input diode						
*Forward voltage	V_F		1.20	1.50	V	$I_F = 50 \text{ mA}$
Capacitance	C		150		pF	$V_R = 0 \text{ V}, f = 1 \text{ MHz}$
*Reverse leakage current			.05	100	μA	$V_R = 3.0 \text{ V}, R_L = 1.0 \text{ M}\Omega$
Output transistor						
DC forward current gain	h_{FE}		250			$V_{CE} = 5 \text{ V}, I_C = 500 \mu\text{A}$
*Collector to emitter breakdown voltage	BV_{CEO}	30	65		V	$I_C = 1.0 \text{ mA}, I_B = 0$
*Collector to base breakdown voltage	BV_{CBO}	70	165		V	$I_C = 100 \mu\text{A}, I_E = 0$
*Emitter to collector breakdown voltage	BV_{ECO}	7	14		V	$I_E = 100 \mu\text{A}, I_B = 0$
*Collector to emitter leakage current (4N25, 4N26, 4N27)	I_{CEO}		3.5	50	nA	$V_{CE} = 10 \text{ V}$ Base Open
*Collector to emitter leakage current (4N28)				100	nA	
*Collector to base leakage current	I_{CBO}		0.1	20	nA	$V_{CB} = 10 \text{ V}$, Emitter Open
Coupled						
*Collector output current (a) (4N25, 4N26) (4N27, 4N28)	I_C	2.0 1.0	5.0 3.0	—	mA	$V_{CE} = 10 \text{ V}, I_F = 10 \text{ mA}, I_B = 0$
*Isolation voltage (b) (4N25) (4N26, 4N27) (4N28)	V_{ISO}	2500 1500 500	— — —	— — —	V	Peak Peak Peak
Isolation resistance (b)			10 ¹¹		Ω	$V = 500 \text{ VDC}$
*Collector-emitter saturation isolation capacitance (b)	$V_{CE}(\text{SAT})$		0.2	0.5	V	$I_C = 2.0 \text{ mA}, I_F = 50 \text{ mA}$
Bandwidth (c) (also see note 2)	B_W		1.3	300	pF kHz	$V = 0, f = 1.0 \text{ MHz}$ $I_C = 2.0 \text{ mA}, R_L = 100 \Omega$ (Figure 12)

*Indicates JEDEC Registered Data.

(a) Pulse Test: Pulse Width = 300 μs , Duty Cycle $\leq 2.0\%$

(b) For this test LED pins 1 and 2 are common and Phototransistor pins 4, 5 and 6 are common.

(c) If adjusted to yield $I_C = 2 \text{ mA}$ and $I_C = 0.7 \text{ mA RMS}$; Bandwidth referenced to 10 kHz

SWITCHING TIMES		TYP.	UNITS	TEST CONDITIONS
Non-saturated				
Collector				
Delay time	t_d	0.5	μs	$R_L = 100 \Omega, I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}$ (Fig. 14)
Rise time	t_r	2.5	μs	
Fall time	t_f	2.6	μs	
Non-saturated				
Collector				
Delay time	t_d	2.0	μs	$R_L = 1 \text{ k}\Omega, I_C = 2 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}$ (Fig. 14)
Rise time	t_r	15	μs	
Fall time	t_f	15	μs	
Saturated				
t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	$t_{on}(\text{SAT})$	5	μs	$R_L = 2 \text{ k}\Omega, I_F = 15 \text{ mA}, V_{CC} = 5 \text{ V}$
t_{off} (from SAT to 2.0 V)	$t_{off}(\text{SAT})$	25	μs	$R_B = \text{Open}$ (Circuit No. 1)
Saturated				
t_{on} (from 5 V to 0.8 V)	$t_{on}(\text{SAT})$	5	μs	$R_L = 2 \text{ k}\Omega, I_F = 20 \text{ mA}, V_{CC} = 5 \text{ V}$
t_{off} (from SAT to 2.0 V)	$t_{off}(\text{SAT})$	18	μs	$R_B = 100 \text{ k}\Omega$ (Circuit No. 1)
Non-saturated				
Base — Collector photo diode				
Rise time	t_r	175	ns	$R_L = 1 \text{ k}\Omega, V_{CB} = 10 \text{ V}$
Fall time	t_f	175	ns	

