

**UNIVERSIDAD DON BOSCO.**



**RECTOR**

**ING. FECERICO MIGUEL HUGUET RIVERA.**

**SECRETARIO GENERAL**

**PBRO. PEDRO JOSÉ GARCÍA CASTRO, S.D.B.**

**DECANO DE LA FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS**

**ING. RICARDO SILIEZAR**

**ASESOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ING. EDGARDO CRUZ ZELEDÓN**

**JURADO EVALUADOR**

**ING. HERBER PINEDA**

**ING. HÉCTOR CARÍAS.**

**TÉC. MARCOS VILLALTA.**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO.**




**FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS.**

**JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE EVALUACIÓN.**

**Sistema de Control por Computadora del  
Equipo hidráulico y neumático de la  
Universidad Don Bosco.**

  
\_\_\_\_\_  
ING. HERBER PINEDA.

  
\_\_\_\_\_  
ING. HÉCTOR CARÍAS.

  
\_\_\_\_\_  
TÉC. MARCOS VILLALTA.

  
\_\_\_\_\_  
ING. EDGARDO CRUZ ZELEDÓN.

UNIVERSIDAD DON BOSCO.  
FACULTAD DE ESTUDIOS TECNOLÓGICOS.



## **Sistema de Control por Computadora del Equipo hidráulico y neumático de la Universidad Don Bosco.**

**ALUMNOS:**

CANJURA CHÁVEZ, HERUBEY ANTONIO.  
SANTAMARÍA VALLE, CARLOS ROBERTO.

**CARRERA:**

TEC. EN ING. ELECTRÓNICA.  
TEC. EN ING. ELECTRÓNICA.



**ASESOR:**  
**ING. EDGARDO CRUZ ZELEDÓN.**

**CIUDADELA DON BOSCO, 20 DE DICIEMBRE DEL 2000.**

**INDICE.**

<b><u>INTRODUCCIÓN.</u></b> .....	<b>1</b>
<b><u>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.</u></b> .....	<b>3</b>
PROGRAMA DEL USUARIO.....	4
INTERFASE-ETAPA DE POTENCIA. ....	5
SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS. ....	5
DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL . ....	6
<b><u>FIGURAS EXISTENTES EN EL DOCUMENTO</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>LISTA DE TABLAS EXISTENTES EN EL DOCUMENTO</u></b> .....	<b>7</b>
<b><u>CAPITULO I.</u></b> .....	<b>8</b>
<b>1. HARDWARE DEL PROYECTO.</b> .....	<b>8</b>
1.1. ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS.....	8
1.2. LA TARJETA MADRE (MOTHERBOARD).....	8
1.3. SISTEMA DE MEMORIA. ....	9
1.4. EL MAPA DE MEMORIA DEL SISTEMA. ....	10
1.5. EL CONTROLADOR PROGRAMABLE DE INTERRUPCIONES.....	11
1.6. SISTEMA DE BUSES.....	12
1.7. EL BUS DE DIRECCIONES.....	13
1.8. EL BUS DE DATOS. ....	13
1.9. INTERFASE - ETAPA DE POTENCIA.....	14
1.9.1. Interconexión de la interfase con la computadora. ....	14
<i>1.9.1.1. Direcciones de Puertos de Entrada y Salida.</i> .....	14
1.9.2. Organización de entrada y salida. ....	16
1.9.3. Interfaces de E/S. ....	17
1.9.4. Interfaz en paralelo.....	18

2.3. Funcionamiento del programa.....	59
2.4. FLUJOGRAMA GENERAL.....	74
2.3.1. Selección y configuración de actuadores para secuencia.....	74
2.3.1. Selección y configuración de actuadores para secuencia.....	75
<b><u>LIMITANTES.....</u></b>	<b><u>78</u></b>
<b><u>SUGERENCIAS. ....</u></b>	<b><u>78</u></b>
<b><u>CONCLUSIONES. ....</u></b>	<b><u>79</u></b>
<b><u>BIBLIOGRAFÍA. ....</u></b>	<b><u>81</u></b>
<b><u>ANEXOS</u></b>	

## **INTRODUCCIÓN.**

En El Salvador poco a poco se ha ido incursionando los equipos automatizados en la industria, a tal grado que ciertas empresas de prestigio ya han logrado en su totalidad un amplio control automático en sus máquinas y en su producción.

Esto hace que la industria progrese económicamente con eficiencia, mejore en su calidad de producción, la hace más competitiva y presenta a la sociedad un producto hecho en El Salvador con manos salvadoreñas.

Motivados en las premisas anteriores y aún más en lo ventajoso y versátil que es dicho campo, la Universidad Don Bosco se ha demarcado, como principal prioridad, lograr en los estudiantes, una síntesis entre conocimientos académicos y su aplicación técnica, de tal manera que desarrolla diferentes programas para llevar a cabo este cometido.

Uno de ellos es el trabajo de graduación que pretende garantizar la capacidad académica y técnica de los estudiantes. Para la elaboración de dicho trabajo, en el nivel de estudios superiores de tecnológico, se ha establecido un procedimiento que fundamentalmente establece tres pasos: elaboración del anteproyecto, elaboración del proyecto y evaluación.

En esta ocasión se ha realizado un proyecto, el cual pretende implementar un **“Sistema de Control por Computadora del Equipo Hidráulico y Neumático de la Universidad Don Bosco”**.

En el documento se presenta una serie de informaciones básicas con las que se muestran la necesidad del dicho sistema de control y sobre todo la gran utilidad pedagógica que se puede lograr con él en el laboratorio de hidráulica y neumática.

Uno de los objetivos principales de este proyecto es, como se mencionó antes, lograr automatizar un entrenador del laboratorio de hidráulica y neumática para que sea utilizado por los alumnos de la Universidad Don Bosco o aquellas personas que reciben curso libres y desean aprender dicha rama de una manera más versátil, técnica y fácil.

Con dicho proyecto se pretende fusionar diversa especialidades practicadas a lo largo de los estudios superiores de tecnología, las cuales son: electricidad, electrónica, computación, hidráulica y neumática que en la actualidad se sirven una de la otra.

## **DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**

En el presente documento se detallan los aspectos más importantes de controlar el equipo de hidráulica y/o neumática de la Universidad Don Bosco por medio de una computadora, un programa, una interfase y una etapa de potencia.

La computadora se utiliza como medio de comunicación entre el usuario y el programa; éste último será el que tendrá la posibilidad de controlar o dirigir los procedimientos de acción hacia el sistema hidráulico y neumático.

El programa se ha trabajado en ambiente Windows (Ventanas), es decir, que se implementó una plataforma de acción que facilite, lo más posible, el uso del programa al usuario, esto, con la finalidad de poderlo controlar también de una forma manual siempre desde la computadora.

Como se dijo anteriormente, tanto el programa como la interfase-etapa de potencia, están capacitados para dirigir los sistemas hidráulico y/o neumático, de manera que existe la posibilidad de automatizar el sistema implementado, ya sea con un rutina preestablecida o con la posibilidad de que el usuario la coloque a su gusto. El control o el mando se puede hacer por medio del mouse (automático) o del teclado (manual).

El cerebro de todo este sistema es el programa, ya que de él depende el funcionamiento del equipo en total. A éste se le delega la parte de configurar a la interfase

para que luego ésta funcione como monitoreo de entrada y salida de datos, es decir, como puente de intercomunicación entre la PC+Programa, interfase-etapa de potencia y la parte sistemas hidráulicos y neumáticos.

El sistema tiene la posibilidad de ejercer las siguientes funciones:

- Selección de rutina por usuario.
- Controlar las variables de estado de entrada y salida del sistema.
- Por medio de el control de las variables manejar el sistema hidráulico y neumático.

Este proyecto está compuesto de tres partes principales que son:

- Programa del Usuario.
- Interfase-etapa de potencia.
- Sistema hidráulico y neumático.

### ***Programa del usuario.***

El programa que maneja el sistema hidráulico/neumático, se encarga de controlar los cilindros del módulo de prácticas en una manera ordenada y secuencial de acuerdo a lo determinado antes de iniciar la rutina.

Es decir, previo al arranque de la rutina, el usuario tendrá la oportunidad de escoger una de muchas secuencias predeterminadas, o tiene la opción de poder ajustar una secuencia según sea su necesidad y/o preferencia.

### ***Interfase-etapa de potencia.***

La interfase es una parte vital, porque sirve de puente de comunicación entre el sistema hidráulico/neumático y la computadora que contiene el programa del usuario.

Todas las órdenes que se envíen a los elementos a controlar no pueden ser exportadas directamente de la computadora a estos, por lo que la interfase se hace necesaria, ya que adecua las señales para que la computadora y el sistema externo trabajen conjuntamente y sin ningún tipo de conflicto o riesgo.

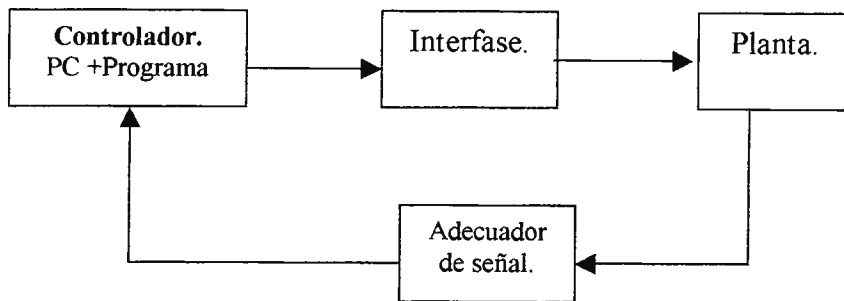
### ***Sistemas hidráulicos y neumáticos.***

Estos sistemas están compuestos por electroválvulas, cilindros, y otros dispositivos esenciales para su funcionamiento descritos más adelante.

Dentro del proyecto, estos elementos son en sí a los que se pretende controlar por medio de el programa utilizando una interfase y una etapa de potencia, sin descartar a la computadora.

Se desea tener la capacidad de manejar los dos tipos de sistemas, el hidráulico y neumático a la vez o por separado, de esta manera se podrán realizar diversas tareas utilizando ambos sistemas.

**Diagrama de bloques general .**



Las partes expuestas anteriormente, se presentarán de forma más detallada en las próximas páginas.

## Figuras existentes en el documento.

### Capítulo 1.

- Figura 1.1. Esquema de la utilización de la memoria en los PC.
- Figura 1.2. Ranuras de Slot de la PC.
- Figura 1.3. Diagrama de bloques del registro de control.
- Figura 1.4. Diagrama de bloques de la Interfaz.
- Figura 1.5. Interfaz paralela.
- Figura 1.6. Etapa de aislamiento y etapa d potencia.
- Figura 1.7. Adecuador de señal.
- Figura 1.8. Acciones de solenoides.
- Figura 1.9. Diferencia entre los cilindros de acción simple y acción doble.
- Figura 1.10. Cilindro hidráulico tipo ariete.
- Figura 1.11. Cilindro de doble acción típico.
- Figura 1.12. Cilindro de doble acción.
- Figura 1.13. Cubierta que contiene a los circuitos del sistema.
- Figura 1.14. Vista de planta de la caja.
- Figura 1.15. Vista de perfil de la caja.
- Figura 1.16. Vista trasera de la caja de conexión.

### Capítulo 2.

- Figura 2.1. Carátula de presentación del proyecto.
- Figura 2.2. Ventana principal.
- Figura 2.3. Ventana principal, Elección de Actuadores.
- Figura 2.4. Selección de Actuadores.
- Figura 2.5. Actuadores seleccionados.
- Figura 2.6. Ventana principal; Selección de programación de actuadores.
- Figura 2.7. Ventana de Programación de Secuencia.
- Figura 2.8. Borrar secuencia.
- Figura 2.9. Colocación de pistones.
- Figura 2.10. Propiedades del pistón.
- Figura 2.11. Prueba de actuadores.
- Figura 2.12. Acción no completada de los actuadores.
- Figura 2.13. Ventana de Acerca de.

## Lista de tablas existentes en el documento.

### Capítulo 1.

- Tabla 1.** Puertos de E/S en rango hexadecimal.
- Tabla 2.** Descripción de los pines del Bus ISA.
- Tabla 3.** Direcciones dela tarjeta de interfaz.
- Tabla 4.** Resumen de los modos de operación del 8255 A.
- Tabla 5.** Descripción de las electroválvulas del laboratorio.

# **CAPITULO I.**

## **1. HARDWARE DEL PROYECTO.**

A continuación se detallan las partes principales de una PC, la forma en que trabaja y algunos aspectos de información general; de igual forma se presenta la manera de comunicación de la PC con los periféricos por medio de los buses, direcciones y memorias.

### **1.1. ARQUITECTURA DE COMPUTADORAS.**

Se presenta como base para diseño de Hardware, una descripción de los sistemas y subsistemas que compone una tarjeta madre (motherboard) y como se organizan las operaciones y dispositivos de Entrada/Salida (E/S).

### **1.2. LA TARJETA MADRE (MOTHERBOARD).<sup>1</sup>**

Esta tarjeta representa el corazón de todo el sistema y está conformada por una tarjeta con un circuito impreso a doble lado, compuesto por varios circuitos integrados de tecnología de alta integración.

Los dispositivos más importantes de una motherboard son los siguientes:

- El microprocesador de la familia 80XXX

---

<sup>1</sup> PINEDA-MARTINEZ, Gerber-Wilber, Diseño de un adquisitor de datos de una PC para la implementación de un osciloscopio. Ed. UDB, Tesis de tecnológico. Pág. 18-23.

- El coprocesador matemático
- La memoria ROM (Read Only Memory)
- La memoria RAM (Random Access Memory)

Sistema de soporte para el microprocesador constituido por:

- El controlador programable de interrupciones
- El controlador DMA
- El generador de reloj
- El contador de intervalos de tiempo programable
- Controladores de video
- Controladores de Entrada/Salida
- Conectores (SLOTS) para entradas y salidas I/O

### **1.3. SISTEMA DE MEMORIA.**

La memoria del computador se encuentra dividida en: memoria fija ROM (Read Only Memory) y en memoria volátil RAM (Random Access Memory). El número y la capacidad de almacenamiento de los chips que hay en el ordenador determinan la cantidad de memoria que se puede utilizar para los programas y los datos. Aunque esto varía de un ordenador a otro, todos vienen con un mínimo de 40 KB de ROM y entre 64 KB y 2MB de RAM; tanto la capacidad de la RAM como de la ROM puede aumentarse instalando chips adicionales, pero esta división es sólo el punto de vista físico de la memoria, un programa no ve la memoria como un conjunto de chips individuales, sino como conjunto de millones de celdas de almacenamiento.

Cada byte se relaciona con una dirección numérica de 20 bits; en el esquema de memorias del 8086, esto le da un espacio de direcciones en un rango de valores comprendiendo entre 00000H a FFFFFH, (0 a 1048576 en notación decimal).

De la misma forma, el esquema de direccionamiento de 24 bits del 80286 le permite utilizar valores de direcciones extendidas en el rango 000000H a FFFFFFFH, o 16 MB. El 80386 y el 80486 pueden utilizar direcciones extendidas de 32 bits, con lo que el valor de la dirección máxima es de 4294967296 bytes, o 4 giga bytes (GB) de memoria.

#### **1.4. EL MAPA DE MEMORIA DEL SISTEMA.**

En el PC original, el espacio de direcciones de 1 MB de memoria estaba dividido en varias áreas funcionales. Este mapa de memoria se ha repetido en los siguientes modelos de PC para mantener la compatibilidad. En la figura 1.1, se muestra el mapa de memoria.

Parte del diseño de las nuevas PC es consecuencia del diseño del microprocesador 8086. Por ejemplo, el 8086 siempre mantiene una lista de vectores de interrupción (direcciones de las rutinas de gestión de interrupciones) en los primeros 1024 bytes de RAM. De la misma forma, todos los ordenadores basados en el 8086 se encienden, ejecutando el programa que comienza en la dirección FFFF0H.

El resto del mapa de memoria sigue la división general entre la RAM, en la parte baja, y la ROM, en la parte alta. Puede haber un máximo de 640KB de RAM entre las direcciones 00000H y A0000H (este es el área de memoria descrito por el programa del DOS CHK DSK.). Los siguientes bloques de memoria se reservan para la RAM de video (de A0000H a E0000H).<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> O.C. Diseño se un adquisitor..., pág. 24-27

Parte del diseño del mapa de memoria del PC es consecuencia del diseño del microprocesador 8086.

Memoria extendida del PC/AT y P5/2
Reservado para la ROM BIOS
Reservada para el ROM instalable
Buffers de video
Parte transitoria del DOS
Area de programas transitorios (programa de usuarios y datos)
Parte residente del DOS
Area de datos para la ROM BIOS y BASIC
Area de datos para la ROM BIOS
Vectores de interrupción

Figura 1.1. Esquema de la utilización de la memoria en los PC.

## 1.5. EL CONTROLADOR PROGRAMABLE DE INTERRUPCIONES.

En una PC, una de las tareas esenciales de la CPU consiste en responder a las interrupciones del hardware. Una interrupción del hardware es una señal generada por un componente del ordenador que indica que ese componente requiere la atención de la CPU. Por ejemplo, el reloj del sistema, el teclado y los controladores de disco generan interrupciones de actividad de hardware apropiada, como el procesado de una pulsación de tecla.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> FREEDMAN, Alan. Diccionario de computación. Santa Fe. Colombia, Mc Graw Hill, 1995. pág. 34-38.

Cada PC tiene un circuito PIC (Programmable Interrupt Controller), controlador programable de interrupciones, que comprueba las interrupciones y las presenta una a una a la CPU.

La CPU responde a esas interrupciones ejecutando una rutina especial del software denominada rutina de tratamiento de la interrupción. Debido a que cada interrupción del hardware tiene su propia rutina de interrupción en la ROM BIOS o en el DOS, la CPU puede reconocer y responder específicamente al hardware que genera interrupción.

## **1.6. SISTEMA DE BUSES.**

El bus es, simplemente un camino a través de la placa al cual están conectados todos los elementos de control del ordenador. Cada microprocesador, chip de control, y cada byte de memoria de la PC están conectados directa o indirectamente al bus. Cuando se conectan al bus, se convierten entonces en otro más de los componentes del sistema.

Cualquier información que entre o salga de un ordenador se almacena temporalmente. Los datos se sitúan, normalmente, en la memoria principal, la cual consta en la familia PC de miles o millones de celdas de 8 bits. Pero algunos datos pueden terminar en puerto o en un registro durante un breve tiempo a la espera de que la CPU los envíe a su destino.

Cuando un puerto E/S se utiliza, en lugar de almacenar los datos, su ubicación se determina por una dirección que únicamente lo identifica a él. Cuando los datos están listos para ser transferidos, su dirección de destino se transmite en primer lugar a través del bus de direcciones; los datos se transmiten después a través del bus de datos. Así pues, en el bus se transporta información de control, por ejemplo, las señales de tiempo y señales de interrupción, así como las direcciones de las localidades de memoria y de los diversos dispositivos conectados al CPU.<sup>4</sup>

Para poder desarrollar estas cuatro funciones diferentes el bus esta dividido en cuatro partes: las líneas de alimentación, el bus de control, de direcciones y el bus de datos.

## **1.7. EL BUS DE DIRECCIONES.**

El bus de direcciones de la mayoría de las PC's compatibles, utilizan 20 líneas o más para transmitir las direcciones de memoria y de los dispositivos conectados al bus.

## **1.8. EL BUS DE DATOS.**

Este trabaja con el bus de direcciones para transportar los datos a través del ordenador. El sistema PC basado en el 8088 utiliza un bus de datos que tienen 8 líneas de señales, cada uno de los cuales transporta un dígito binario simple; los datos se transmiten a través de este bus de 8 líneas en unidades de 8 bits (un byte). El 80286 utiliza un bus de datos de 16 bits, y por tanto, transporta datos en unidades de 16 bits (una palabra). El bus de datos de 16 bits del 80286 le permite manejar los datos de 32 bits.

---

<sup>4</sup> A.A. V.V. , Glosario de Computación. Ed. Terranova, México, 1992.

## **1.9. INTERFASE - ETAPA DE POTENCIA.**

### *1.9.1. Interconexión de la interfase con la computadora.*

Las conexiones de la interfaz con la computadora se hace por medio de los canales E/S de expansión (SLOT), que poseen las computadoras PC o compatibles.

#### *1.9.1.1. Direcciones de Puertos de Entrada y Salida.*

Los puertos de entrada y salida son direcciones que usa el procesador para comunicarse en forma directa con los componentes. Estas direcciones son como las direcciones de memoria, pero no son para almacenamiento; hay 1024 puerto de entrada y salida, en el diseño de IBM de sistema tanto para TX como para AT. Como los puertos se deben asignar en forma única a solo una tarjeta o dispositivo, para evitar conflictos. En general se tienen disponibles muchos puertos de entrada y salida 0001H a 0FFFH se reserva para la tarjeta del sistema. Los puertos 100H a 3FFFH están disponibles en el canal de entrada y salida.

La tabla 1, muestra una lista de algunas de las direcciones por omisión de puertos para cualquier sistema tipo AT. Nótese que las direcciones de E/S 000H a 0FFFH se reservan para la tarjeta de sistema (tarjeta madre). Los puertos 1001H a 3FFFH están disponibles en el canal de E/S.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> PINEDA-MARTINEZ, Gerber-Wilber, Diseño de un adquisitor de datos de una PC para la implementación de un osciloscopio. Ed. UDB, Tesis de tecnológico. Pág. 45-49.

### Direcciones de puertos de entrada y salida Rango en Hexadecimal.

Rango en Hexadecimal	Dispositivos
000-91 F	Controlador 1 de acceso directo a memoria, 8237-5
020-03F	Controlador 1 de interrupción, maestro, 8259
060	8042 (Teclado)
061	Puestos de entrada y salida de tarjeta de sistema
064	8042 (Teclado)
070-07F	Reloj de tiempo real; mascarilla de interrupción no enmascarable
080	(NMI)
081-09F	Códigos POST del fabricante
0A0-0BF	Registros de paginas de acceso directo a memoria, 74L5612
0F8-0FF	Controlador 2 de interrupciones, 8237-5
1F0-1F8	Coprocador matemático
21F	Controlador de disco duro
278-27F	Adaptador de comunicación de voz
2E2-2E3	Puerto 2 de impresora paralela
2F8-2FF	Adquisición de datos (adaptador 0)
300-31F	Puerto serie 2
360-363	Adaptador de prototipos
368-36B	Red PC (dirección baja)
378-37F	Red PC (dirección alta)
3B0-3BF	Puerto paralelo 1 impresora

3C0-3CF	Adaptador de impresora monocromo y impresora
3D0-3DF	Adaptador grafico mejorado (EGA)
3E0-3F7	Adaptador grafico de color (CGA)
3F8-3FF	Controlador de unidad de disco flexible
6E2-6E3	Puerto serial
AE2-AE3	Adquisición de datos (adaptador 1)
EE2-EE3	Adquisición de datos (adaptador 2)

**Tabla 1. Puertos de E/S en rango Hexadecimal.**

### *1.9.2. Organización de entrada y salida.*

Las computadoras procesan gran cantidad de información y realizan miles de decisiones por segundo. Por lo que se requiere que los periféricos utilicen estas velocidades para realizar sus operaciones simples o complejas. La mayoría de periféricos son tan lentos que disminuyen el rendimiento de la computadora. El problema básico de conectar el mundo exterior con el CPU radica en que las señales que circulan entre estos son incompatibles, los niveles de señales que utilizan los distintos tipos de periféricos son diferentes o tienen distinto formato de datos. Este problema puede resolverse conectando una interfaz de ENTRADA/SALIDA entre la computadora y el periférico para hacer compatible la comunicación.

### *1.9.3. Interfaces de E/S.*

La palabra “INTERFAZ” se refiere a la frontera entre dos dispositivos o circuitos. Un estándar para esta interfaz abarca un conjunto de especificaciones de las características funcionales.

La función de una interfaz de E/S es coordinar la transferencia de datos entre la CPU y algún dispositivo externo:

1. Reconocer la dirección del dispositivo.
2. Proporcionar señales de temporización para manejar la transferencia de datos.

La interfaz de E/S consiste en la circuitería necesaria para transferir datos entre el bus de E/S de una computadora y algún dispositivo de E/S. Por lo tanto en un lado de la interfaz se tienen las señales de bus; direcciones, datos y control. En el otro lado se tiene la ruta de datos, con sus controles asociados, la cual permite la transferencia entre la interfaz y el dispositivo de E/S. Es obvio que este lado depende del dispositivo. Sin embargo, puede establecerse la clasificación general de interfaces, la cual surgió de la necesidad de evitarse Un problema muy grande al fabricar dispositivos de E/S con un interfaz particular, esto llevo a los constructores de dispositivos de E/S a construirlos mediante la utilización de una interfaz normalizada de la que existen cuatro tipos de E/S, en éste caso se presentará únicamente la que se utilizó en éste proyecto.

- En paralelo

#### *1.9.4. Interfaz en paralelo.*

Esta se utiliza para transferir los bits de una palabra de datos en forma paralela a la vez. Para transferir una palabra del bus de datos a un periférico, los datos se introducen en paralelo a la interfaz y son emitidos de ésta en paralelo por el periférico.

#### *1.9.5. PPI (Programable Peripheral Interface).*

Es un dispositivo que contiene tres puertos. Cada puerto puede ser configurado como E/S, dicha configuración se realiza por medio del registro de control de dicho dispositivo. Este posee un bus de datos el cual es conectado al bus de datos de la PC para permitir la comunicación paralela para cualquiera de los tres puertos de E/S.<sup>6</sup>

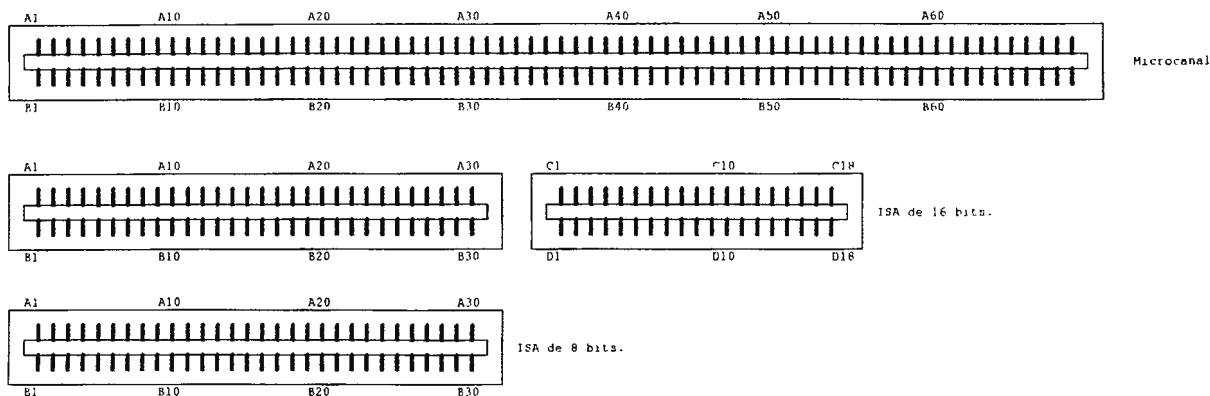
#### *1.9.6. Descripción de los canales E/S de expansión ISA de 8 bits.<sup>7</sup>*

En la figura 1.2 se muestra la posición de las ranuras de expansión y su correspondiente descripción:

---

<sup>6</sup> BREY Barry. Microprocesadores Intel. Ed. Prentice Hall. México. 1997, pág. 42-45.

<sup>7</sup> TECNOLÓGICO. Interfases para microprocesadores. Guías de práctica. Laboratorio de microprocesadores. 1998.



Ranuras SLOT de la PC - AT IBM

Figura 1.2. Ranuras de Slot de la PC.

## DESCRIPCIÓN

- **A<sub>0</sub> - A<sub>19</sub>** (salida): Representa el bus de direcciones de la computadora y son usadas para direccionar memoria y dispositivos de E/S dentro del sistema. Son 20 líneas de direccionamiento que permiten acceder hasta 1 MB de memoria.
- **CLK** (salida): Es la señal de reloj que depende del sistema con que se trabaje, éste puede ser de 4 Mhz, 8 Mhz, 10 Mhz, etc.; sólo para efectos de sincronización.
- **RESET DRV** (salida): Inicializa la lógica del sistema al encender la maquina o durante un bajo voltaje.
- **D<sub>0</sub> - D<sub>7</sub>** (E/S): Son los 8 bits del bus de datos del sistema.
- **BALE** (salida): Abreviatura de Buffered address latch enable. Esta señal proviene del controlador del bus de la computadora y es utilizado para enclavar direcciones validas del microprocesador. Se utiliza para indicar direcciones validas del DMA<sup>8</sup> o el CPU.
- **I/O CH CK** (entrada): Esta serial proporciona al sistema información de error de paridad en memoria o dispositivos en el canal de E/S. Es activo en bajo.

<sup>8</sup> DMA: viene de Direct Memory Access. Grabación de datos desde un periférico directamente a la memoria sin pasar por el microprocesador.

- **I/O CH RDY** (entrada): Cuando está en bajo, esta señal, indica que el dispositivo periférico no esta listo, permitiendo prolongar los ciclos de E/S. Es utilizado para dispositivos lentos.
- **IRQ3-IRQ7** (entrada): Son señales de solicitud de interrupción, IRQ3 es la de mayor prioridad y IRQ7 la de menor.
- **IOR** (entrada): Esta serial indica a un periférico que maneje sus datos a través del bus de datos. La señal es controlada por el microprocesador o el controlador DMA o similares, presentes en el canal E/S. Es activo en bajo.
- **IOW** (salida): Esta señal le indica a un periférico que lea los datos presentes en el bus de datos. Es controlado en igual forma que IOR. Es activo en bajo.
- **SMEMR** (salida): Esta señal indica a dispositivos de memoria a manejar datos a través del bus de datos. Es controlado por el CPU o el controlador del DMA. Es activa sólo para rangos menores de 1 MB de memoria.
- **SMEMW** (salida): Esta señal indica a los dispositivos de memoria a almacenar los datos presentes en el bus de datos. Controlado por el CPU o el controlador del DMA. Es activado sólo para rangos menores de 1 MB de memoria.
- **DRQ1, DRQ2, DRQ3** (entrada): Son señales de solicitud de transferencia por canales DMA. DRQ1 es la de mayor prioridad y DRQ3 la de menor prioridad. Se mantiene en alto hasta que el correspondiente DACK se activa.
- **-DACK1, DACK2, DACK3** (salida): Se utiliza para acceder solicitud de DMA. Son activos en bajo.
- **AEN** (salida): Cuando ésta señal se activa (alto), el CPU cede el control sobre el bus de direcciones y el bus de datos al control DMA, permitiendo transferencia DMA.
- **REFRESH** (E/S): Esta señal indica un ciclo de refrescamiento. Es activada en bajo y puede controlarla un microprocesador en el canal de E/S.
- **T/C** (salida): Proporciona un pulso alto cuando es alcanzada la cuenta final por cualquier canal DMA.
- **OSC** (salida): serial de reloj de 14.3 1818 Mhz, sincronizado.

A continuación en la tabla 2 se detallan los pines del Slot Bus ISA de 8 bits con su respectiva función.

Pin	Función	Pin	Función
A1	I/O CH CK	B1	Tierra
A2	D7	B2	Reset Drive
A3	D6	B3	+ 5 VCD
A4	D5	B4	IRQ 9
A5	D4	B5	- 5 VCD
A6	D3	B6	DRQ 2
A7	D2	B7	- 12 VCD
A8	D1	B8	WS
A9	D0	B9	+ 12 VCD
A10	I/O CH RDY	B10	Tierra
A11	AEN	B11	SMEMW
A12	A19	B12	SMEMR
A13	A18	B13	IOW
A14	A17	B14	IOR
A15	A16	B15	DACK 3
A16	A15	B16	DRQ 3
A17	A14	B17	DACK 1
A18	A13	B18	DRQ 1
A19	A12	B19	Refresh
A20	A11	B20	CLK
A21	A10	B21	IRQ 7
A22	A9	B22	IRQ 6
A23	A8	B23	IRQ 5
A24	A7	B24	IRQ 4
A25	A6	B25	IRQ 3
A26	A5	B26	DACK 2
A27	A4	B27	T/C
A28	A3	B28	BALE
A29	A2	B29	+ 5 VCD
A30	A1	B30	OSC
A31	A0	B31	Tierra

**Tabla 2. Descripción de los pines del Bus ISA.**

### 1.9.7. La PPI 8255 ( Interfase Programable de Periféricos).<sup>9</sup>

El 8255 es un periférico programable de E/S paralelo de propósito general y es la parte central del circuito interfaz de comunicación. Es de la familia INTEL de circuitos de

<sup>9</sup> Información extraída de hojas del fabricante en: [WWW.harrissemiconductor.com](http://WWW.harrissemiconductor.com)

soporte para uP, capaz de proporcionar 24 pines programables de entrada y salida, divididos en tres puertos paralelos: puerto A, puerto B y puerto C, los cuales pueden ser configurados de manera especial como se describirá más adelante. La configuración se realiza mediante software y no requiere circuitos lógicos externos para ello.

#### *1.9.7.1. Modo de operación del 8255.*

El 8255 posee tres modos de operación conocidos como: modo 0, modo 1 y modo 2. En el modo 0, los ocho pines de los tres puertos son utilizados como E/S. Los modos 1 y 2, utilizan las señales del puerto C como entradas de solicitud de interrupción al CPU, éstas interrupciones pueden ser “enmascaradas” o no mediante el formato de bit Set/Reset.<sup>10</sup>

El 8255 presenta tres modos básicos de operación:

- Modo 0: Entrada /Salida Elemental.
- Modo 1: Entrada/Salida con Protocolo.
- Modo 2: Bus Bidireccional con Protocolo.

Además el 8255 está conformado por dos grupos de buses. El grupo A que es el puerto A más los 4 bits más significativos del puerto C y el grupo B formado por el puerto B más los 4 bits menos significativos del puerto C.

Cuando se inicializa las 8255 (al encender la PC), sus tres puertos quedan configurados como puertos de entrada. Los puertos A, B y C pueden ser configurados en modos de operación diferentes según sea necesario, escribiendo la palabra de control en el registro de control.

---

<sup>10</sup> O.C. Microprocesadores Intel..., pág. 54-58.

La palabra de control consta de ocho bits y es la que determina en qué modo pueden trabajar los tres puertos: el registro de control es la dirección a la que responderá la palabra de control.

Las direcciones a que responden la interfaz son las siguientes: tres de estas direcciones corresponden a los puertos A, B y C y el cuarto es un registro de solo escritura. Estas direcciones han sido tomadas de la sección de la memoria utilizada para dispositivos de entrada y salida. Estas direcciones se muestran en la tabla 3.

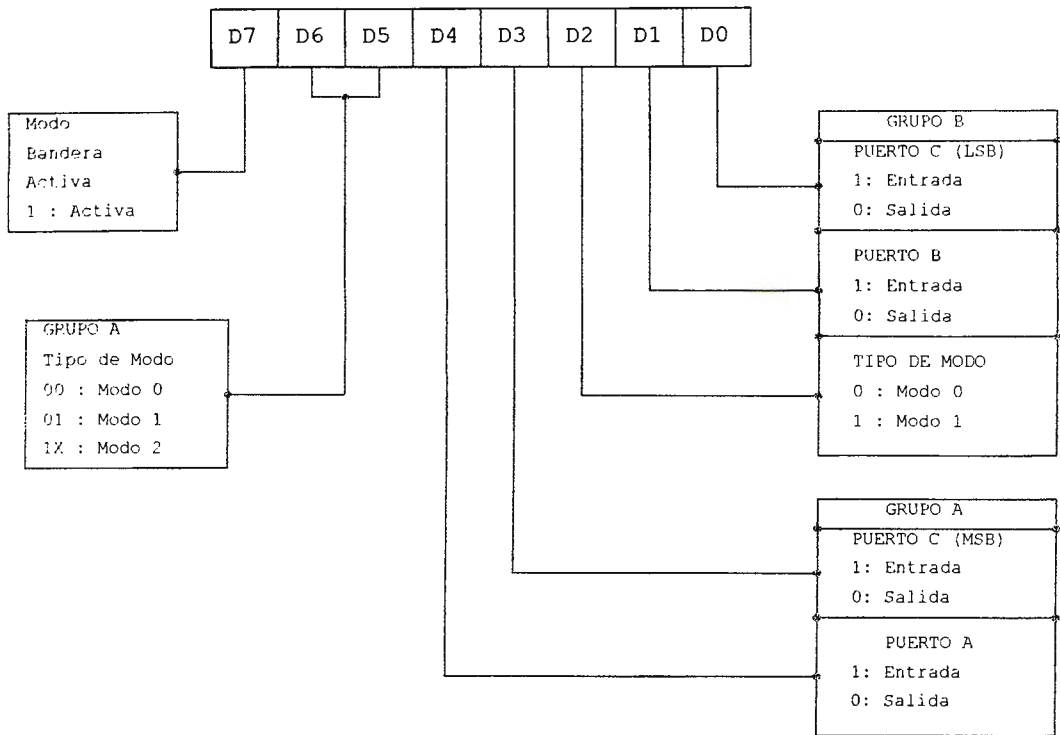
A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	Dirección
1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	3ECH
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	3EEH
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	3EDH
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	3EFH

**Tabla 3. Direcciones de la tarjeta de interfaz.**

#### 1.9.7.2. MODO 0: *Entrada/Salida Elemental.*

Este modo configura a los tres puertos solamente como entrada o salida, dicha descripción se muestra en la figura 1.3. Este modo de operación presenta las siguientes características:

1. Los puertos A y B de 8 bits y el puerto C dividido en 2 grupos independientes de 4 bits.
2. Cualquier puerto puede ser de E/S.
3. Los datos de salida son enganchados.
4. 16 formas de configuración de este modo.



**Figura 1.3. Diagrama de bloques del Registro de Control.**

Para los propósitos de control de comunicación entre la memoria de la computadora y la interfaz de potencia, la elección del modo 0 es la más idónea y por esta razón se ha desarrollado con mayor profundidad, dejando los otros como información general.

### 1.9.7.3. MODO 1: Entrada/Salida con protocolo.

Este modo permite comunicarse la computadora con el bus de señales de protocolo.

Las características principales de esta son:

- Presenta 2 grupos (A y B ) de líneas de comunicación.
- Cada grupo está formado por un puerto de ocho bits para datos y puerto de 4 bits para control.

- El puerto de 8 bits puede ser de entrada o de salida. Las estradas y salidas son enganchadas.
- El puerto de 4 bits es usado para controlar el estado del puerto de 8 bits.

En este modo de operación hay dos posibilidades para cada bloque, entrada con protocolo y salida con protocolo.

*1.9.7.4. MODO 2: Puerto bidireccional con protocolo.*

Este modo opera con un solo puerto para enviar y recibir datos utilizando señales de protocolos. Sus características principales son:

- Usado en grupo A únicamente.
- Un puerto de 8 bits bidireccional y un puerto de control de 5 bits.
- Entrada y Salida enganchadas.

Existen muchas maneras de combinar los modos de operación en el 8255. el puerto A puede operar de 3 modos diferentes, el puerto B de 2 modos diferentes. La forma de configurar los puertos depende del tipo de aplicación que se desee.

Los modos de operación del 8255 se resumen en la tabla 4:

Puerto	Modo 0		Modo 1		Modo 2
	Entrada	Salida	Entrada	Salida	Solo Grupo A
PA0	E	S	E	S	E/S
PA1	E	S			E/S
PA2	E	S	E	S	E/S
PA3	E	S	E	S	E/S
PA4	E	S	E	S	E/S
PA5	E	S	E	S	E/S
PA6	E	S	E	S	E/S
PA7	E	S	E	S	E/S
PB0	E	S	E	S	-

PB1	E	S	E	S	-
PB2	E	S	E	S	-
PB3	E	S	E	S	-
PB4	E	S	E	S	-
PB5	E	S	E	S	-
PB6	E	S	E	S	-
PB7	E	S	E	S	-
PC0	E	S	INTRB	INTRB	E/S
PC1	E	S			E/S
PC2	E	S	IBFB	-OBFB	E/S
PC3	E	S	-STBB	-ACKB	INTRA
PC4	E	S	INTRA	INTRA	-STBA
PC5	E	S	-STBA	E/S	INFA
PC6	E	S	IBFA	E/S	-ACKA
PC7	E	S	E/S	-ACKA	-OBFA
			E/S	OBFA	

**Tabla 4. Resumen de los modos de operación del 8255.**

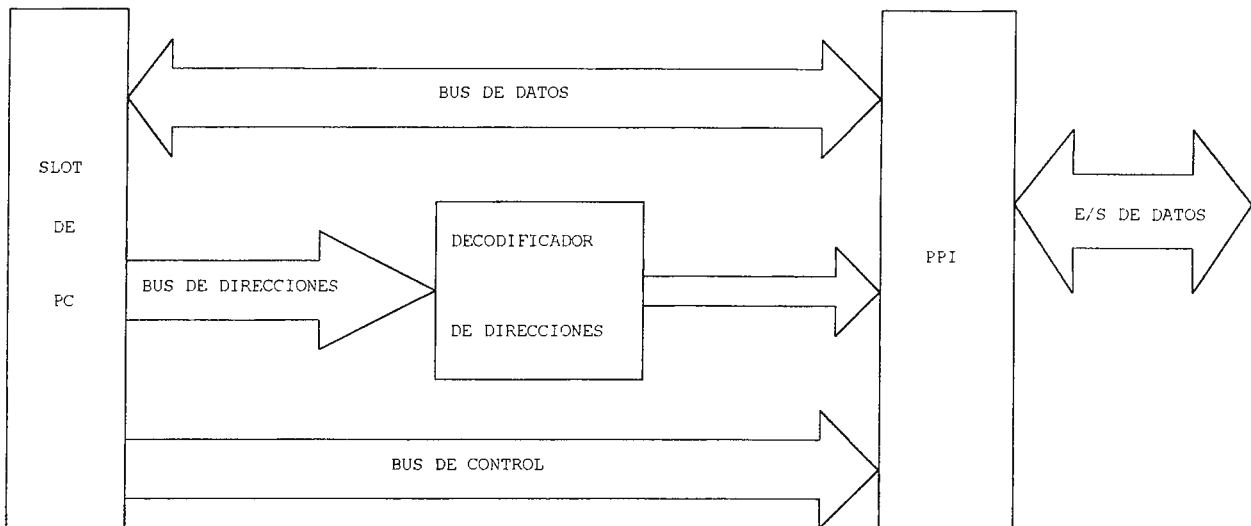
*1.9.7.5. Descripción de los pines del 8255 A.<sup>11</sup>*

- Los pines del 1 al 4 representan a PA3, PA2, PA1 y PA0 respectivamente, es decir, los 4 bits menos significativos del puerto A.
- El pin 5 es el de RD, señal que debe ser en bajo cuando se realizará una operación de lectura en algún puerto.
- El pin 6 es el CS, señal que habilita el funcionamiento del 8255 A cuando está en bajo.
- El pin 7 es GND, la tierra del sistema acoplada con la computadora.
- Los pines 8 y 9 son A1 y A0 respectivamente. Estas líneas de direccionamiento accesan los puertos de la siguiente manera: A1A0 = 00 accesan el puerto A; A1A0 = 01 accesan el puerto B; A1A0 = 10 accesan el puerto C; A1A0 = 11 accesan el registro de control.
- Los pines 10 al 13 son PC7, PC6, PC5 y PC4 respectivamente, es decir, los 4 bits más significativos del puerto C.
- Los pines 14 al 17 son PC3, PC2, PC1 y PC0 respectivamente, es decir, 4 bits menos significativos del puerto C.
- Los pines 18 al 25 son PB0 al PB7 respectivamente, el puerto B.
- El pin 6 es Vcc +5 V de alimentación para la 8255.
- Los pines 27 al 34 son D0 al D7, el bus de datos que se conecta a la computadora.
- El pin 35 es el RESET, un alto inicializa el 8255 colocando todos sus puertos como puertos de entrada. Esta condición puede ser cambiada por software.
- Los pines 37 al 34 son PA7, PA6, PA5 y PA4 respectivamente, es decir, 4 bits más significativos del puerto A.