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES
(25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

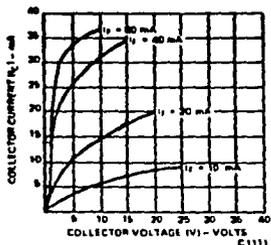


Fig. 1. Collector Current vs. Collector Voltage

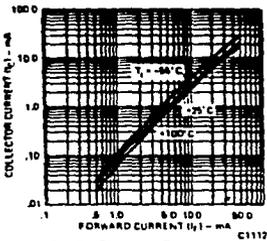


Fig. 2. Collector Current vs. Forward Current

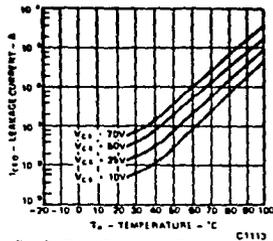


Fig. 3. Dark Current vs. Temperature

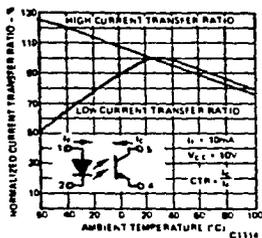


Fig. 4. Current Transfer Ratio vs. Temperature

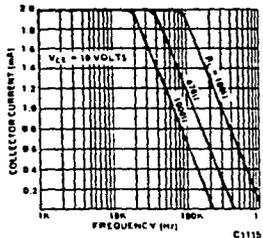


Fig. 5. Collector Current vs. Frequency (see Fig. 12 for circuit)

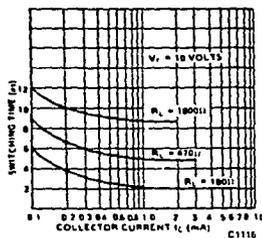
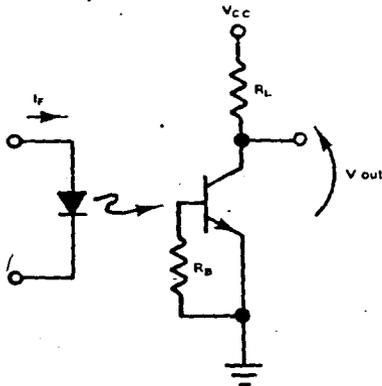


Fig. 6. Switching Time vs. Collector Current (see Fig. 13 for circuit)



Circuit 1

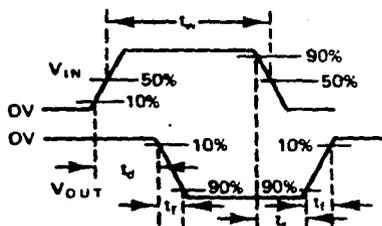


Fig. 7. Pulse Test Definition (Note 3)

C1110

C1117

TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES (Cont'd)

(25°C Free Air Temperature Unless Otherwise Specified)