<sup>11</sup> Hojas del fabricante extraídas de internet en [WWW.harrissemiconductor.com](http://WWW.harrissemiconductor.com)

### 1.10. DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO DE INTERFAZ.

El circuito encargado de enlazar la comunicación con la computadora es el circuito de interfaz, el cual se coloca como se observa en la figura 1.4, de tal forma que el programa pueda tomar los datos necesarios o enviar datos de las señales bajo medición a través del slot de la PC.



**Figura 1.4. Diagrama de bloques de la interfaz.**

En esta ocasión se está utilizando el puerto A como salida, es decir que con éste se logra controlar a los 8 pistones, mientras que los puertos B y C son utilizados como entradas de datos enviados por los finales de carrera y estos datos son recibidos por los circuitos antirrebote los cuales se mandan a los puertos de entrada.

Los canales que se utilizan en el presente diseño son: de la A2 al A9 las cuales forman el bus de direcciones, D0 al D7 las cuales forman el bus de datos E/S de 8 bits. Con el bit más significativo D7 y el menos significativo D0.

El decodificador de direcciones no es más que 2 compuertas NAND de 8 entradas (7430), cuyas entradas se conectan a los canales de las líneas de direcciones A9 al A15, además se conecta la línea de AEN a la entrada de una compuerta NOT y luego a la entrada del 7430 para evitar que la interfaz sea habilitada accidentalmente durante la transferencia del DMA.

Las salidas de las 7430 son colocadas en una OR (7432) de 2 entradas, luego la salida de ésta última se envía al pin CS para habilitar al 8255 A. Las líneas de dirección A1A0 = 00 direccionan el puerto A del 8255; A1A0 = 01 accesan el puerto B del 8255; A1A0 = 10 direccionan el puerto C del 8255; A1A0 = 11 accesan el registro de control.

Así la interfaz responderá a cuatro direcciones:

- 3ECH : Puerto A.
- 3EDH : Puerto B.
- 3EEH : Puerto C.
- 3EFH : Registro de Control.

En la siguiente figura 1.5, se muestra el circuito Interfaz utilizado en este proyecto.

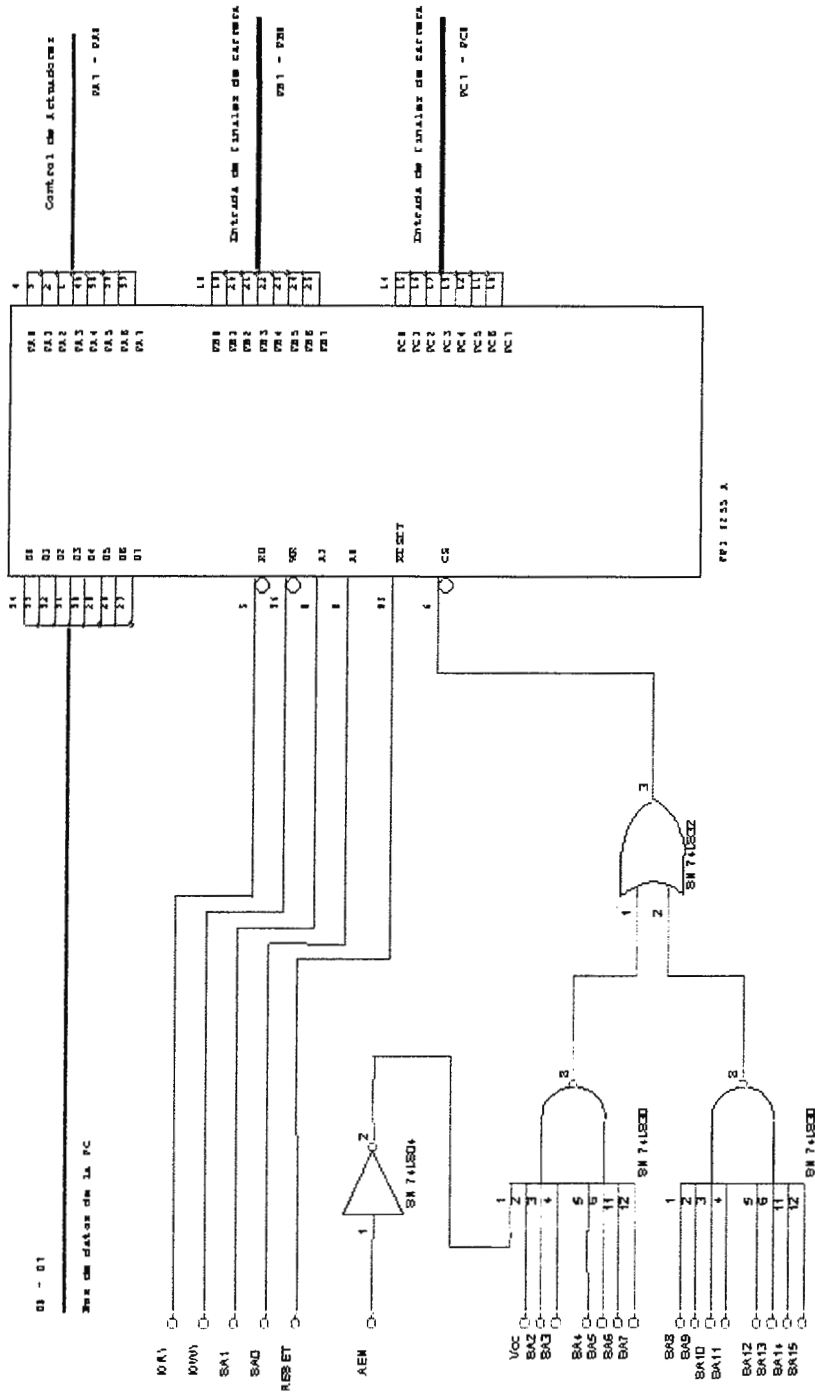


Figura 1.5. Interfaz Paralela.

### 1.10.1. Etapa de aislamiento por medio de optoacopladores.

El objetivo principal de esta etapa es la de separar la interfaz con la etapa de potencia, ya que pueden existir corrientes o voltajes los cuales dañarían ya sea la computadora o cualquier dispositivo antes mencionado.

El integrado optoaislador utilizado es el NTE 3044 o el NTE 3045, cuya estructura interna esta formada por un diodo led infrarrojo que incide en un transistor en configuración Darlington. Esta configuración provee de la corriente necesaria para poder polarizar al transistor de potencia de la siguiente etapa.<sup>12</sup>

En la figura 1.6 se muestra uno de los 8 circuitos de aislamiento utilizados para cada pistón, es la implementación de un circuito típico para control de otros dispositivos.

El cálculo de las resistencias para ésta etapa se realizó de la siguiente forma:

Realizando un LVK, la primera malla en la parte del diodo infrarrojo se tiene:

La  $I_d = 90 \text{ mA}$  es dada por el fabricante.

$$-5\text{V} + I_d R + 0.7\text{V} = 0$$

$$R = 4.3\text{V} / 90 \text{ mA} = 47.7 \text{ Ohm.}$$

La R aproximada de venta en el mercado es de 47 Ohmios.

Para el cálculo de la R de salida en la configuración Darlington se tiene:

La corriente de colector que se utilizó para el siguiente dato, es dada por el fabricante la cual es de 50 mA.

---

<sup>12</sup> TEXAS INSTRUMENTS, Design for engineering, Ed TI, USA, 1982. pág. 43-47.

$$-5V + I_c R_e = 0$$

$$R_e = 5V / 50 \text{ mA} = 100 \text{ Ohm}$$

### *1.10.2. Etapa de potencia transistorizada.*

Esta es la etapa que hace funcionar de forma óptima los adecuadores o pistones. Su funcionamiento consiste en un transistor en configuración Darlington el cual brinda mayor corriente y tiende a estabilizar, en éste caso, a la electroválvula, brindándole a ésta la corriente que necesita para funcionar. De esta forma, por las características del transistor, éste no muestra señales de calentamiento al permanecer funcionando por largos periodos de tiempo, y por esto no se ha colocado disipador en ellos.

El diodo colocado en paralelo con la bobina de la electroválvula funciona como aquel que evita las corrientes parásitas o voltajes no deseados que hacen que la electroválvula oscile en sus contactos, generando inestabilidad en la respuesta de los pistones. El número del diodo es el 1N 40 01 que logra soportar corriente de un amperio, ideal para este caso.

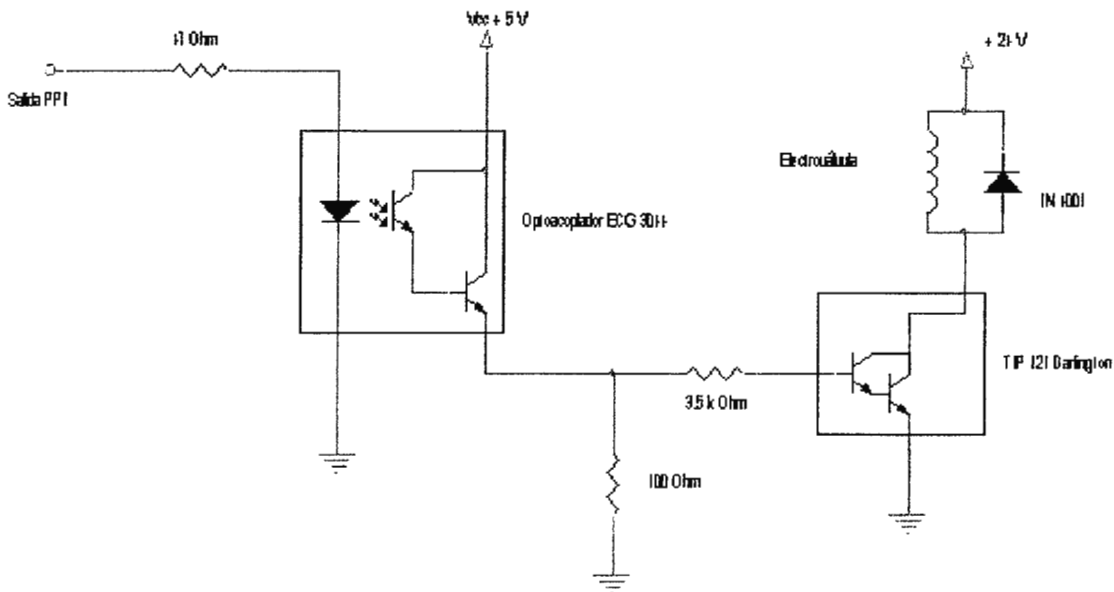
El cálculo de la resistencia de base se realizó tomando como base la corriente de colector que se deseaba manejar, para éste caso, se calculó con la corriente de trabajo de la electroválvula hidráulica que es de 1 amperio, se tomó ésta ya que la de la electroválvula neumática es de 0.216 amperios.

Con un Beta de 1000 y una corriente de colector de 1 amperio se obtuvo la corriente de base de 1 mA. Con estos datos se calculó la resistencia de base con un LVK, así:

$$-5V + I_b R + 0.7 + 0.7 = 0$$

$$R = 3.6V / 1 \text{ mA} = 3.6 \text{ K Ohm.}$$

En la figura 1.6 se muestra la etapa completa con los optoacopladores y la etapa de potencia transistorizada. La primera viene de la salida de PPI mientras que la salida de la etapa de potencia o transistores va hacia los pistones.



**Figura 1.6. Etapa de aislamiento y etapa de potencia.**

1.10.3. Etapa de adecuadores de señal.

Esta consta de un circuito antirrebote, el cual consiste en colocar 2 compuertas NAND (7400) de forma tal que cuando una tenga cero en una de las entradas, la otra obligatoriamente tendrá uno, de tal forma que en la salida existirá un uno o un cero dependiendo de lo que tenga en la entrada.<sup>13</sup>

El valor de la salida está determinado por los finales de carrera. Como se logra ver en la figura 1.7, el común del final de carrera está colocado en el GND, obligando a tener un cero en un instante mientras que la otra entrada logra tener un uno por estar puesta a +5 Vcc por medio de la resistencia de 1K ohmios, ésta última se coloca con el objetivo de no cortocircuitar las entradas de las compuertas sino obligarlas a que tengan +5 V.

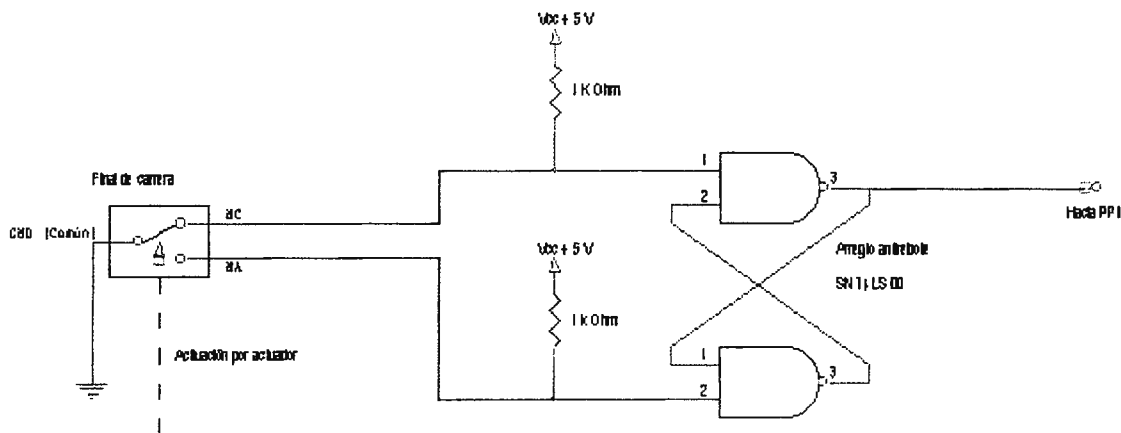


Figura 1.7. Adecuador de Señal.

<sup>13</sup> MIND Forrest, Diseño digital. Ed. Arccher, USA, 1992. pág. 4-7.

## 1.11. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

### 1.11.1. Sistema electrohidráulico y neumático.

Las combinaciones de electricidad, neumática e hidráulica se usan frecuentemente en máquinas e instalaciones. La principal aplicación de los sistemas se encuentra en aquellos casos en los que el aire o aceite comprimido se usa como fuente de energía con la ayuda de cilindros, mientras que los distribuidores mecánicos son accionados eléctricamente, casi siempre.

Al principio, la combinación de aire, aceite y electricidad se miraba con un cierto recelo, debido a razones que actualmente carecen de fundamento. En los casos donde existe un gran peligro de incendio o explosión, ambientes húmedos, altas temperaturas, radiaciones, campos magnéticos, etc. se prefiere el uso exclusivo de la neumática e hidráulica.<sup>14</sup>

Como argumentos para la utilización del mando eléctrico se pueden citar los siguientes:

- Gran velocidad de transmisión de las señales. En una línea eléctrica, la distancia no tiene consecuencia en el tiempo de respuesta. En una línea neumática sí la tiene.
- Aumento de las posibilidades de control debido al constante incremento de elementos de control disponibles en las técnicas eléctrica y electrónica.
- Ahorro de energía. La electricidad resulta más económica que el aire, pues debido al bajo rendimiento de los compresores solamente se transforma en energía neumática e hidráulica una parte no muy grande de la energía eléctrica.
- Los elementos eléctricos y electrónicos son más baratos a causa de su producción masiva.

---

<sup>14</sup> FESTO DIDACTIC, Equipo didáctico TP 200. Electroneumática, Italia. Pág. 3-6.

— Estos mismos elementos son a menudo muy pequeños, ocupan poco espacio y son fáciles de montar.

Los elementos que enlazan estas dos técnicas son:

- Distribuidores electroneumáticos/hidráulicos.
- Presostatos.
- Válvulas neumáticas/hidráulicas proporcionales.

#### *1.11.1.1. Mangueras.*

Las tuberías flexibles que se emplean en los sistemas de conexión descritos son de medidas métricas de 4, 6, 8, 10, 12, 14 y más milímetros de diámetro exterior con diferentes espesores de pared. En el continente americano los diámetros exteriores de los tubos son, generalmente, medidos en pulgadas. En cuanto a materiales se refiere, los tubos de diámetros métricos empleados se fabrican en nylon 11, poliuretano, polipropileno, etc. El nylon y poliuretano se fabrican en diferentes colores, permitiendo la selección de los diferentes circuitos. El color negro se emplea preferentemente en sistemas que deben resistir la intemperie, es de hacer notar que estos son más usados para circuitos hidráulicos.

Las tuberías rígidas empleadas suelen ser de cobre, cobre recubierto de PVC, acero, acero inoxidable, etc., empleándose para infinidad de fluidos además del aire comprimido, atendiendo siempre a las tablas de compatibilidades.

En cuanto se refiere a la instalación de flexibles para conducir el fluido a zonas de máquinas con movimientos relativos, es necesario cumplir cuatro condiciones principales:

- 1) Los flexibles no deben ser sometidos a tracción.
- 2) Los flexibles no deben ser sometidos a torsión.

- 3) Los flexibles no deben someterse a curvaturas exageradas que sobrepasen las prescripciones del fabricante.
- 4) En caso de limitación de espacio, utilizar codos y curvas rígidas de adaptación.

La instalación de tuberías de nylon tiende siempre a adquirir un aspecto no muy estético, por lo que, para la organización y presentación de las instalaciones con este tipo de tubos, es preciso utilizar elementos exteriores de ordenamiento como:

- Canaletas ranuradas con tapa, iguales a las empleadas en instalaciones eléctricas.
- Clip sujetos a elementos resistentes.
- Corbatillas de nylon para agrupar tubos de recorridos paralelos.

#### *1.11.1.2. Electroválvulas.*

##### *1.11.1.2.1. Distribuidores y válvulas neumáticas.*

Los distribuidores y electrodistribuidores neumáticos son los puntos sensibles del sistema nervioso formado por el conjunto de la instalación del automatismo neumático. Son ellos los que controlan los impulsos que hacen moverse a los cilindros. Realizan una función amplificadora del nivel de potencia de las señales procedentes de los sistemas gestores centrales (autómatas), secuenciadores electrónicos o mando repartido lógico.

Los distribuidores, con sus diferentes sistemas de mando, conducen el aire comprimido hacia los cilindros, actuadores de giro, bombas de vacío, para que éstos efectúen, dentro del automatismo, la función encomendada.

##### *1.11.1.2.2. Válvulas electrohidráulicas.*

Las válvulas de control hidráulicas pueden ser activadas por un solenoide

eléctrico. Los solenoides están diseñados para hacer trabajos mecánicos mediante electromagnetos.

Las características de las electroválvulas que existen en el laboratorio de hidráulica y neumática, se presentan en la siguiente tabla 5 .<sup>15</sup>

Elemento	Voltaje (Volt)	Potencia (Watts)	Corriente (Amp)
Válvula neumática	24	4	0.167
Válvula hidráulica	24	24	1

**Tabla 5. Descripción de las electroválvulas del laboratorio.**

Las válvulas controladas por solenoides se usan en los lugares en que las válvulas están ubicadas cerca de las funciones que controlan. En estos casos, las válvulas controladas por solenoide eliminan la necesidad de usar largas mangueras hidráulicas y tuberías a cada función. Las válvulas son controladas por el sistema eléctrico.

Los solenoides usados para controlar el caudal del aceite hidráulico básicamente consisten de contactos y devanados alrededor del cilindro hueco. El cilindro contiene un núcleo móvil o válvula. Cuando se energiza el devanado con la corriente de la batería, la válvula del solenoide se empuja hacia arriba dejando que el aceite de la bomba hidráulica principal entre al centro hueco de la válvula del solenoide. El aceite es dirigido a través de la válvula del solenoide hacia el lado izquierdo de la válvula de dirección.<sup>16</sup>

El solenoide del lado derecho no se energiza y la presión del muelle empuja hacia

<sup>15</sup> Información extraída de las especificaciones de los elementos y documentación del laboratorio de hidráulica y neumática de la UDB.

<sup>16</sup> EQUIPO JONH DEERE, Fundamentos de servicio, USA, 1967 ,pág 12-14

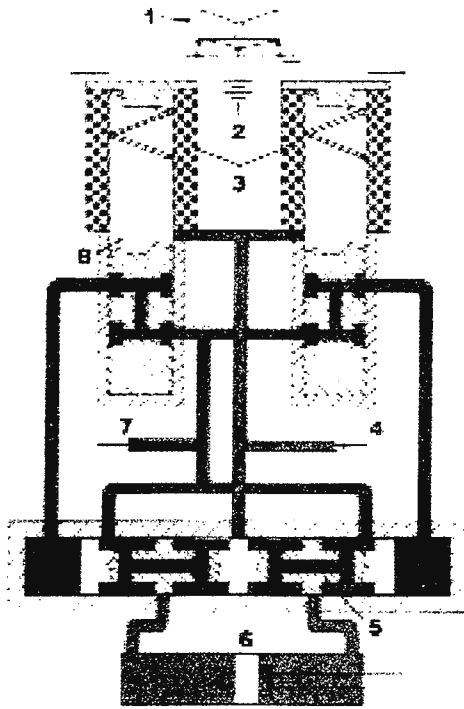
abajo la válvula del solenoide. Esto cierra la canalización y evita que el aceite a presión entre en el centro hueco de la válvula de solenoide derecha. Ahora se deja que el aceite sin presión pase desde el lado derecho de la válvula de dirección, a través de la válvula del solenoide derecho y de vuelta al depósito.

Debido a la diferencia de presión, la válvula de dirección se mueva hacia la derecha, abriendo la canalización para el aceite a presión hacia el lado izquierdo del cilindro.

El aceite sin presión desde el lado derecho del cilindro pasa a través de la válvula de dirección y de vuelta al depósito.

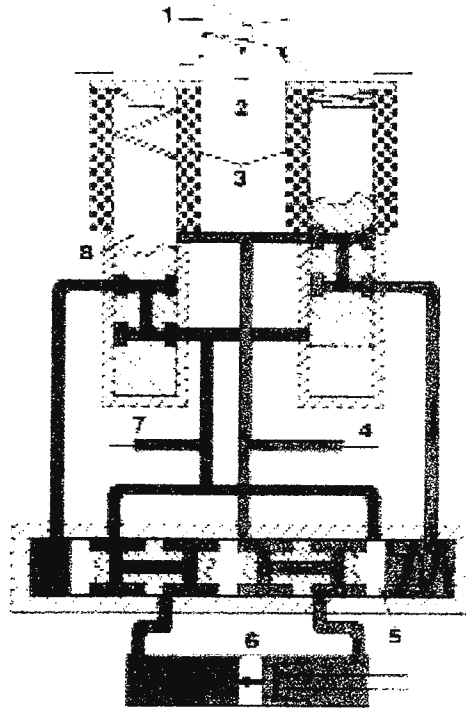
Cuando el interruptor oscilante se coloca en la posición neutral vista en la figura 1. H, ambas válvulas de solenoide se encuentran en una posición de reposo hacia abajo. Esto evita que el aceite a presión entre a cualquiera de las dos válvulas de solenoide. Una presión de muelle igualada centra la válvula de dirección, cortando el paso de aceite a presión al cilindro. El aceite queda atrapado a ambos lados del cilindro.

Cuando el interruptor oscilante se empuja hacia abajo en el lado derecho, el solenoide derecho se energiza, ven figura 1.8. La acción de las válvulas y el caudal de aceite invierten el circuito de cuando el interruptor oscilante estaba energizando el solenoide izquierdo.



- 1. Interruptor oscilante.
- 2. Batería.
- 3. Solenoide.
- 4. Desde la bomba.
- 5. Válvula de dirección.
- 6. Cilindro.
- 7. Al depósito.
- 8. Válvula de sobremando.

Figura 1.8.1. Interruptor en posición neutral



- 1. Interruptor oscilante.
- 2. Batería.
- 3. Solenoide.
- 4. Desde la bomba.
- 5. Válvula de dirección.
- 6. Cilindro.
- 7. Al depósito.
- 8. Válvula de sobremando.

Figura 1.8.2. Solenoide derecho energizado.

### Figura 1.8. Acciones de Solenoides.

#### 1.11.1.3. Fuente.

Es la que se encarga de alimentar, tanto a las electroválvulas como a los integrados que se controlan en la interfase y en la etapa de potencia. Genera un voltaje constante con la finalidad de mantener a los dispositivos funcionando.

#### 1.11.1.4. Final de carrera.

Final de carrera: Un dispositivo de conmutación eléctrica que es activado por una

pieza y/o movimiento de una maquina o equipo.

#### *1.11.1.5. Conectores.*

Son conductores (cables o alambres forrados) que se utilizan para enlazar a los dispositivos entre sí, con la fuente o conectar varias etapas eléctricamente.

#### *1.11.1.6. Cilindros.*

El cilindro es el elemento que realiza el trabajo en el sistema hidráulico. Vuelve a transformar la fuerza hidráulica en fuerza mecánica. Los cilindros son los “brazos” de los circuitos hidráulicos.

##### *1.11.1.6.1. Tipos de cilindros.*

- Cilindros de pistón — que producen un movimiento rectilíneo.
- Cilindros de paletas — que producen un movimiento circular.

#### a. CILINDROS DE PISTON

Los cilindros de pistón pueden ser de dos tipos:<sup>17</sup>

b.1. CILINDROS DE ACCION SIMPLE — que actúan con fuerza en un solo sentido, ver figura I. El aceite a presión entra por un extremo del cilindro, nada más, para levantar la carga. El cilindro se vuelve a retraer por el peso de la carga o por la fuerza del muelle.

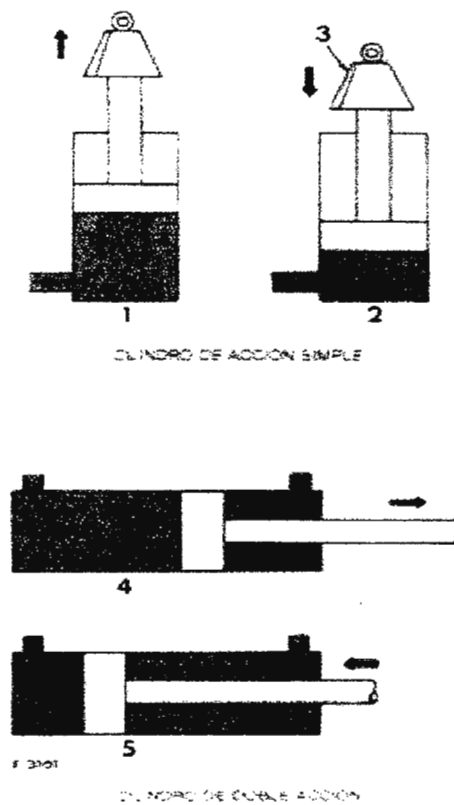
b.2. CILINDROS DE DOBLE ACCION — capaces de actuar con fuerza en ambos sentidos, ver figura 1.9. El aceite a presión entra a presión alternativamente por un extremo

---

<sup>17</sup> O.C. Fundamentos de ... Pág 14-16.

u otro del cilindro, según esté retraído o extendido, actuando con fuerza en ambos sentidos.

En ambos tipos de cilindro es un pistón el que se encarga de recibir el empuje del aceite a presión, transmitiéndolo a una biela. Estos pistones suelen llevar juntas, segmentos y retenes para evitar las fugas de aceite.



1. Elevar ; 2. Bajar ; Bajar por gravitación; 4. Extendido; 5. Retraído.

**Figura 1.9. Diferencia entre los cilindro de acción simple y los de doble acción.**

## 1.12. SISTEMAS HIDRÁULICOS Y NEUMÁTICOS.

### 1.12.1. Información general sobre hidráulica.<sup>18</sup>

He aquí algunas verdades claves que le ayudaran a usted a comprender la hidráulica:

1. La fuerza hidráulica se genera casi siempre por medio de fuerza mecánica. Ejemplo: la bomba hidráulica accionada por el cigüeñal del motor.
2. La fuerza hidráulica se utiliza casi siempre volviéndola a transformar en fuerza mecánica. Ejemplo: el cilindro hidráulico que eleva un pesado arado.
3. Hay tres tipos de energía hidráulica: a) la energía potencial en forma de presión; b) la energía cinética de los líquidos en movimiento; y c) la energía en forma de calor engendrado por la resistencia a la circulación del líquido o fricción.
4. La energía hidráulica no se crea ni destruye; solamente se transforma.
5. Toda la energía que se mete en un sistema hidráulico, tiene que salir otra vez; ya sea en forma de trabajo (ganancia) o de calor (pérdida).
6. Cuando se estrangula el paso de un líquido se crea calor y se pierde energía potencia (presión) para realizar el trabajo. Ejemplo: una tubería o un tubo flexible de sección insuficiente o parcialmente obstruidos. Los orificios y las válvulas de seguridad son estrangulaciones intencionadamente incorporadas al sistema hidráulico.

---

<sup>18</sup> LEYBOLD, Hydraulic control technology and pneumatic training systems. Catálogos. Alemania

7. El paso del líquido a través de un orificio o de una estrangulación origina normalmente una caída de presión.

8. El aceite tiene que estar encerrado dentro de un sistema hermético para crear la presión necesaria para realizar el trabajo.

9. El aceite sigue el camino de menor resistencia.

10. Por regla general, el aceite no es aspirado por la bomba, sino empujado hacia ella por la presión atmosférica. Esta es la razón de que el depósito tenga que tener en la parte de arriba un orificio de respiración que comunique con la atmósfera.

11. La bomba no crea la presión; no hace más que poner el líquido en circulación. La presión aparece por la resistencia opuesta a la circulación del líquido.

12. Se puede comparar dos formas de utilizar la fuerza hidráulica en igualdad de potencia disponible: Bomba pequeña + cilindro de gran sección = más fuerza a menos velocidad; Bomba grande + cilindro de pequeña sección = menos fuerza a mayor velocidad.

En otras palabras, dos sistemas hidráulicos capaces de entregar la misma potencia, podrán trabajar a gran presión y circulando lentamente el aceite, o a baja presión y circulando el aceite a gran velocidad.

13. Un sistema hidráulico básico tiene que tener los siguientes componentes: un depósito

que suministre el aceite; una bomba que fuerce el aceite a través del sistema; válvulas que regulen la presión y la distribución del aceite; y un cilindro (o motor) que transforme el movimiento del líquido en trabajo.

14. Comparemos los dos tipos principales de sistemas hidráulicos:

Sistema abierto = se varia la presión pero el flujo es constante.

Sistema cerrado = se varia el flujo, pero se mantiene la presión.

15. Hay dos tipos básicos de aprovechamiento de la fuerza hidráulica:

a) El hidrodinámico, que se sirve de líquidos a gran velocidad, aprovechando su “impacto”.

Ejemplo: un convertidor de par.

b) El hidrostático, que aprovecha los líquidos en circulación a velocidad relativamente reducida pero a presiones más altas para obtener potencia. Ejemplo: casi todos los sistemas hidráulicos y los que se describen en este manual.

### *1.12.2. Automatización neumática.*

La automatización puede ser considerada como el paso más importante del proceso de evolución de la industria en el siglo XX, al permitir la eliminación total o parcial de la intervención humana, obteniéndose las ventajas siguientes:

- Reducción de los costos de mano de obra directos.
- Uniformidad de la producción y ahorro de material.
- Aumento de la productividad.
- Mayor control de la producción al poder introducir en el proceso sistemas automáticos de muestreo.

— Aumento de la calidad del producto final.

En todo proceso de automatización se distinguen tres partes:

- a) Elementos periféricos de entrada, a través de los cuales llega al sistema la información.
- b) Unidad central de tratamiento de la información.
- c) Elementos periféricos de salida, que, de acuerdo con las órdenes elaboradas por la unidad central, gobiernan los elementos de potencia.

Existen diversas técnicas para la realización de automatismos: la electromecánica, la electrónica, la neumática, etc.

La automatización neumática es la que se realiza usando las propiedades del aire comprimido. Las señales deben traducirse a ausencia o presencia de presión neumática. El tratamiento de las señales es realizado por los distribuidores neumáticos. Las señales de salida son, generalmente, posiciones de cilindros neumáticos.<sup>19</sup>

### *1.12.3. Neumática industrial.*

El concepto moderno de neumática trata sobre los fenómenos y aplicaciones de la sobrepresión o depresión —vacío— del aire. La mayoría de las aplicaciones neumáticas se basan en el aprovechamiento de la sobreimpresión.

Según su actual definición, la neumática es una técnica moderna, pero según su concepción original es una de las formas de energía más antigua de entre las conocidas por

---

<sup>19</sup> GUILLÉN Salvador. Introducción a la neumática. Ed. Marcombo. Serie productiva, España, 1993 pág. 65-78.

el hombre. Existen manuscritos del siglo I de nuestra era donde se describen mecanismos accionados por aire caliente; en el transcurso de los siglos siguientes fueron diseñados dispositivos, generalmente con fines bélicos.

La neumática moderna, con sus grandes posibilidades, se inicia en Europa a partir de la mitad del siglo XX debido a la acuciante necesidad de una automatización racional del trabajo. Desde entonces la neumática ha ido evolucionando, y lo seguirá haciendo según las necesidades de la industria, ofreciendo en la actualidad una extensa gama de productos.

La concepción y estudio de los sistemas neumáticos requiere el conocimiento de los elementos neumáticos y su funcionamiento, así como la interconexión entre ellos.

La energía neumática, que emplea aire comprimido como fuente de potencia, tiene cualidades excelentes entre las que destacan:

- El aire es abundante y barato.
- Se transforma y almacena fácilmente.
- Es limpio, no contamina y carece de problemas de combustión con la temperatura.

Los elementos neumáticos pueden alcanzar velocidades de trabajo elevadas pero, dada la compresibilidad del aire, su regulación no es constante.

Los esfuerzos de los actuadores neumáticos tienen un techo alto, aunque limitado e inferior a los de otras técnicas. Exigen un coste elevado en la instalación del generador de energía neumática y su manipulación es algo ruidosa, como consecuencia de los escapes

existentes.

#### *1.12.4. Ventajas e inconvenientes de la fuerza hidráulica<sup>20</sup>.*

Tal como ha visto en el sistema hidráulico simple, hemos desarrollado el propósito de transmitir potencia desde una fuente (motor a combustión o motor eléctrico) al lugar donde se requiere esta potencia para trabajar.

Para comparar las ventajas y desventajas del sistema hidráulico, hagámoslo con los otros métodos comunes de transferir potencia. Estos serían mecánicos (ejes, engranajes o cables) o eléctricos.

##### *1.12.4.1. Ventajas.*

1. FLEXIBILIDAD — Diferente al método mecánico de transmisión de potencia, donde las posiciones relativas del motor y lugar de trabajo deben permanecer relativamente constantes con la flexibilidad de las líneas hidráulicas, la potencia se puede mover a casi cualquier lugar.

2. MULTIPLICACION DE FUERZA - En el sistema hidráulico se pueden usar fuerzas muy pequeñas para mover cargas muy grandes simplemente cambiando los tamaños de los cilindros.

3. SIMPLICIDAD — El sistema hidráulico tiene

---

<sup>20</sup>O.C. Introducción a ...pág. 87-92.

menos piezas móviles, menos puntos de desgaste y se lubrica por si mismo.

4. COMPACIDAD - Comparar el tamaño de un motor hidráulico pequeño con un método eléctrico del mismo caballaje. Luego, imaginarse el tamaño de los engranajes y ejes que se requerirían para crear las fuerzas que se puede lograr con una prensa hidráulica pequeña. El sistema hidráulico puede manejar más potencia para su tamaño que cualquier otro sistema.

5. ECONOMÍA — Esta es la consecuencia natural de la simplicidad y compacidad que provee un costo relativamente bajo de potencia transmitida. También, las pérdidas de potencia y fricción son comparativamente bajas.

6. SEGURIDAD — Hay menos piezas en movimiento, tales como engranajes, cadenas, correas y contactos que en otros sistemas. Las sobrecargas pueden controlarse con más facilidad usando válvulas de seguridad que lo que es posible con los dispositivos de sobrecarga en otros sistemas.

#### *1.12.4.2. Desventajas.*

1. EFICIENCIA — Mientras la eficiencia del sistema hidráulico es mucho mejor que el sistema eléctrico, es más baja que para la transmisión mecánica de potencia.

2. NECESIDAD DE LIMPIEZA - Los sistemas hidráulicos pueden averiarse por el óxido, corrosión, tierra, calor y descomposición de los líquidos. La limpieza y el mantenimiento son más críticos en el sistema hidráulico que en cualquier otro método de transmisión.

### *1.12.5. Funcionamiento de los cilindros hidráulicos.*

#### *1.12.5.1. Cilindros de acción simple.*

En los cilindros de acción simple, el aceite a presión actúa sobre una de las caras del pistón nada más. El pistón con su biela salen del cilindro por la presión del aceite. Cuando cesa de actuar la presión, el peso o la carga (o un muelle) hacen que la biela se retraiga de nuevo. La charnela sirve para articular el cilindro entre los dos puntos de trabajo.<sup>21</sup>

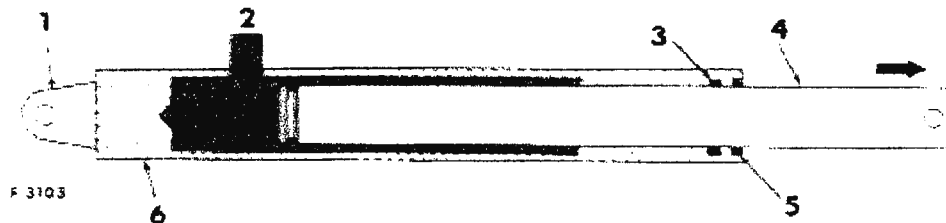
Por la otra cara el pistón está seco. En ese extremo del cilindro tiene que haber un orificio de respiración para que pueda salir el aire que empuja el pistón, o para que pueda entrar cuando el cilindro se retrae. El cilindro trabaja mejor así, no haciéndose el vacío. Con objeto de que no entre suciedad, el orificio de respiración suele taparse con un filtro poroso.

El pistón lleva una junta que evita que el aceite pase a la otra cara. Sobre la misma biela se monta una junta que tiene por objeto limpiarla cuando se retrae.

En algunos cilindros de acción simple la, biela no lleva pistón, haciendo las veces de éste el extremo de la propia biela. Son los llamados cilindros hidráulicos tipo ariete, ver figura 1.10. La biela es de diámetro un poco más reducido que el diámetro interior del cilindro. (Sobre el extremo de la biela que hace las veces de pistón hay un pequeño reborde que impide que la biela se pueda salir del cilindro).

---

<sup>21</sup> EQUIPO JOHN DEERE, Fundamentos de servicio., USA, 1967, pág. 20-24



1. Chamela; 2. Entrada de aceite; 3. Junta de la biela (en caja); 4. Biela (ariete); 5. Junta limpiadora; Cilindro.

### **Figura 1.10. Cilindro hidráulico tipo ariete.**

Este tipo de diseño ofrece varias ventajas frente al tipo de pistón: 1) La biela es de mayor diámetro y no se dobla por efecto de las cargas que actúan sobre ella en sentido lateral. 2) Las juntas son exteriores y más fáciles de cambiar por esta razón. 3) Las rugosidades que puedan tener las paredes interiores del cilindro, no afectan a las juntas. 4) No se necesita orificio de respiración, porque el aceite a presión llena toda la cámara interior del cilindro.

Los cilindros de acción simple se prefieren para algunos equipos móviles en los que lo único que se necesita es levantar la carga para volver a dejar que baje por su propio peso.

1.12.5.2. Cilindros de doble acción.

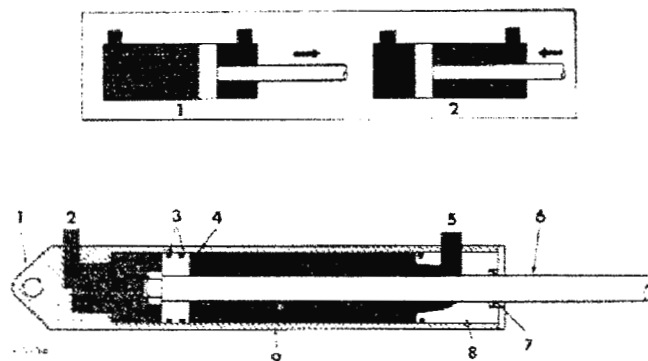


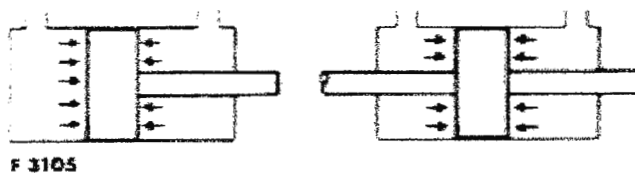
Figura arriba: 1.Extendido; 2. Retraído.  
 Figura baja: 1. Chamela; 2. Boca de aceite; 3. Juntas del pistón; 4. Pistón; 5. Boca de aceite; 6. Biela del pistón; 7. Junta de biela; 8. Extremo desmontable; 9. Cilindro.

**Figura 1.11. Cilindro de doble acción típico.**

Los cilindros de doble acción actúan con fuerza en ambos sentidos. Cuando el aceite a presión entra por un extremo, el cilindro se extiende, y cuando lo hace por el otro, el cilindro se retrae, ver figura 1.11. El aceite del lado opuesto del pistón es obligado a retornar al depósito.

En los cilindros de doble acción tiene que llevar juntas herméticas el pistón y la biela.

En la figura 1.12, se ilustran dos tipos de cilindros de doble acción.



Sin equilibrar (diferencial). Equilibrado (idéntica fuerza a ambos lados).

**Figura 1.12. Cilindros de doble acción.**

El tipo SIN EQUILIBRAR, o diferencial, se caracteriza porque la fuerza aplicada por el lado del pistón del que va la biela, es menor que la que se aplica por el lado opuesto. Ello es debido a que la biela ocupa una parte de la superficie del pistón sometida a la presión del aceite. Estos cilindros se utilizan cuando se necesita un movimiento de extensión mas lento pero con más fuerza, y un movimiento de retracción mas rápido y con menos fuerza.

En el cilindro EQUILIBRADO, la biela va por ambas caras del pistón. De esta forma ambas superficies de trabajo son idénticas el cilindro se retrae o se extiende con la misma fuerza.

Como es natural, el equilibrio o desequilibrio de estos cilindros depende también de las cargas. Si la carga que tienen que mover en uno y otro sentido no es la misma, el cilindro se desequilibra.

### **1.13. CUBIERTA O CAJA DEL PROYECTO.**

Es aquí donde se encuentran contenidos los circuitos impresos, protegidos y ordenados y con suficiente espacio de tal forma que pueda existir ventilación entre los elementos.

Al mismo diseño del contenedor de los circuitos se le han hecho agujeros con la finalidad de que tenga circulación de aire ya que los elementos, sobre todo los transistores

podrían disipar calor, pero esto sucederá únicamente cuando éstos estén expuestos a largas horas de trabajo.

A continuación, en la figura 1.13, se presenta el dibujo pictórico de la cubierta que contendrá a los circuitos.