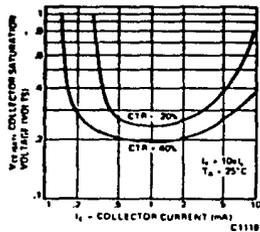


Fig. 8. Saturation Voltage vs. Collector Current

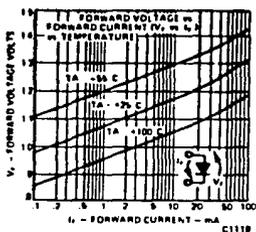


Fig. 9. Forward Voltage vs. Forward Current

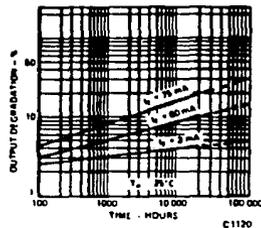


Fig. 10. Lifetime vs. Forward Current

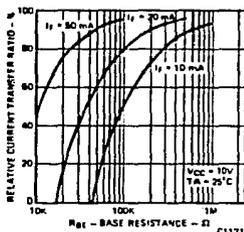


Fig. 10. Sensitivity vs. Base Resistance

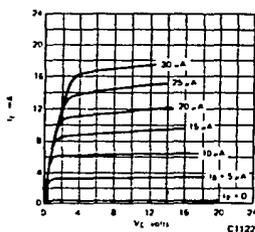


Fig. 11. Detector h_{FE} Curves

OPERATING SCHEMATICS

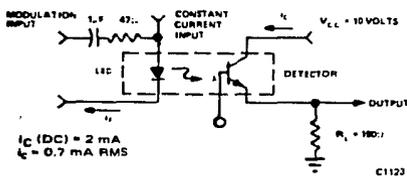


Fig. 12. Modulation Circuit Used to Obtain Output vs. Frequency Plot

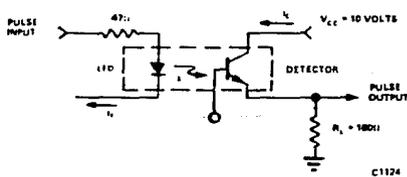


Fig. 13. Circuit Used to Obtain Switching Time vs. Collector Current Plot

NOTES

1. The current transfer ratio (I_C/I_F) is the ratio of the detector collector current to the LED input current with V_{CE} at 10 volts.
2. The frequency at which i_c is 3dB down from the 10 kHz value.
3. Rise time (t_r) is the time required for the collector current to increase from 10% of its final value to 90%. Fall time (t_f) is the time required for the collector current to decrease from 90% of its initial value to 10%.

TIPO TIC2268 TIC2260

TRISTORES BIDIRECCIONALES (TRIACS) DE SILICIO

VALORES MAXIMOS ABSOLUTOS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION (SALVO INDICACION CONTRARIA)†

PARAMETRO	TIC2268	TIC2260	UNID.
V_{DRM} Tensión pico repetitiva de bloqueo - Nota 1	200	400	V
$t_{TRM(50)}$ Cert. del. efectiva de onda completa a lo debajo de 70% de temp. de la cápsula Nota 2	8		μs
I_{TSM} Pico de corriente transitoria directa - onda senoidal completa - Nota 3	70		A
I_{TSM} Pico de corriente transitoria directa de media onda senoidal - Nota 4	80		A
I_{SM} Corriente pico de compuerta	1		A
P_{SM} Disipación pico de compuerta a lo debajo de 85°C de temperatura en cápsula cuando el pulso 200 μs	2.2		W
P_{θ} Disipación promedio de potencia en la compuerta a lo debajo de 85°C de temperatura en la cápsula - Nota 5	0.9		W
Rango de temperatura ambiente de operación	-40 a 110		°C
Rango de temperatura de almacenamiento	-40 a 125		°C
Temperatura en las terminales a 1.8 mm de la cápsula durante 10 segundos	220		°C

† Todos los valores de máxima deben repetirse al terminal principal 1

NOTAS:

- Estos valores se aplican bidireccionalmente con un determinado valor de resistencia entre el terminal principal 1 y la compuerta.
- Estos valores son para operar con onda senoidal completa de 50 Hz a 50 Hz, con carga resistiva. Por encima de 70°C disminuirá linealmente.
- Estos valores se aplican para onda senoidal completa de 50 Hz, cuando el dispositivo quede a lo debajo del rango de tensión de pico inverso y de corriente directa. El transistor puede repetirse después que el dispositivo vuelve a su equilibrio térmico original. Durante el transitorio puede perderse el control de compuerta.
- Estos valores se aplican para media onda senoidal de 50 Hz, en iguales condiciones que la nota 2. El transistor puede repetirse una vez que el dispositivo vuelve a su equilibrio térmico original. Durante el transitorio puede perderse el control de la compuerta.
- Estos valores se aplican un promedio máximo de tiempo de 10.0 ms.