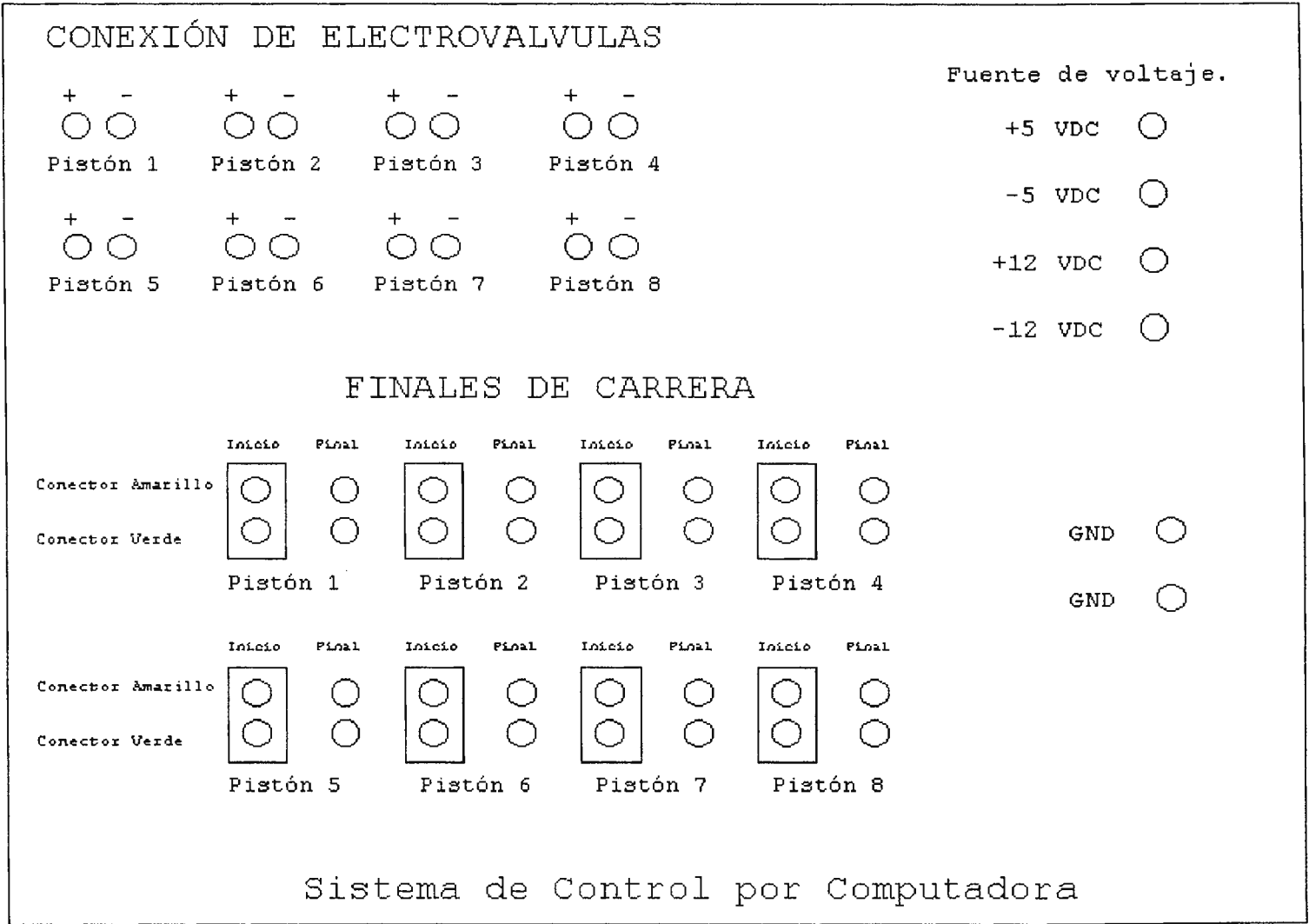


Figura 1.13. Cubierta que contiene a los circuitos del sistema.

La figura 1.13, muestra la parte principal o la llamada de vista de planta del contenedor de los circuitos.

En la parte superior izquierda se tienen los conectores de los actuadores o pistones; en éstos conectores se ha colocado la simbología positiva y negativa a la que deben de ser puestos cada pistón, también se describe el nombre de los ocho pistones para saber cuál es el que está actuando.

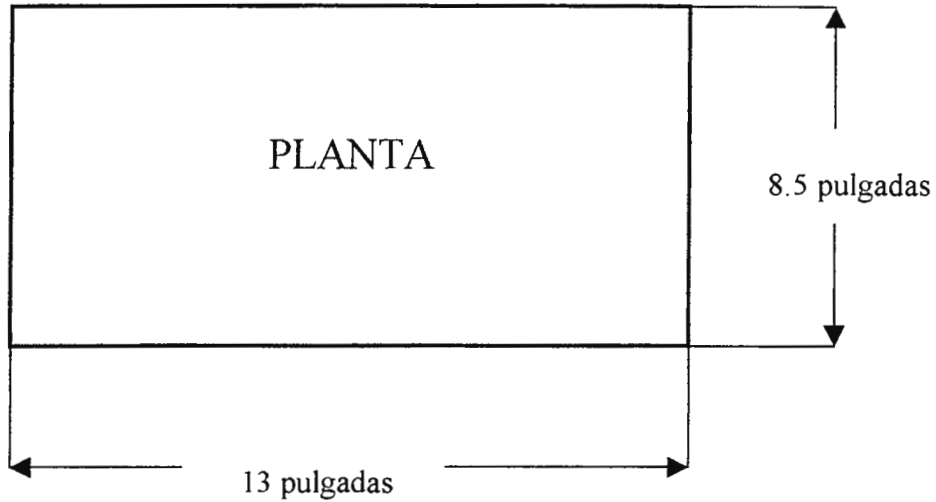
En la parte inferior izquierda, se han colocado los conectores de los finales de carrera, el de inicio y el de final, esto se ha hecho con el objetivo de no equivocar el dato que se enviará a la computadora. Los finales de carrera del laboratorio de hidráulica y neumática tienen colores amarillo, verde y blanco; el blanco representa en éste proyecto el GND, mientras que el verde es el Normalmente Abierto y el amarillo es el Normalmente Cerrado.

En la figura 1.13, se muestra la posición que ocupa el amarillo y el verde en toda la fila. También se ha encerrado en un cuadro, el final de carrera inicial para diferenciarlo del final; no hay que olvidar que bajo los conectores de los finales de carrera se han puesto los nombres de los pistones para no equivocarse en la conexión de éstos.

De igual forma en la representación se presentan otros conectores en la parte superior y media derecha, una fuente incorporada de auxilio en la que se encuentran los

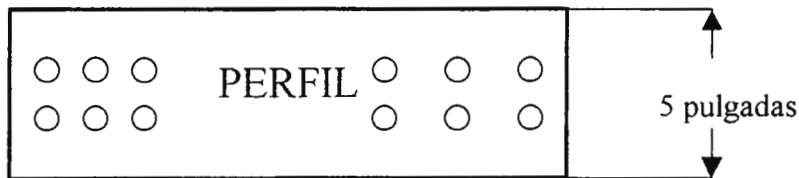
voltajes de +5 VDC con 15 A y 150 W, -5VDC con 0.5 A y 150 W, +12 VDC con 5 A y 150 W y por último -12VDC con 0.5 A a 150 W, también dos conectores de GND.

La dimensiones de la caja son las siguientes y se muestran en la figura 1.14:



**Figura 1.14. Vista de planta de la caja.**

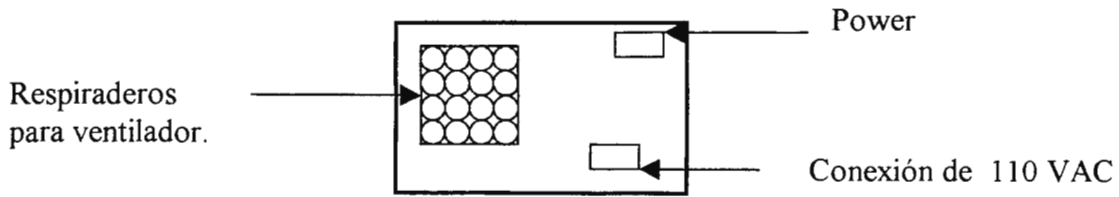
A continuación se muestra la parte de perfil de la caja, en la figura 1.15:



**Figura 1.15. Vista de perfil de la caja.**

Los agujeros de ventilación para el circuito, son colocados en los dos perfiles de la caja.

Seguidamente se presenta la figura 1.16 que es la parte de conexión de AC de la misma caja:



**Figura 1.16. Vista trasera de la caja de conexión.**

El material de la caja del proyecto es de plástico o fibra de vidrio para que sea más manejable y sobre todo evitar en lo más posible que sea pesado.

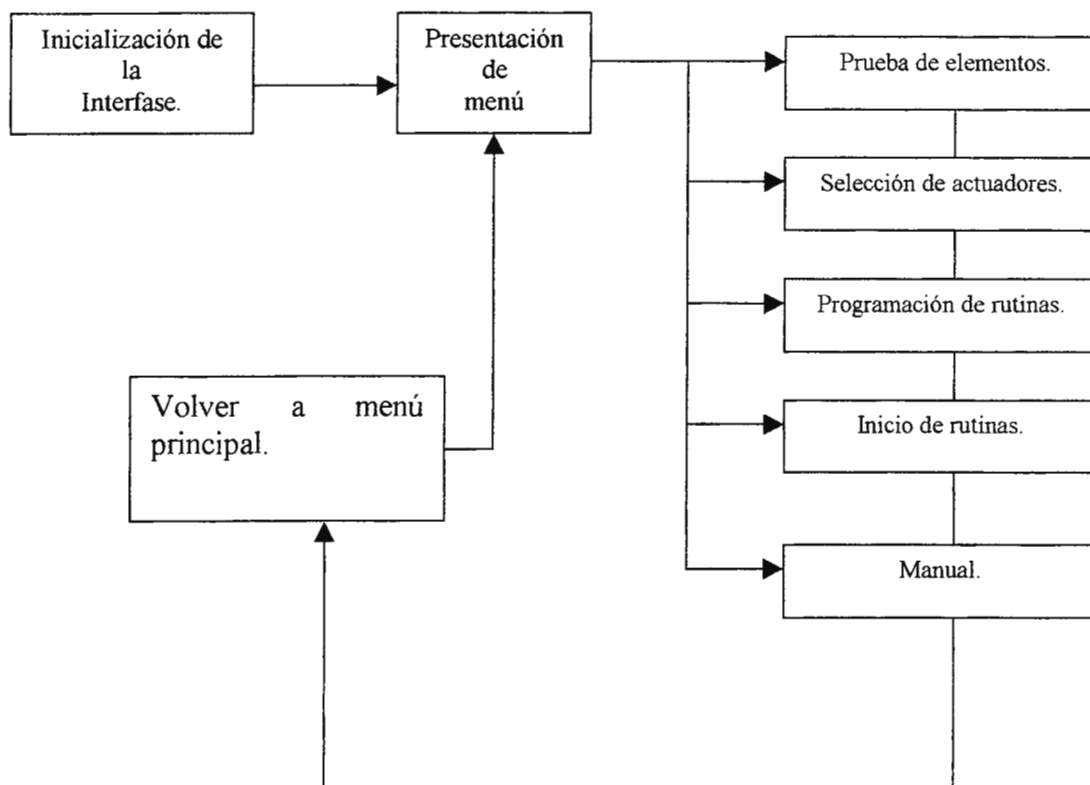
## CAPITULO II.

### 2. SOFTWARE DEL PROYECTO.

#### 2.1. PROGRAMA DEL USUARIO.

El programa pretende ser el cerebro de todo el sistema de automatización, ya que éste podrá controlar con la colocación de simples elementos en la pantalla, dispositivos electromecánicos, hidráulicos y neumáticos.

#### 2.2. Diagrama de bloques del programa.



## 2.3. Funcionamiento del programa.

El programa consta de las siguientes partes:

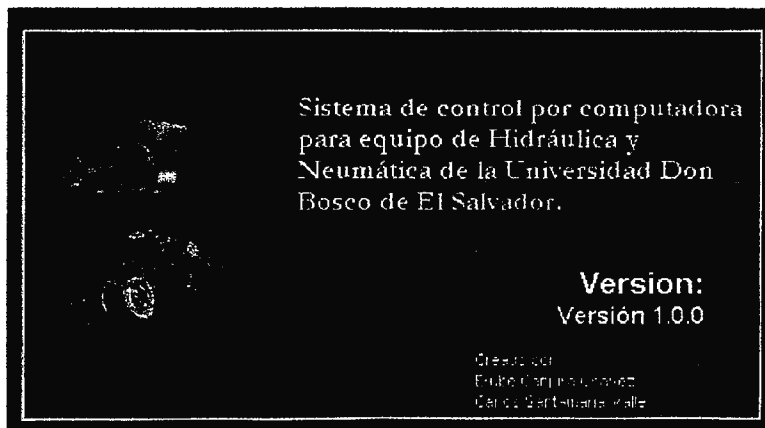
1. Carátula de **Presentación** del Sistema de control hidráulico y neumático.
2. Ventana **Principal**, en la cual se presenta :
  - a) Archivo, el cual se subdivide en:
    - a.1) Fin.
  - b) Configuración, en este se encuentra:
    - b.1) Elección de actuadores.
    - b.2) Programación de secuencias.
  - c) Prueba, en la que se muestra:
    - c.1) Prueba de actuadores.
    - c.2) Prueba de interfase.
  - d) Ayuda, en esta se encuentra:
    - d.1) Acerca de.
    - d.2) Manual.

A continuación se explicarán detalladamente cada una de los aspectos antes mencionados, las subdivisiones, el funcionamiento y finalidad.

### 1. Carátula de **Presentación**.

En la figura 2.1, se presenta el nombre del proyecto, sus realizadores y la versión.

Al dar clic en la parte central de la carátula se pasa al menú principal.

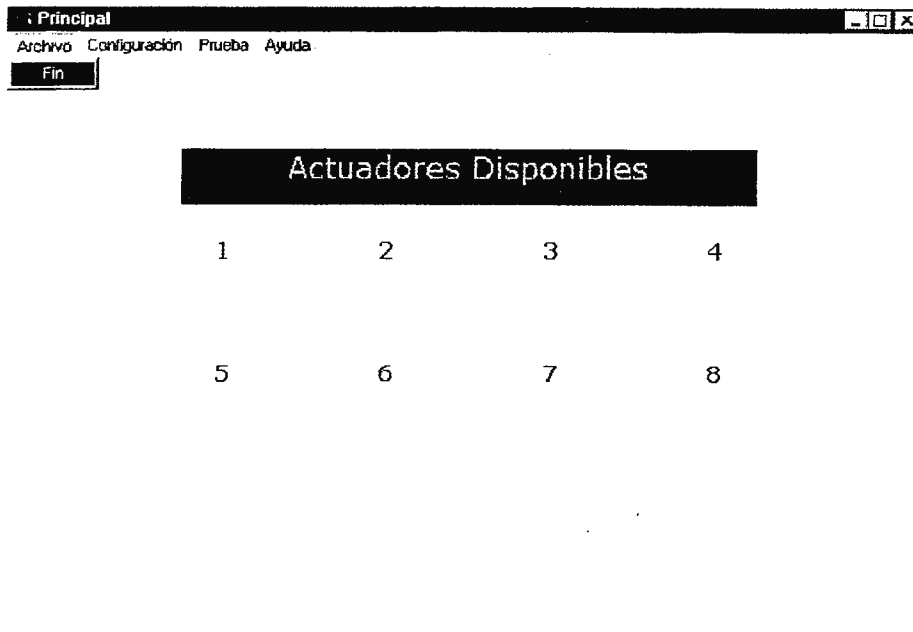


**Figura 2.1.** Carátula de presentación del proyecto.

### 2.a.1 Ventana **Principal**.

Aquí se encuentra una selección llamada Archivo, en la que al desplegarla se observa la opción **Fin**.

La siguiente figura 2.2, muestra lo que anteriormente se ha dicho.



**Figura 2.2.** Ventana principal.

#### 2.a.1. La opción **Fin**.

Esta se puede observar al presionar Archivo dentro de **Principal** y con la que se sale totalmente del programa.

Siempre dentro de la ventana **Principal**, se muestra un segundo recurso llamado Configuración. Al desplegarla se presentan dos opciones, **Elección de actuadores** y **Programación de secuencias**.

La opción anterior se muestra en la figura 2.3.

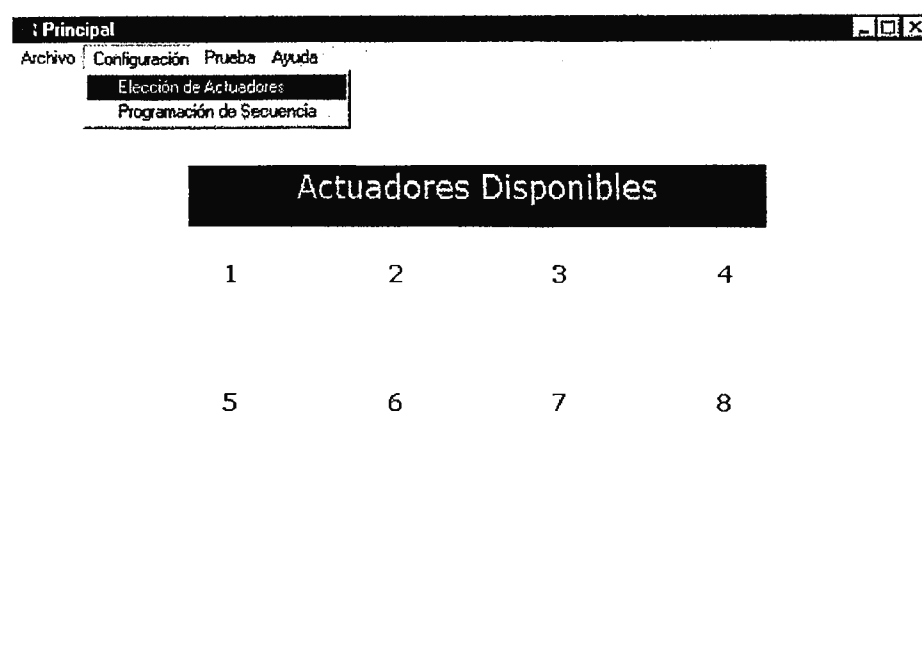
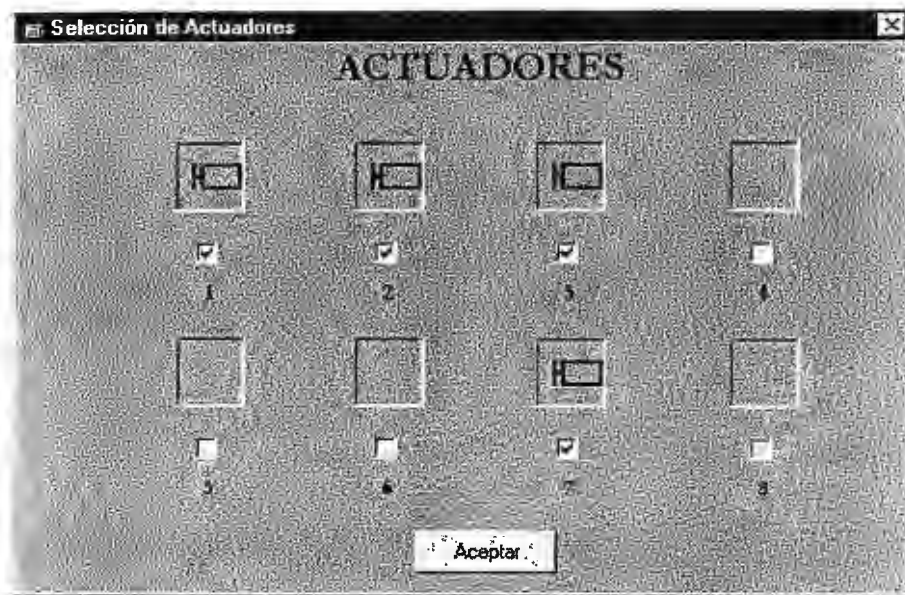


Figura 2.3. Ventana principal, Elección de actuadores.

2.b.1. Ventana de Elección de actuadores.

Al escoger Elección de actuadores, aparece la ventana con ocho casillas con los pistones seleccionados como se presenta a continuación en la figura 2.4:



**Figura 2.4.** Selección de actuadores.

La figura 2.4, muestra una ventana en la que es necesario hacer click en las casillas pequeñas con el objetivo que aparezca un “Check”, instantáneamente, aparecerá la figura del pistón elegido. Como se dijo antes, es necesario hacer click en las casillas, ya que de lo contrario no funcionará ningún actuador. Es obligatorio para realizar cualquier rutina hacer antes éste proceso de selección de actuadores.

El número de elección de los actuadores podrá ser desde uno hasta ocho, es decir, que si sólo se fueran a utilizar dos pistones, sólo se marcan dos, si se fueran a utilizar tres, se marcan tres y así sucesivamente o si se desea utilizar el pistón 1, 2, 3 y el 7 como lo muestra la figura 2.4, se pueden colocar.

Al haber hecho las respectivas elecciones, se hace clic en Aceptar automáticamente vuelve al menú **Principal** y es aquí donde se muestran los pistones que se han escogido, tal y como lo muestra la figura 2.5:

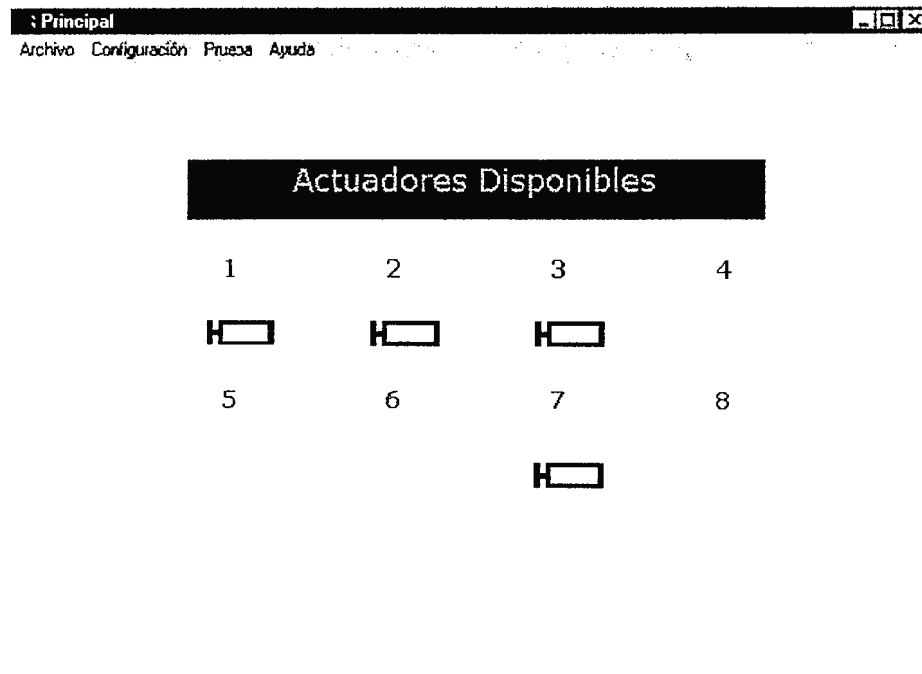
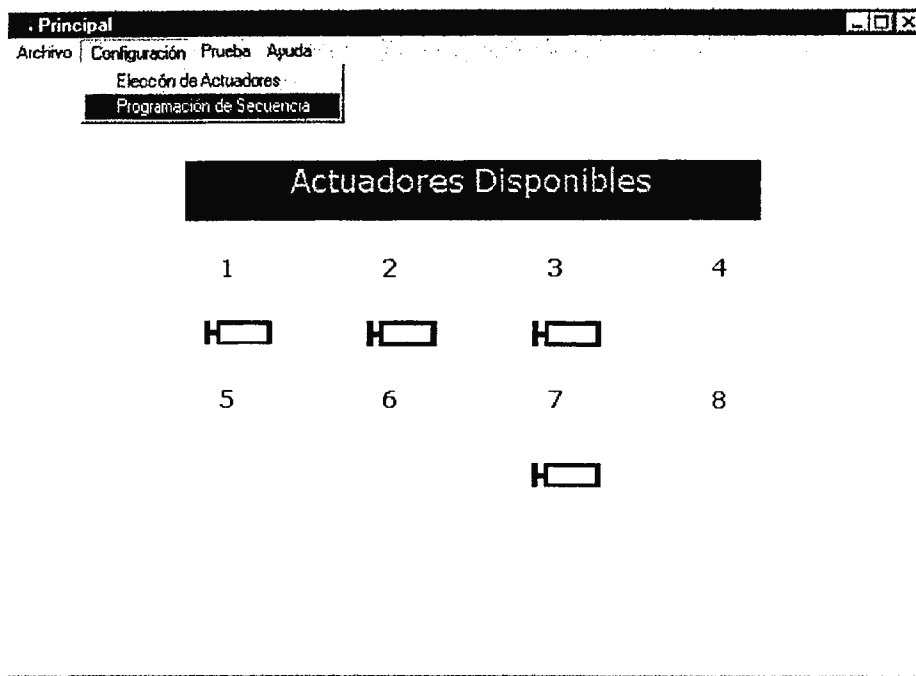


Figura 2.5. Actuadores seleccionados.

#### 2.b.2. Elección Programación de secuencias.

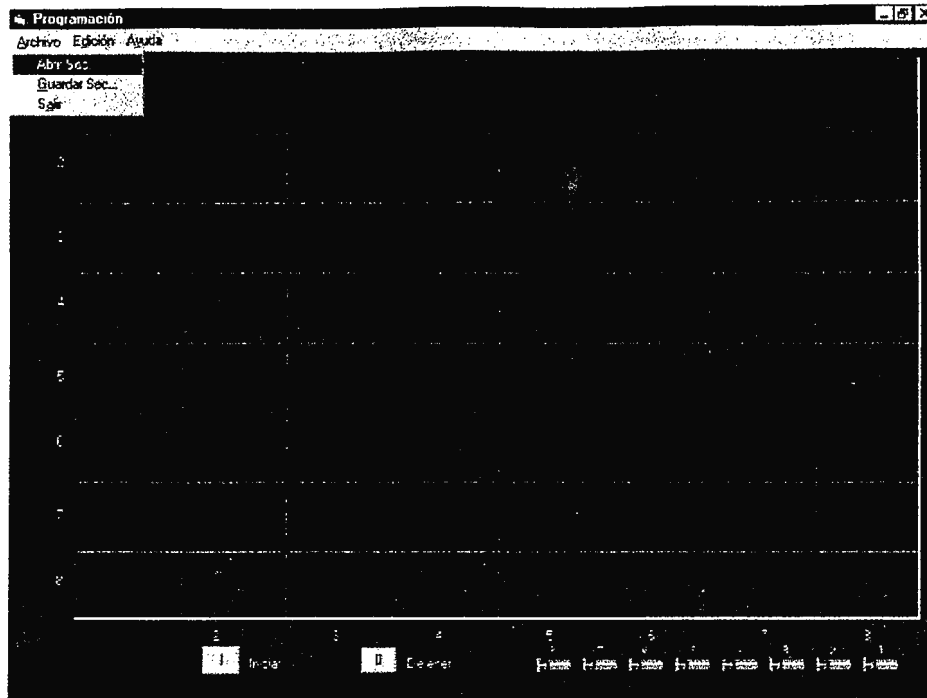
Tal y como se mencionó antes, los pasos anteriores hechos en la Elección de actuadores, son necesarios para pasar a esta fase.

En el menú **Principal** se elige nuevamente Prueba, y en éste Programación de secuencia, tal y como es mostrado en la siguiente figura 2.6:



**Figura 2.6.** Ventana principal; selección de programación de actuadores.

Al entrar en esta pantalla, se logra visualizar una matriz de 8 filas y 8 columnas. En la parte inferior derecha se muestran los 8 pistones listos para posicionarlos en los espacios de las casillas de la matriz, también se encuentra los controles de *Iniciar* y *Detener* de la secuencia. Esto es mostrado en la siguiente figura 2.7:



**Figura 2.7.** Ventana de programación de secuencia.

En la parte superior izquierda se visualizan tres opciones: *Archivo*, *Edición* y *Ayuda*.

*Archivo*, que se divide nuevamente en tres aspectos: Abrir secuencia, Guardar secuencia y Salir.

Lógicamente, al elegir Abrir secuencia, se espera seleccionar algunas de las secuencias pregrabadas o que el programador ha guardado con anterioridad.

Cuando se selecciona Guardar secuencia, almacena la secuencia actual que se ha implementado.

Luego Salir, viene a ser el retirarse de esa pantalla para volver a la ventana **Principal**.

*Edición*, en la cual se encuentra la opción Borrar todo, con la que aparece una ventana preguntando, ¿Desea borrar todos los elementos?. A esta pregunta vienen dos opciones, Aceptar y Cancelar. Con la primera borra la secuencia actual que el programador ha hecho y con la segunda queda tal y como se encuentra. Lo anteriormente dicho se muestra en la figura 2. 8:



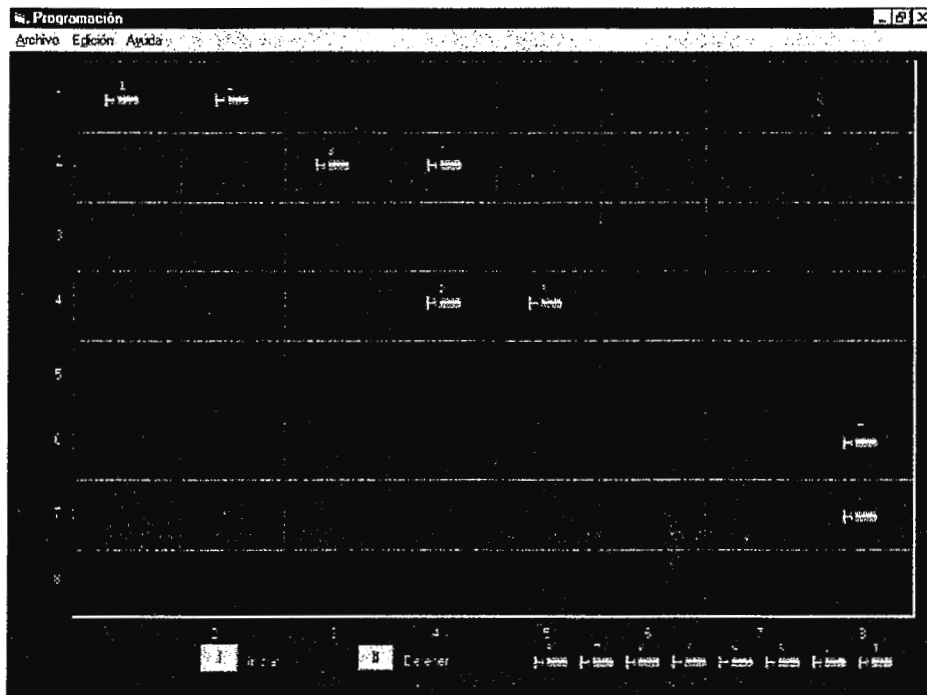
**Figura 2.8.** Borrar secuencia.

*Ayuda*, en la que se despliega Descripción de pasos acerca del programa.

### Colocación de los pistones.

La forma para colocar los pistones en la matriz es la siguiente: se coloca el cursor del ratón en el actuador, se hace clic sobre éste y aparecerá un icono de un

avión el cual indica que es posible moverlo, luego se arrastra hacia la posición deseada. Cuando no se han seleccionado los pistones no aparecerá la figura anterior. No se puede colocar un mismo pistón en la misma columna, si así se hiciese aparecerá un mensaje que indicando que ese actuador ya se encuentra en la dicha columna. Por otro lado, sí se puede colocar un mismo pistón en una fila. La figura 2.9, muestra un ejemplo de los pistones colocados a gusto del programador.



**Figura 2.9.** Colocación de los pistones.

Hay que hacer notar que la secuencia se realiza de arriba hacia abajo y de izquierda derecha, es decir, que primero actúan los pistones de la primera columna desde la fila uno hasta la ocho, al terminar la primera columna pasa automáticamente a la siguiente.

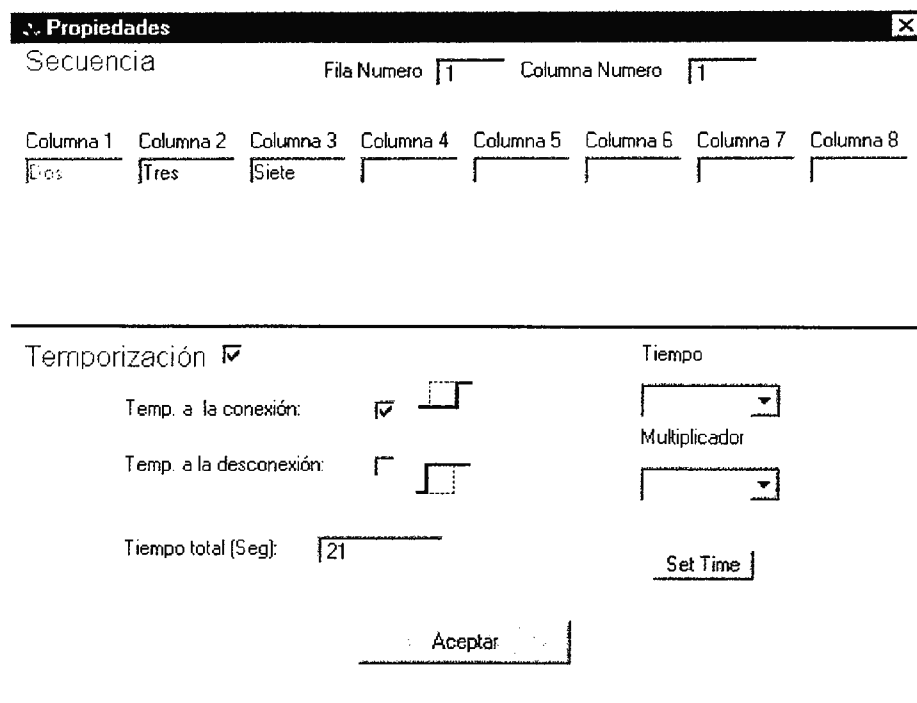
Cuando ya se han posicionado los pistones, se puede hacer clic derecho sobre éste para ver todas sus propiedades.

Al hacer clic derecho sobre el pistón, se presentan dos selecciones: *Eliminar* y *Propiedades*.

Al elegir *Eliminar*, se abre otra ventana en la que pregunta, ¿Desea eliminar éste elemento?, y coloca dos elecciones, Aceptar y Cancelar. Si se escoge Aceptar se borra ese elemento, si se elige Cancelar, permanece sin cambio.

Si la selección fue *Propiedades*, se abre otra ventana con las siguientes descripciones: “Secuencia” y “Temporización”. Se notará que el pistón elegido cambia de aspecto.

En esta ventana también se presentan dos casillas, *Fila número* y *Columna número*, que indican la posición actual del pistón en estudio, es más éste último se presenta resaltado en color rojo para diferenciarlo de los demás. Esto se muestra en la siguiente figura 2.10:



**Figura 2.10.** Propiedades del pistón.

Como se dijo anteriormente, la “Secuencia” se va a realizar de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha. En ésta sección se observan ocho casillas, con los nombres de las columnas comenzando desde la uno hasta la ocho, aquí el orden viene dado por la fila en la que se encuentra el pistón elegido, siempre de izquierda a derecha.

Luego de haber realizado este procedimiento, sigue la “Temporización” del pistón. Aquí existen dos opciones, una *“Temporización a la conexión”* y *“Temporización a la desconexión”*.

Primeramente hay que decir que, necesariamente se hace click en la casilla de Check para que habilite las dos temporizaciones dichas anteriormente.

Habiendo hecho eso, se puede seleccionar cualquiera de las dos quedando deshabilitada la otra.

Por activar la “*Temporización a la conexión*”, se entiende que el pistón iniciará la cuenta del tiempo cuando éste haga contacto con los finales de carrera, es decir, los finales de carrera de inicio, y por “*Temporización a la desconexión*” se entiende que la cuenta del tiempo se inicia cuando éste se desconecte de los finales de carrera de inicio y haga contacto con los finales de carrera del final.

Dentro de esta misma, se presentan tres casillas más, una del tiempo que va desde 1 hasta 25, otra casilla que va desde 1 hasta 10 pero con incrementos de 0.5 y por último una casilla en la que aparece el producto, en segundos, de los dos anteriores al presionar *Set Time*.

Cuando ya se han dado todos los pasos anteriores, entonces se presiona Aceptar para volver a **Programación de secuencia**.

Es estando en Programación y habiendo realizado los aspectos anteriores que se habilita “Iniciar” y “Detener”, con los cuales se puede hacer funcionar el programa junto con el equipo de actuadores.

Mientras se está realizando la secuencia, los pistones van cambiando de aspecto, es decir, que se van marcando cuando éstos van haciendo su actividad.

En la ventana **Principal**, está *Prueba* y dentro de ésta se encuentra, **Prueba de actuadores.**

#### 2.c.1. **Prueba de actuadores.**

Cuando se elige ésta opción, se presenta una ventana en la que se muestran los ocho pistones con un botón llamado TEST bajo cada uno de ellos, el cual al presionar uno de éstos se deshabilitan los demás, dando paso de esta forma, al desplazamiento de los actuadores. Esta prueba es visible tanto de forma real como gráfica, ya que en la ventana se notará los desplazamientos de ida y vuelta del pistón. Ver figura 2.11.

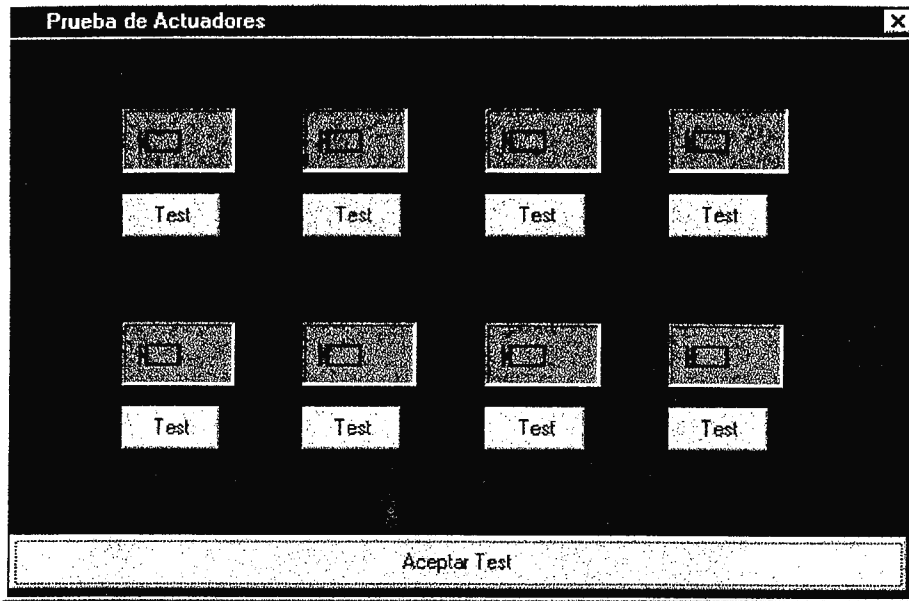


Figura 2.11. Prueba de actuadores.

Al comprobar que los pistones están bien en su funcionamiento se puede pasar a la programación de los mismos dando un click en Aceptar.

Si en dado caso no respondiera algún pistón a la orden enviada, ya sea por los contactos de los finales de carrera aparecerá la siguiente figura 2.12:

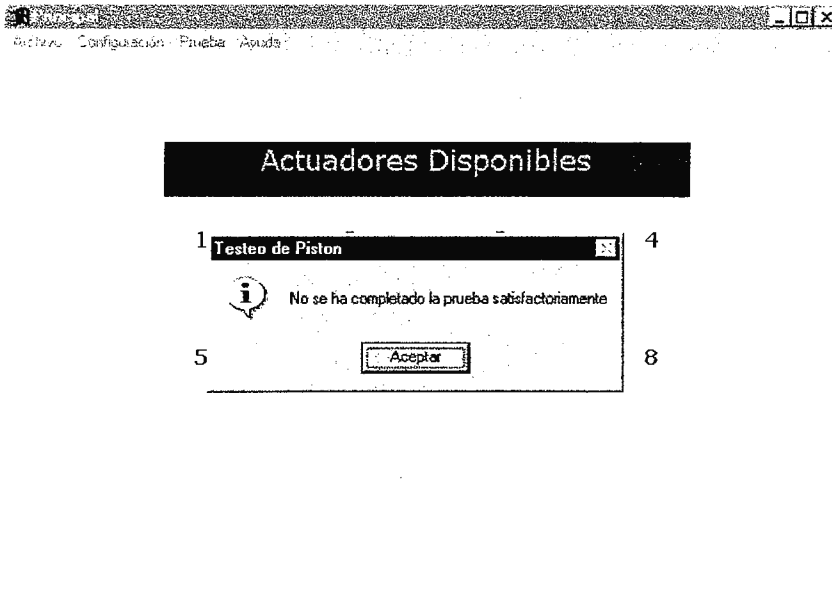


Figura 2.12. Acción no completada de los actuadores.

Posteriormente se presiona Aceptar para regresar a la ventana de Prueba de Actuadores y revisar el funcionamiento de otros pistones y comprobar que los finales de carrera estén bien conectados.

La última selección del menú Principal es Ayuda, la que se divide en Acerca de y Manual.

### 2.d.1. Acerca de.

Aquí se encuentra la información general del proyecto, los derechos de autor la versión y el objetivo del programa. Además posee dos teclas , Aceptar y la Información del sistema. En esta última se abre una ventana con las diversas opciones y rutas que se pueden tomar para ir al sistema de la computadora y la primera vuelve a la ventana **Principal**, mostrada en la figura 2. 13, siguiente:

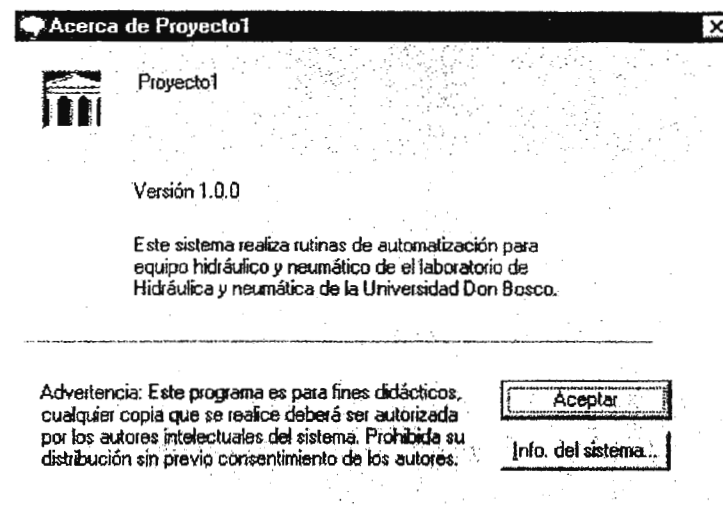
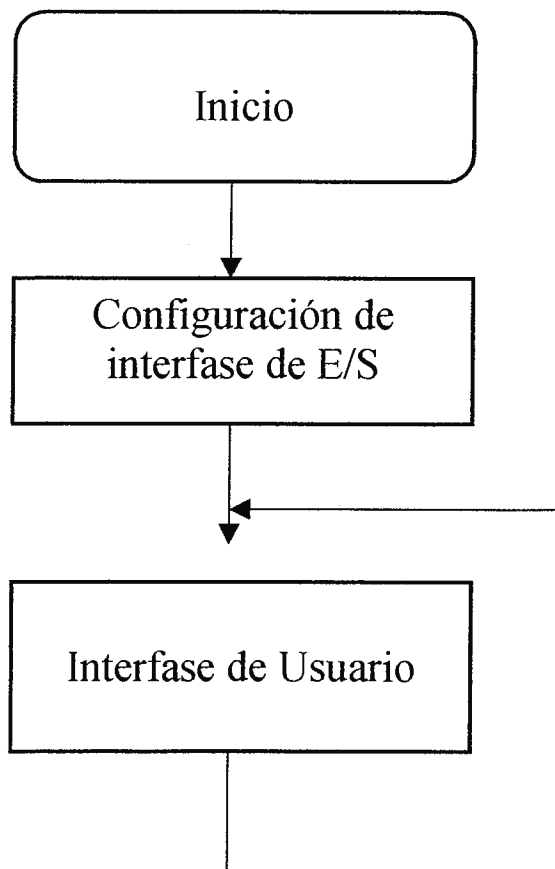


Figura 2.13. Ventana con Acerca de.