TEXAS INSTRUMENTS

TIPOS TIC2268, TIC2260
TRISTORES BIDIRECCIONALES (TRIACS) DE SILICIO

CARACTERISTICAS ELECTRICAS A 25°C DE TEMPERATURA AMBIENTE (SALVO INDICACION CONTRARIA)†

PARAMETRO	CONDICIONES DE PRUEBA		MIN. TYP. MAX.	UNID.	
	V_{DRM}	I_{SM}			
I_{DRM} Corriente pico rep. bloque	$V_{DRM} = V_{DRM(max)}$, $I_{SM} = 0$, $T_C = 85°C$			±7	mA
	$V_{CC} = +12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	15	50	
I_{oTSM} Corriente de disparo de comp.	$V_{CC} = +12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	-25	-50	mA
	$V_{CC} = -12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	-30	-80	
	$V_{CC} = +12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	75		
	$V_{CC} = -12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	0.8	2.5	
V_{oTSM} Tensión pico de disp. de comp.	$V_{CC} = +12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	-1.2	-2.5	V
	$V_{CC} = -12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	-1.2	-2.5	
V_{DRM} Tensión pico de dr.	$V_{CC} = +12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	1.2		V
	$V_{CC} = -12V$	$R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} > 20\mu s$	1.2		
I_{SM} Corriente recomputada	$V_{CC} = +12V$	$I_{\theta} = 100mA$, $t_{puls} = 100\mu s$	±2.1		V
	$V_{CC} = -12V$	$I_{\theta} = 0$, $I_{SM} = 500mA$	20	80	mA
I_{SM} Corriente de disparo	$V_{CC} = +12V$	Nota 7	-30	-80	mA
	$V_{CC} = -12V$	Nota 7	30	70	mA
dV/dt Variación cr. tensión bloqueo	$V_{DRM} = V_{DRM(max)}$	$I_{SM} = 0$, $T_C = 85°C$	-80	-70	V/μs
dI/dt Variación cr. tensión de compu.	$V_{DRM} = V_{DRM(max)}$	$I_{SM} = 12A$, $T_C = 85°C$	5		V/μs

† Todos los valores de máxima deben repetirse al terminal principal 1

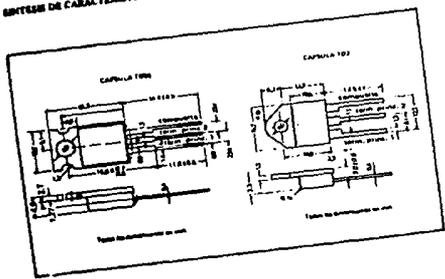
- Estos parámetros deben medirse usando técnicas de pulso, $t_{puls} \leq 1$ ms, ciclo de trabajo 20%. Los conductores del sensor de tensión inductor de las conexiones que administran corriente, se deben colocar en el interior, a 3.2 mm del cuerpo del dispositivo.
- El triac se enciende por una fuente de pulso de 15 V (amplitud a circuito abierto) con un generador de las siguientes características: $R_{\theta} = 100 \Omega$, $t_{puls} = 20 \mu s$, $t_r \leq 15 \mu s$, $t_f = 1$ KHz

PARAMETRO	CARACTERISTICAS TERMICAS	
$R_{\theta JC}$ Resistencia Térmica Junction-Cápsula	84.8	°C/W
$R_{\theta JA}$ Resistencia Térmica Junction-Ambiente	1.8	°C/W
	82.9	°C/W

TEXAS INSTRUMENTS

TIPOS TIC208, TIC216, TIC226, TIC236, TIC246
 TRIACISTOS BIDIRECCIONALES (TRIACS) DE SILICIO

RESUMEN DE CARACTERISTICAS



DESCRIPCION:

Este dispositivo es un triac bidireccional, el cual puede ser disparado, (de bloqueo a conduccion) por señal de compuerta positiva o negativa, indistintamente, con el terminal principal polarizado tambien positivo o negativo respectivamente.

TIPO	TIC208			TIC216			TIC226			TIC236			TIC246		
	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D	A	B	D
Tension pico de bloqueo en la compu. controlada	100	200	400	100	200	400	200	400	200	400	200	400	200	400	400
Corriente promedio en la compu. controlada	10mA			10mA			10mA			10mA			10mA		

TIPOS TIC208
 TRIACISTOS BIDIRECCIONALES (TRIACS) DE SILICIO

VALORES MAXIMOS ABSOLUTOS EN EL RANGO DE TEMPERATURA DE OPERACION (SALVO INDICACION CONTRARIA!)