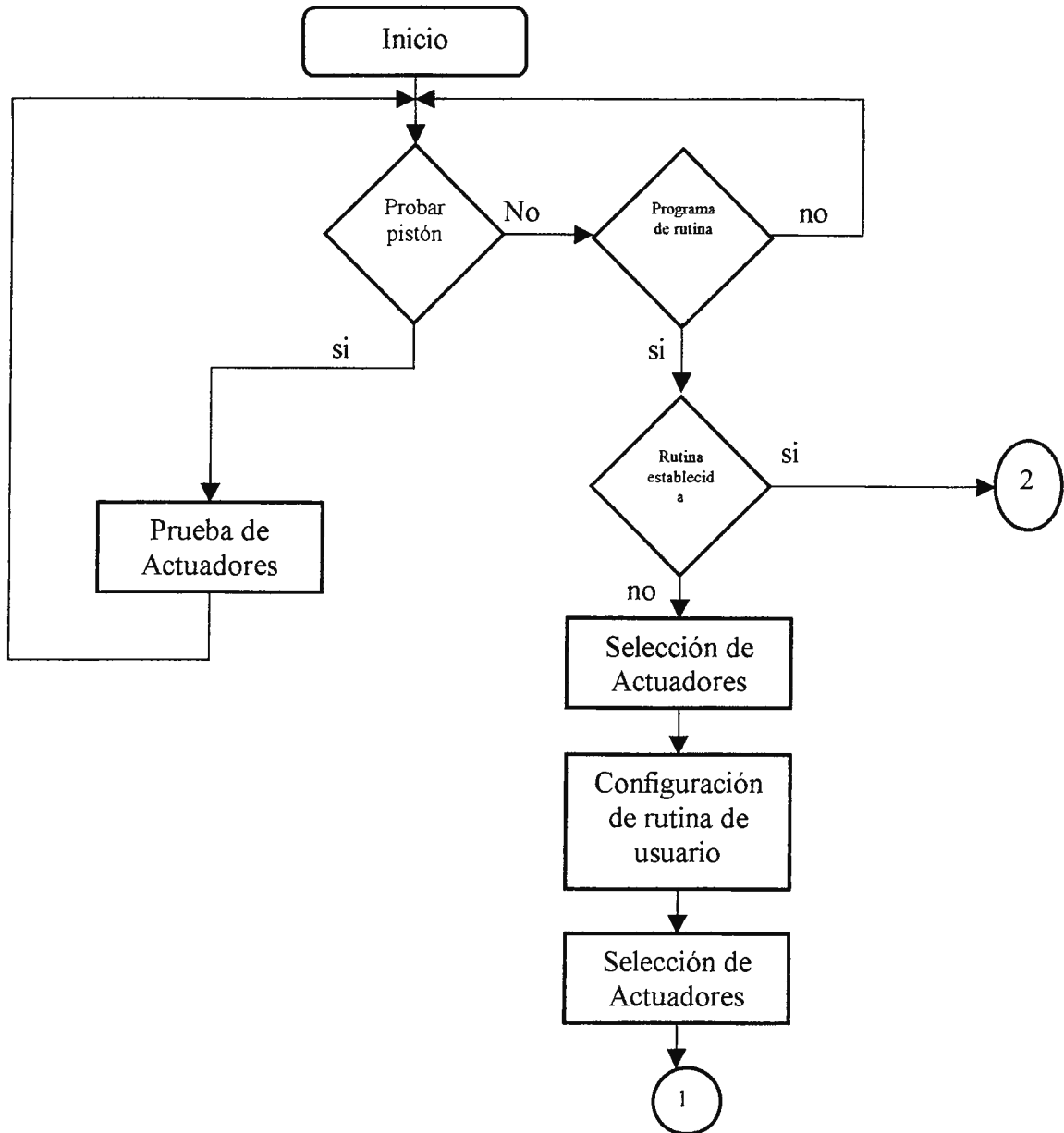
### 2.d.2. Manual.

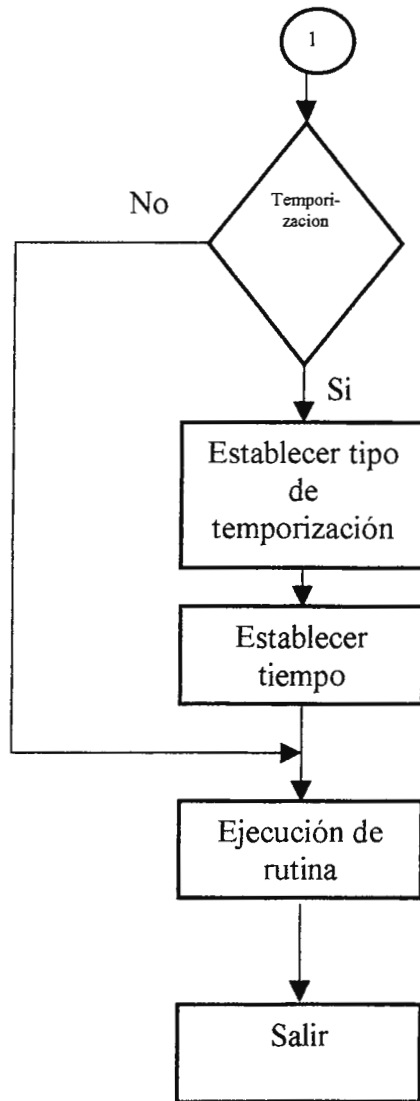
Es en esta opción en la que aparece detallada la explicación del programa y el funcionamiento del mismo.

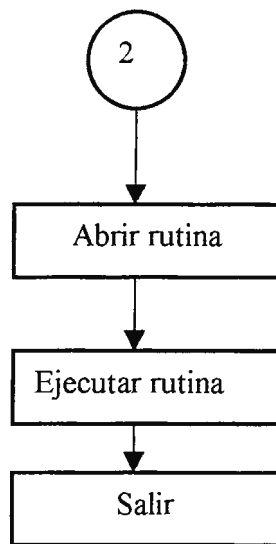
## 2.4. FLUJOGRAMA GENERAL



2.3.1. Selección y configuración de actuadores para secuencia.







## LIMITANTES

- El sistema tiene capacidad para ocho actuadores.
- Para que el sistema pueda reconocer la entrada de datos, el actuador debe permanecer por lo menos 1 segundo en el final de carrera.
- Existe un error al temporizar los actuadores en dos segundos agregados al tiempo establecido por el usuario.
- La presión máxima de los actuadores debe ser 5 psi para que logren ser detectados por el sistema.

## SUGERENCIAS.

- La velocidad del CPU puede influir en la temporización de los actuadores, ya que puede aumentar o disminuir el error de temporización.
- Colocar en el panel no mas de tres elementos.
- El orden de programación deberá de ser de izquierda a derecha sin dejar espacios entre columnas, comenzando con la columna 1.

## CONCLUSIONES.

Hay que tener en cuenta que el campo de la automatización va cada vez más tomando protagonismo, ya sea desde las automatización más sencilla como puede ser, una máquina excavadora hasta la manejada por control remoto en los satélites u otros casos similares.

Hoy en día, en El Salvador se observan cada vez, con más auge, los sistemas que faciliten los trabajos, ahorrando con ello tiempo y dinero, mejorando en gran manera la producción y aumentando la calidad del producto. Los sistemas controlados por PLC, computadora o quizás por otros elementos y programas, tienen la enorme facilidad de poderles dar seguimiento en todo su proceso desde el inicio hasta un final y de ésta forma, poder determinar cambios sustanciales a dicho proceso que mejoren el rendimiento de trabajo.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, y sobre todo los objetivos, se considera que éstos se han cumplido a cabalidad ya que se ha investigado, descrito, planteado y comprobado su factibilidad y necesidad en el mismo de una forma sistemática, clara y concisa.

Se puede, de igual forma, finalizar diciendo que el proyecto propuesto tiene un bajo costo ya que los elementos utilizados son encontrados comúnmente en el mercado, además que la implementación es muy fácil haciéndolo también muy versátil para ser usado en con otros propósitos.

Es de esperar que de éste proyecto, se puedan aprovechar un sin número de estudiantes, profesores y visitantes en general que tengan el deseo de aprender y simular un proceso que logre ser aplicado perfectamente en las diversas empresas, fabricas e industrias y poder motivar e iluminar la demanda que exige la sociedad.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

A.A. V.V.

Glosario de computación. Editorial Terranova, México, 1992

BREY, Barry.

Microprocesadores Intel. Ed. Prentice may, México, México, 1997.

DOWNTON, A.C.

Computadores y microproceadores. Ed. Addison, Argentina, 1993.

EQUIPO JONH DEERE, Fundamentos de servicio, USA

FESTO DIDACTIC, Equipo didáctico TP 200. Electroneumática, Italia

FREEDMAN, Alan.

Diccionario de computación. Tomo I. Ed. Mc Graw Hill, Santa Fe, Colombia. 1995.

Guías de laboratorio de Tecnológico, años 1997-1998.

GUILLÉN, Salvador.

Introducción a la neumática. Ed. Matconho, Serie productiva, España

LADEN, H.N.

Diseño de sistemas de computación. Ed. Limusa, México. 1995.

LEYBOLD, Hydraulic control technology and pneumatic training systems. Catálogos, Alemania.

PINEDA-MARTINEZ, Gerber-Wilber.

Diseño de un adquisitor de datos de una PC para la implementación de un osciloscopio. Tesis de tecnológico. Ed. UDB.

SCOTT, E. F.

Microprocesadores y computación. Barcelona, España. 1985.

TECNOLÓGICO.

Interfases para microprocesadores. Guías de práctica, Laboratorio de microprocesadores, 1998.

TEXAS INSTRUMENTS.

Design for engineering, Ed TI, USA, 1982

Informaciones de internet: [www. harrissemiconductor.com](http://www.harrissemiconductor.com), [www. ti.com](http://www. ti.com), [www.national semiconductor.com](http://www.national semiconductor.com)



**UNIVERSIDAD DON BOSCO.**  
Facultad de Estudios Tecnológicos.  
Centro de Investigaciones y Transferencias de Tecnología.  
GUÍA No. 1.

Departamentos: **Eléctrica, Mecánica, Electrónica.** Nivel: **Ingeniería y Tecnológico.**  
Área de estudio: **AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL.**  
Título: **DESCRIPCIÓN Y USO DEL PROGRAMA CONTROLADOR DEL EQUIPO DE HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA DE LA U.D.B.**  
Lugar de ejecución: **Laboratorio de hidráulica y neumática.**  
Tiempo de ejecución: **2 horas.**

---

## **I. Objetivos Específicos.**

- Conocer de forma rápida y sencilla el manejo y el uso del programa de control.
- Verificar por medio de la ventana “Prueba de Actuadores”, el funcionamiento de los mismos.
- Conocer las acciones de grabar secuencia, borrar secuencia y abrir secuencia preestablecida.
- Realizar una secuencia sencilla con tres pistones y ejecutarla.
- Modificar la secuencia diseñada y colocarle temporizaciones.

## **II. Introducción teórica.**

Actualmente en el ámbito industrial está de moda implementar sistemas de automatización ya sea con dispositivos mecánicos, hidráulicos y/o neumáticos, los cuales son utilizados para realizar procesos complejos o en los que se utiliza velocidad y fuerza.

Esto se facilita cuando existe un sistema que pueda dar órdenes y controlar el entorno o los dispositivos de una forma precisa y sin equivocaciones, con el sólo hecho de manejar las variables de entrada (Planta) para luego enviar la acción a realizar (PC).

En el mercado existen sistemas que pueden realizar estos trabajos con tanta eficiencia y velocidad, estos son llamados PLC, los cuales logran controlar una buena cantidad de dispositivos sin ejecutar errores en la acción. Estos controlan dispositivos externos por medio de un CPU y un programa en el cual se detalla la secuencia a realizar.

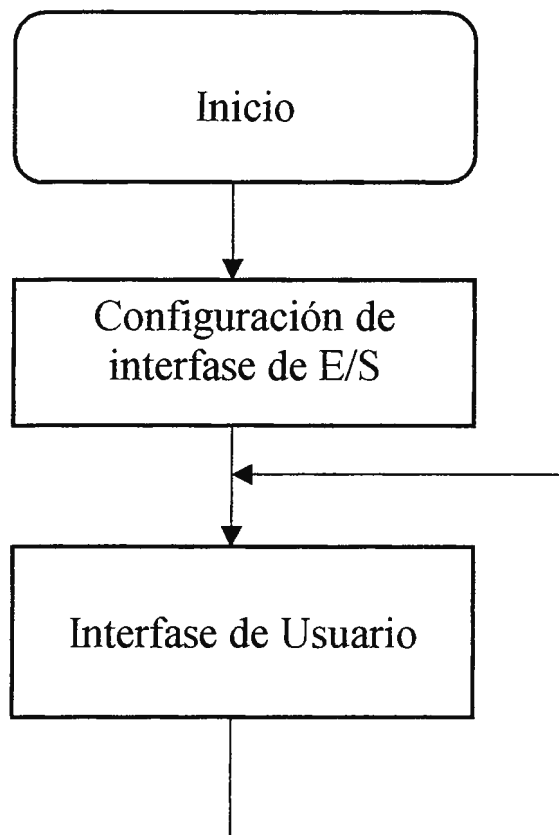
No hay que dejar de lado que también existen programas o plataformas con los que se pueden manejar, por medio de una computadora los dispositivos periféricos, por ejemplo, usando programación en Lenguaje ensamblador, programación en Visual C, Visual C++, o como en éste caso Visual Basic.

Todo esto con la motivación de presentarlo en ambiente tipo ventana y de esta forma hacer más agradable y más fácil el manejo de los elementos externos.

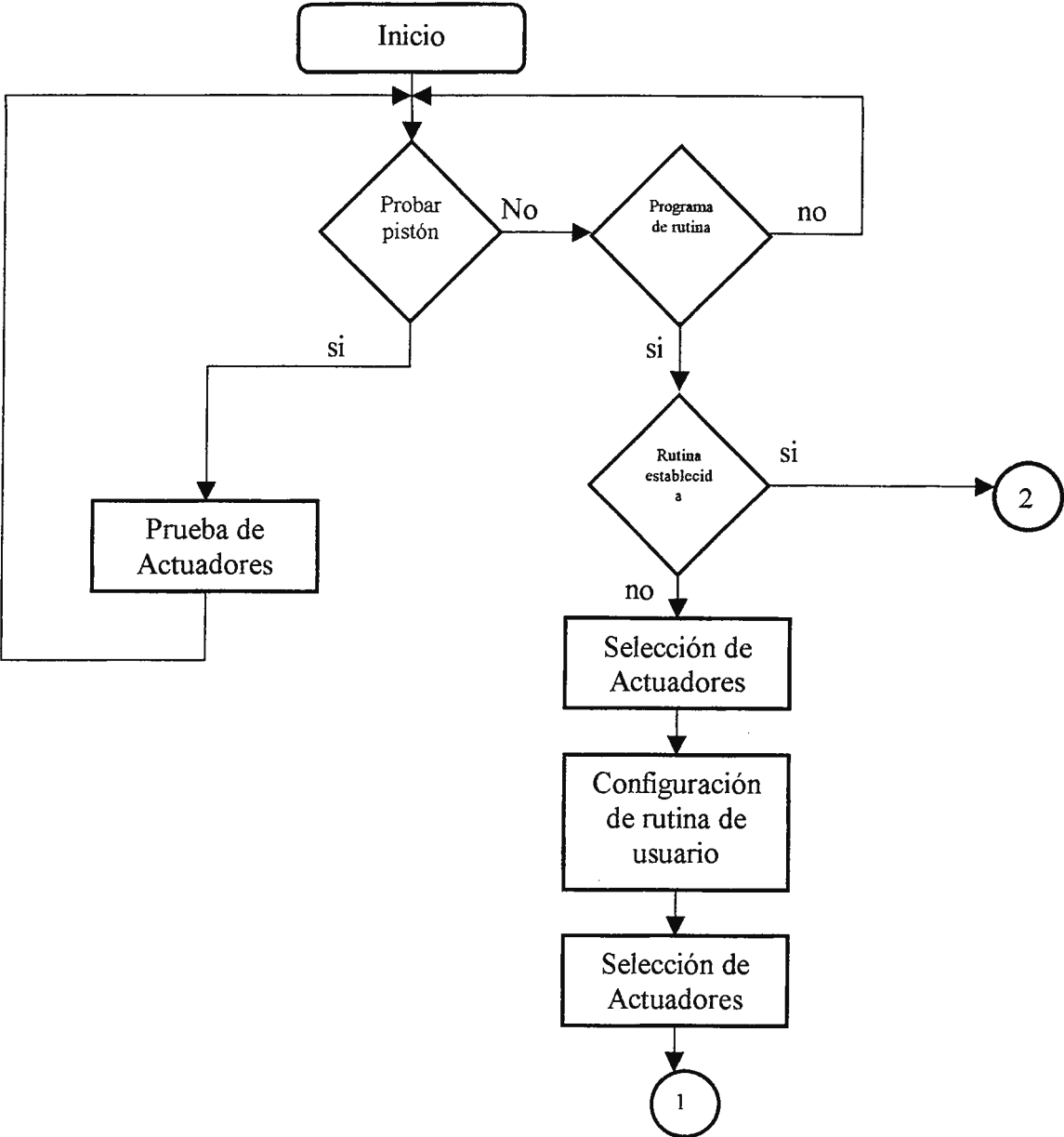
En esta guía se presenta de una forma detallada, el manejo del programa de control de los pistones, es recomendable leer despacio y atentamente las descripciones hechas en ella para su efectiva ejecución, al final se verificará que el manejo es muy sencillo.

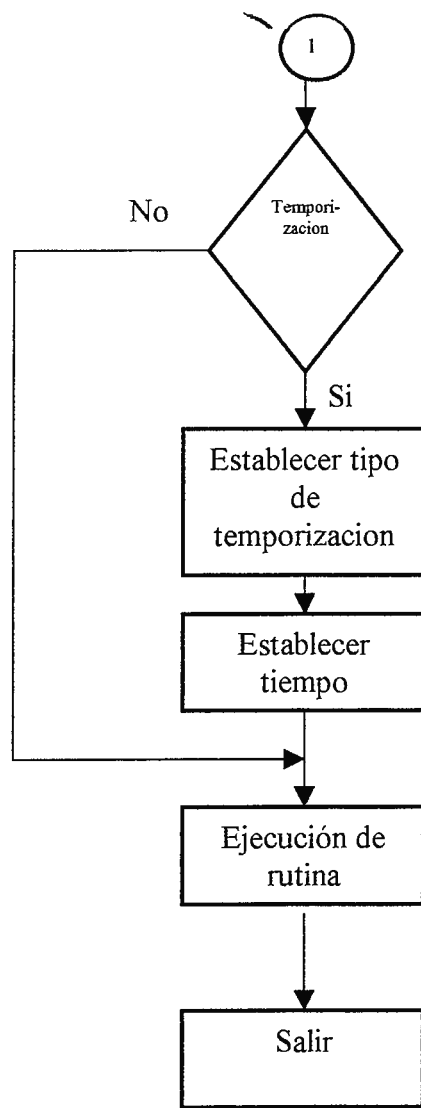
A continuación se muestra el diagrama de bloques del programa de control, con el objetivo de que sea comprendido de una forma más pedagógica.

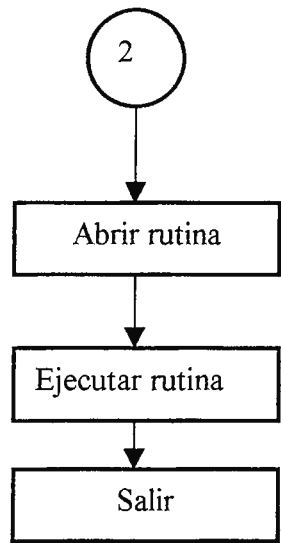
### FLUJOGRAMA GENERAL



**SELECCIÓN Y CONFIGURACIÓN DE ACTUADORES PARA SECUENCIA**







### III. Materiales y Equipo requerido.

No.	Cantidad	Descripción.
1	1	Computador, 486, Pentium o mayor.
2	1	Tablero de hidráulica y/o neumática para realizar las pruebas.
3	4	Pistones hidráulicos y/o neumáticos. Verificar si existe espacio suficiente en el tablero.
4	20	Cables conectores tipo bananas.
5	8	Finales de carrera.

### IV. Procedimiento.

#### Objetivo A: Instalación del programa.

##### Pasos:

1. Verificar en la computadora a instalar tener por lo menos 10 MB libres en disco duro y 16 MB de memoria RAM.
2. Insertar el CD-ROM con el programa de instalación.
3. Correr el archivo "Setup.exe" de el directorio raíz.
4. Seguir los pasos indicados en el programa de instalación.

#### Objetivo B: Conexiones de la PC con la interfase de potencia y planta.

Primeramente se deben colocar los pistones en el tablero con los finales de carrera en orden y con suficiente espacio; hay que tener en cuenta que deben probarse manualmente la conexión de los pistones con los finales de carrera para que la ejecución de la secuencia sea la adecuada y sin errores.

Para la conexión es necesario tener a la mano el conector centronic, macho-hembra de 25 pines c/u (mismo que se usa para conectarlo en el puerto paralelo). Este se coloca en la interfase de control y luego se conecta en la interfase de potencia (caja de control). Habiendo hecho esto se pasa la conexión de los finales de carrera, la alimentación del circuito de potencia y de los pistones.

Se recuerda que deben conectarse los tierras (GND) de la PC, la caja de control y el Tablero que contiene a los pistones o de lo contrario se tendrá problemas de poca corriente de alimentación.

Después de asegurarse de las conexiones se puede pasar a la prueba de los pistones.