PARAMETRO	A	B	D	UNIDAD
V_{VDRM}	Tension pico repetitiva de bloqueo			rule 1
I_{TAV}	100	200	400	V
I_{TSM}	Corr. de. efec. de onda completa a 0.5 ciclos (TPC de temp. de la cara (rule 2))			3
I_{TSM}	Pico de corriente (triacista de onda senoidal completa)			rule 3
I_{TSM}	Corriente pico de compuerta			± 1
t_{on}	Rango de temperaturas ambiente de operacion			- 40 a 125
t_{off}	Rango de temperaturas de almacenamiento			- 40 a 125
t_{on}	Temperatura en los terminales a 1,5 mm de la capata durante 10 segundos			230

1. A menos que se indique lo contrario, los valores nominales se refieren a temperatura ambiente.
2. El valor de corriente pico repetitiva de bloqueo se refiere a la corriente de onda completa de 50% de ancho de pulso, con un periodo de 100 μs, y un tiempo de subida de 100 ns. El tiempo de subida de 100 ns se refiere a la corriente de onda completa de 50% de ancho de pulso, con un periodo de 100 μs, y un tiempo de subida de 100 ns.
3. El valor de corriente pico de compuerta se refiere a la corriente de onda completa de 50% de ancho de pulso, con un periodo de 100 μs, y un tiempo de subida de 100 ns.
4. El tiempo de subida de 100 ns se refiere a la corriente de onda completa de 50% de ancho de pulso, con un periodo de 100 μs, y un tiempo de subida de 100 ns.
5. El tiempo de subida de 100 ns se refiere a la corriente de onda completa de 50% de ancho de pulso, con un periodo de 100 μs, y un tiempo de subida de 100 ns.

CARACTERISTICAS TERICAS

PARAMETRO	TIPO	UNIDAD
V_{VDRM}	100	V
I_{TAV}	10	mA
I_{TSM}	3	mA
I_{TSM}	± 1	mA
t_{on}	- 40 a 125	°C
t_{off}	- 40 a 125	°C
t_{on}	230	°C

CARACTERISTICAS ELECTRICAS A 25°C DE TEMPERATURA AMBIENTE (SALVO INDICACION CONTRARIA!)

PARAMETRO	CONDICIONES DE PRUEBA	VALORES TERICOS	UNIDAD
I_{TAV}	Corriente pico repet. bloqueo	$V_{VDRM} = V_{VDRM(max)}$, $I_G = 0$, $T_C = 25°C$	± 1 mA
I_{TSM}	Corriente de disparo de comp.	$V_{CC} = +12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	5
		$V_{CC} = +12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	-5
		$V_{CC} = -12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	-5
		$V_{CC} = -12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	10
V_{DTRM}	Tension pico de disp. de comp.	$V_{CC} = +12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	2
		$V_{CC} = +12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	-2
		$V_{CC} = -12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	2
		$V_{CC} = -12V$, $R_L = 100 \Omega$, $t_{off} \geq 20 \mu s$	2
V_{DRM}	Tension pico dv.	$I_{TAV} = 5 \text{ mA}$, $I_G = 50 \text{ mA}$, $V_{G} = 0$	± 2.2 V
I_G	Corriente de disparo	$V_{CC} = +12V$, $I_G = 0$, $I_{TAV} = 100 \text{ mA}$	30
		$V_{CC} = -12V$, $I_G = 0$, $I_{TAV} = 100 \text{ mA}$	-30

APENDICE D

PROGRAMACION
DEL
ADART 8256

3- Cambia el número de bits de paro a 2.

Registro de Comando 1

S1		S0					
	1	0					

>10 MPUT 0C000H, (MGET(0C000H) AND 11101111#
OR 00100000#)

4- Cambia el número de bits de datos a 7.

Registro de Comando 1

L1	L0						
0	1						

>10 MPUT 0C000H, (MGET(0C000H) AND 01111111#
OR 01000000#)

5- Cambia el Baud Rate a 19.2K.

Registro de Comando 2

			B3	B2	B1	B0
			0	0	1	1

>MPUT 0C002H, (MGET(0C002H) OR 00000011#
AND 11110011#)

6- Cambia a paridad par.

Registro de Comando 2

PEN	EP						
1	1	1	1	1	1	1	1

>MPUT 0C002H, (MGET(0C002H) OR 11000000#)

C- Grupo de E/S - Parámetros puerto 1

- 1- Configura los bits 0, 1 y 7 como entradas, y los bits 2, 3, 4, 5 y 6 como salidas, entrando y después saliendo del Puerto 1.

Registro de Control del Puerto 1

P17	P16	P15	P14	P13	P12	P11	P10
0	1	1	1	1	1	0	0

>MPUT 0C008H,01111100#

Registro del Puerto 1

07						D1	D0
----	--	--	--	--	--	----	----

>X=MGET(0C010H)

Registro del Puerto 1

D6	D5	D4	D3	D2
1	1	1	1	1

>MPUT 0C010H,01111100#

D- Grupo de interrupciones

- 1- Deshabilita la interrupción del receptor y la interrupción del puerto.

Registro para Desactivar Interrupciones

		L4				L1	
	/	1				1	

>MPUT 0C00CH,00010010#

2- Habilita la interrupción del receptor.**

Registro para Activar interrupciones

L4

			1				
--	--	--	---	--	--	--	--

>MPUT 0C00AH,00010000#

3- Lee y reconoce la última interrupción recibida.

La entrada se divide entre 4 a fin de hacer el número recogido igual al nivel de interrupción (del 0 al 7).

Registro de Dirección de Interrupción

D4 D3 D2

		IL2	IL1	ILO		
--	--	-----	-----	-----	--	--

>X=MGET(0C00CH)/4

- La declaración CLEARITR de BASIC no limpia el Registro para Desactivar Interrupciones.
- La declaración ONITR de BASIC no activa la interrupción en el Registro para Activar Interrupciones.

E- Grupo de temporizadores/contadores

1- Deshabilita la interrupción del temporizador 3, carga el temporizador 3 con 100 y rehabilita la interrupción.

Registro para Desactivar Interrupción

L3

			1			
--	--	--	---	--	--	--

>MPUT 0C00CH,00001000#

Registro del Temporizador 3

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

>MPUT 0C018H,01100100#

Registro para Activar Interrupción

L3							
				1			

>MPUT 0C00AH,00001000#

- 2- Deshabilita la interrupción del temporizador 3, conecta en cascada los temporizadores 3 y 5, carga el temporizador 5 con un 15, y rehabilita la interrupción. (El temporizador 3 se cargará automáticamente con un 255 produciendo una cuenta total de $15 \times 256 + 255 = 4095$. Cuando se utiliza un reloj de 16MHz, cada cuenta es de 62.5 microsegundos. En este ejemplo, el temporizador tomará tiempo de $4095 \times 62.5 = 255,937.5$ microsegundos, lo cual es alrededor de 0.25 segundos).

Registro para Desactivar Interrupción

L3							
				1			

>MPUT 0C00CH,00001000#

Registro de Modo

T35							
1							

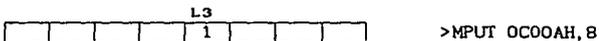
>MPUT 0C006H,(MGET(0C006H) OR 1000000#)

Registro del temporizador 5

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

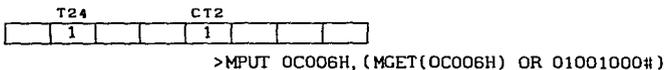
>MPUT 0C01CH,15

Registro para Activar Interrupción

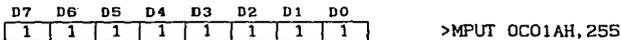


3- Conecta en cascada los temporizadores/contadores 2 y 4 para formar un contador de eventos de 16 bits y carga el temporizador/contador 4 con un 255. El temporizador/contador 2 se cargará automáticamente con un 255. La cuenta se decrementa con cada transición de nivel bajo a alto del bit 2 del Puerto 1. Los registros de los temporizadores/contadores 2 y 4 se pueden leer para obtener la cuenta o los registros se pueden cargar con la cuenta deseada y la interrupción generada por el registro del temporizador/contador 2, cuando llega a 0 (cero), se puede usar para indicar que se ha alcanzado la cuenta deseada.

Registro de Modo



Registro del Temporizador 4



- Cuando un contador llega a una cuenta menor de 0, se borra la interrupción automáticamente. Cuando se vaya a utilizar de nuevo el temporizador, se debe rehabilitar utilizando el Registro de Establecimiento de Interrupción.