# CIRCUITO NEUMÁTICO.

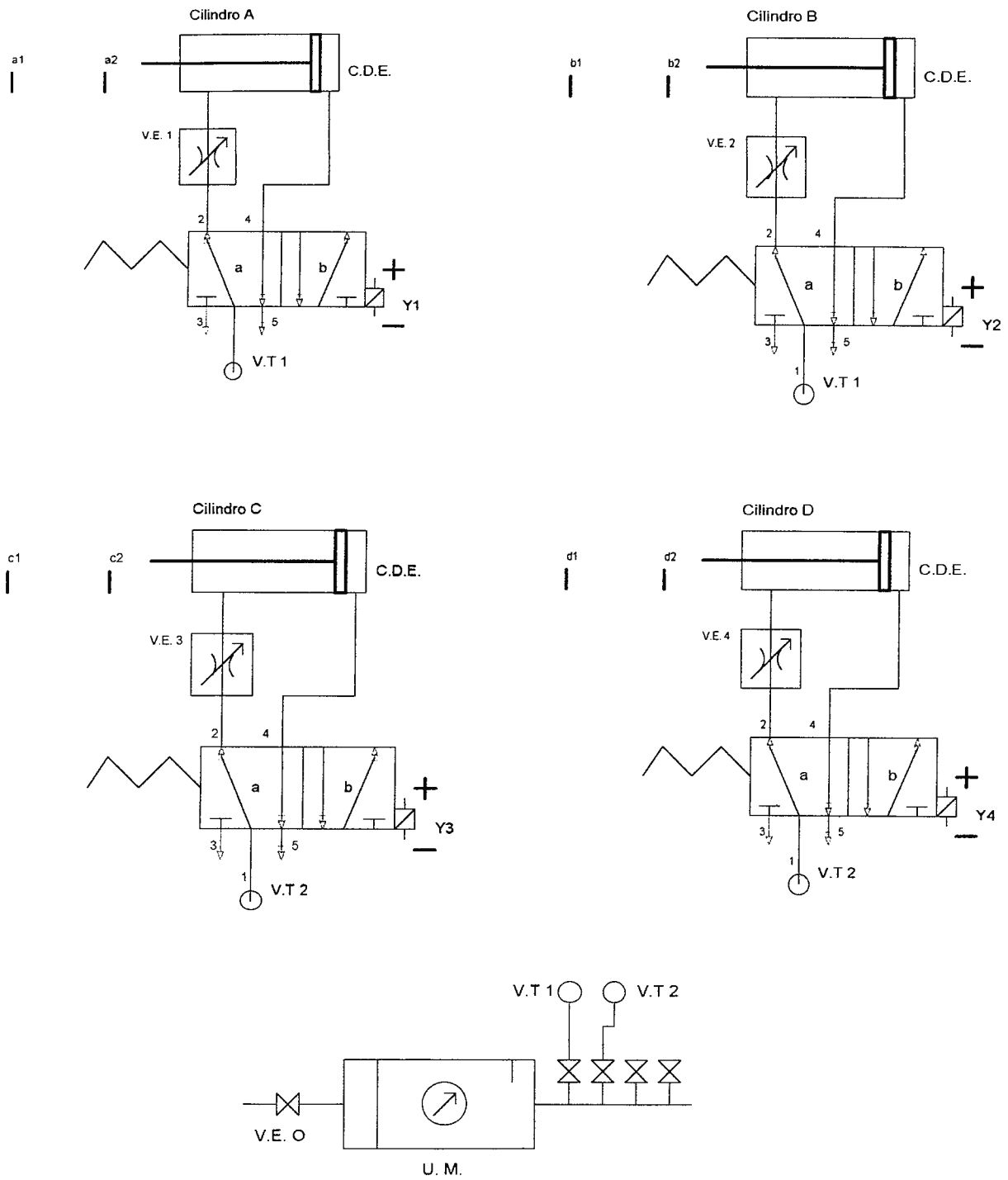


Figura 1. Circuito neumático, conexionado del ejercicio propuesto en la guía.

En la figura 1 se presenta el diagrama del circuito que se debería de implementar para el laboratorio propuesto en la guía.

A continuación se presenta la nomenclatura de dicho circuito:

Literales:

**a1-a2, b1-b2, c1-c2, d1-d2:** Finales de carrera.  
**V.E. 1, V.E. 2, V.E. 3, V.E. 4:** Válvula de estrangulación.  
**C.D.E:** Cilindro de doble efecto.  
**Y1, Y2, Y3, Y4:** Electroválvulas.  
**V.T 1, V.T 2:** Válvula T.  
**V.E. O :** Válvula de estrangulación principal.  
**U.M.:** Unidad de mantenimiento.

En la figura 2 se muestra una combinación del circuito eléctrico y la conexión con la caja de control y la computadora la cual se presenta de forma pictórica.

Hay que hacer notar que la conexión que se muestra con los transistores es simbólica ya que éstos se encuentran conectados internamente, es decir, que únicamente se conectan las electroválvulas en los conectores indicados en la caja de control como pistón 1, pistón 2, etc., lo mismo sucede con la conexión de los finales de carrera.

El cable Centronic es el conocido como cable paralelo o DB 25 el cual va conectado de la interfase que se encuentra en la computadora hacia la caja de control.

Nomenclatura:

**CA:** Conector Amarillo, conectado en inicio de final de carrera.  
**CV:** Conector Verde, conectado en final del final de carrera.

Los demás literales ya se han descrito en la figura 1.

DIAGRAMA ELÉCTRICO .

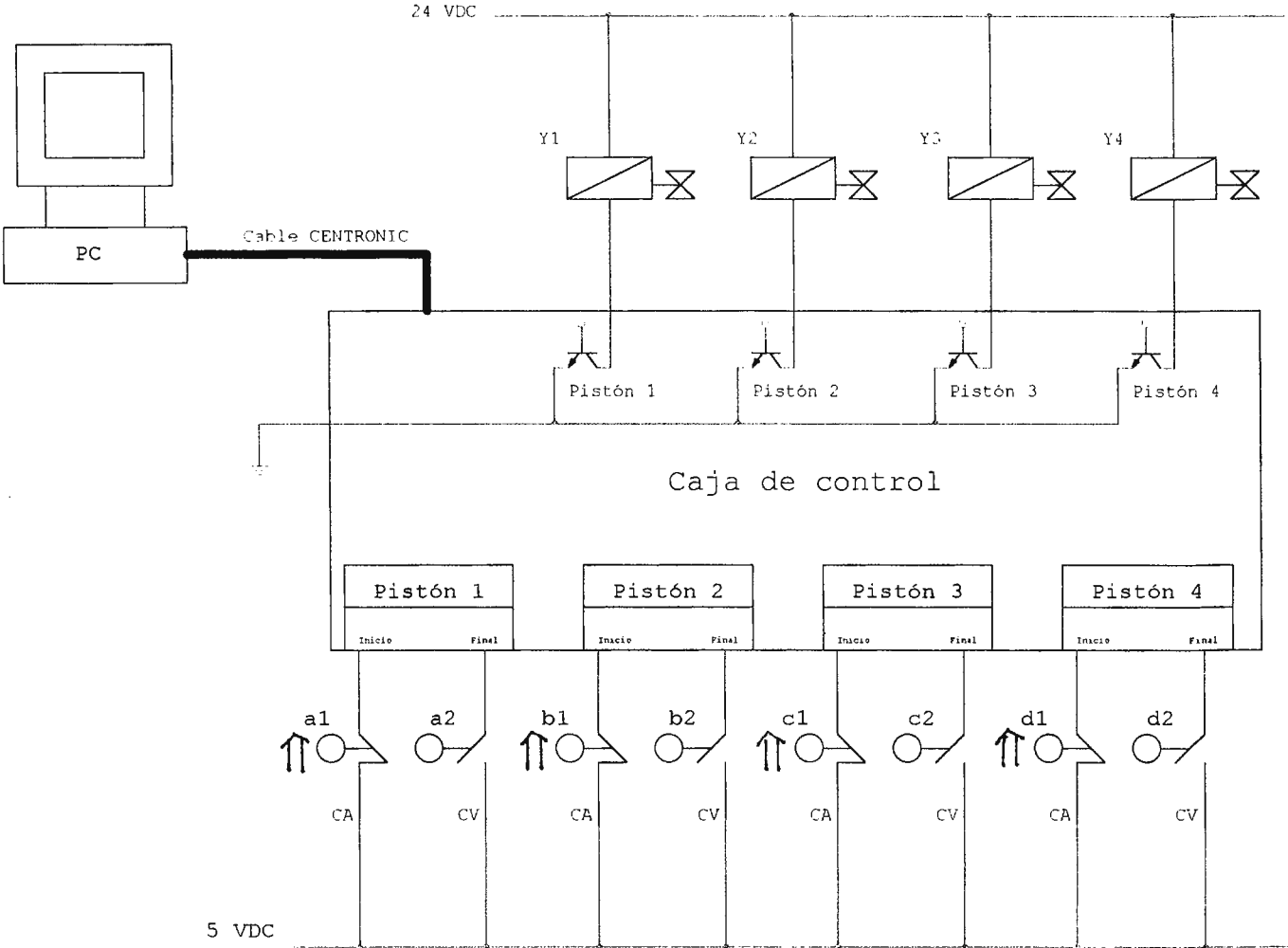


Figura 2. Diagrama eléctrico de la planta junto con la caja de control.

# DIAGRAMA PICTÓRICO.

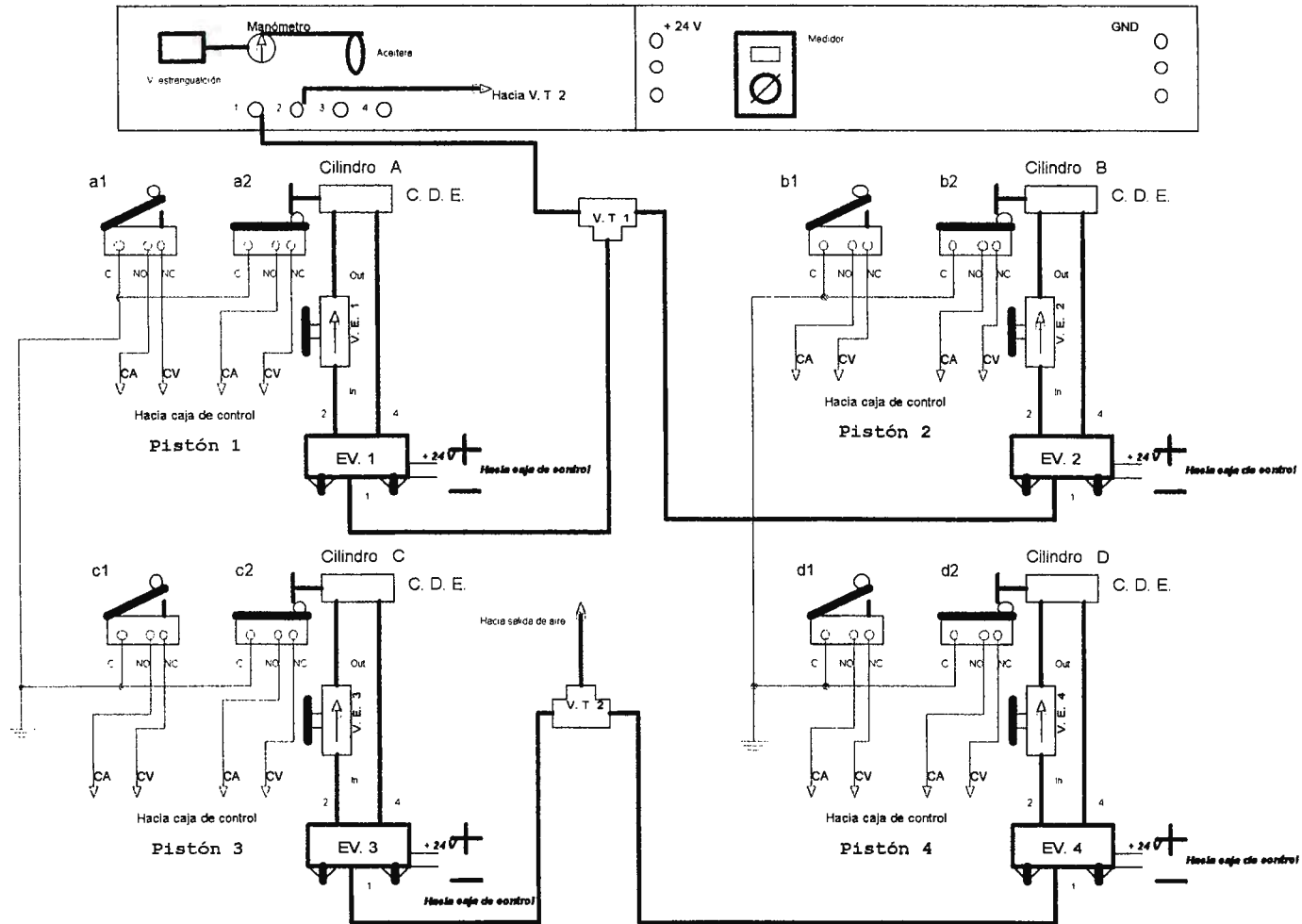


Figura 3. Esquema pictórico de la planta que muestra la disposición de los elementos en el tablero.

En la figura 3 se presenta en la parte superior, algunos elementos claves con la finalidad de ubicarse en el tablero de prácticas, estos son : la válvula principal de fluidez de aire, el manómetro, el medidor y los conectores de voltaje.

Se muestra también, para los finales de carrera, los literales propios de ellos, es decir, que en los finales de carrera existen unas letras las cuales son C = Común, NC = Normalmente Cerrado, CO = Normalmente Abierto, esto se menciona con la finalidad de no confundirlos con CA y CV que tienen otro significado. De igual forma se indican que los mismos tienen que estar presionados con el cilindro tal y como se indican.

Para las electroválvulas se colocaron, a un lado, la polaridad de ellas, que corresponden a: (+) color rojo y (-) color negro. Estos mismos colores concuerdan con los de la caja de control a los cuales se conectan. El común de los finales de carrera va conectado al negativo de la fuente del tablero o al de la caja de control.

Es necesario fijarse bien en la numeración que tienen las electroválvulas y hacer que concuerde con la presentada en el diagrama.

**Objetivo C:** Prueba de actuadores.

Encienda la computadora y espere que sea cargado el programa, luego invóquelo.

Posteriormente de ser llamado aparecerá una pantalla como la siguiente:



Figura 4. Ventana de presentación del programa.

En la figura 4 se muestra la ventana primera que se presenta al cargar el programa, en ella se hace click con el mouse y el botón izquierdo en la parte central de la ventana con lo cual aparecerá la siguiente ventana:

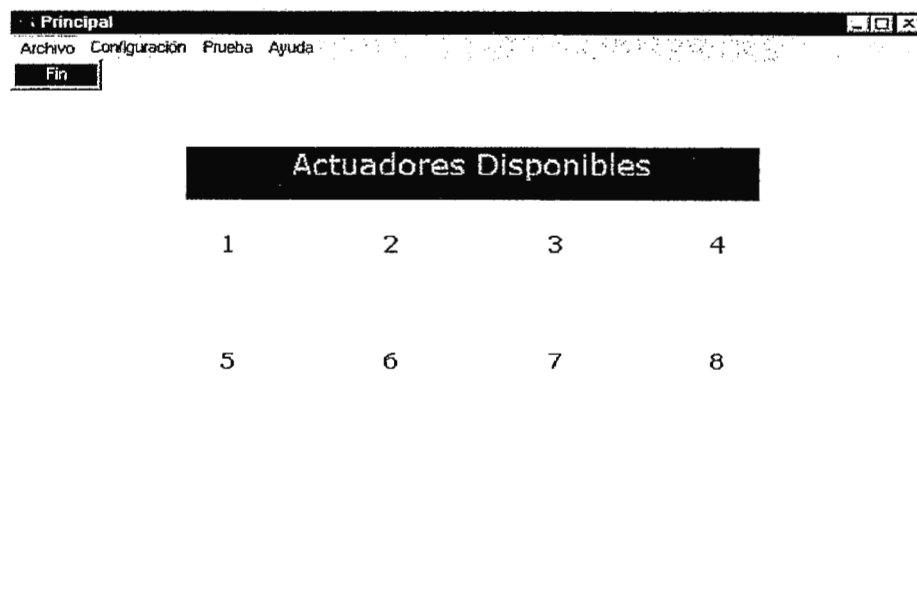


Figura 5. Ventana principal.

En la figura 5 se muestra la ventana principal y en ella desplegada en la opción Archivo una nueva opción llamada Fin, con la cual se sale del programa si eso es lo que se desea.

Si en dado caso se desea continuar y probar los pistones ya conectados se elige la opción *Prueba* en la cual se encuentra **Prueba de Actuadores**, esto se muestra en la figura 6:

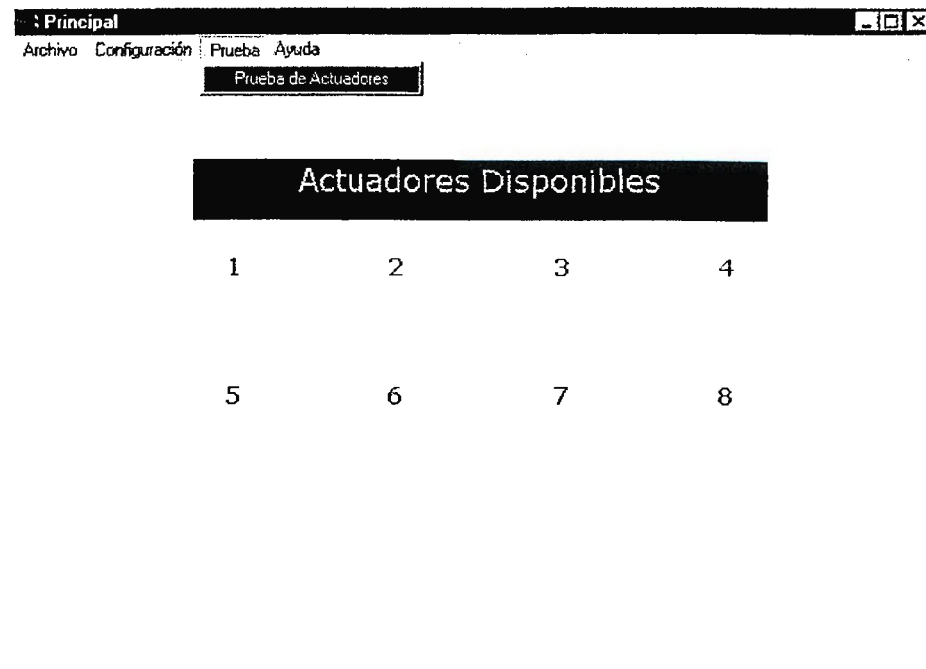


Figura 6. Ventana principal con la opción Prueba de actuadores.

Con esta elección se obtiene la figura 7, en la cual únicamente es necesario presionar TEST en los pistones conectados a la caja de control y estos mostrarán tanto el movimiento real en el panel y un movimiento simulado en la ventana.

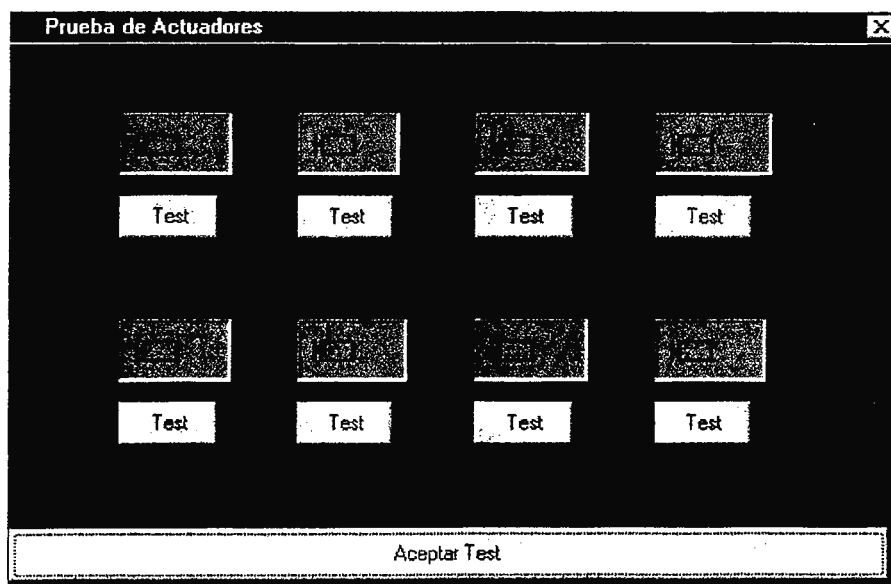


Figura 7. Ventana de Prueba de Actuadores.

Si existe algún pistón que no funciona, es necesario revisar las conexiones de los finales de carrera o los contactos de éstos con los actuadores. Si en dado caso sucede lo anterior, aparecerá la figura 8 con la siguiente indicación:

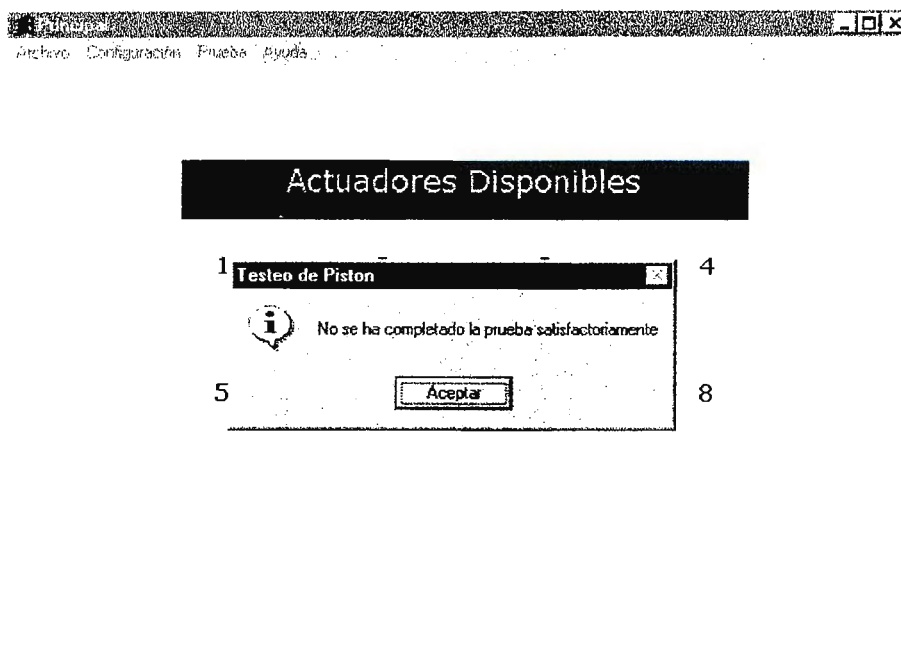


Figura 8. Ventana de completado el proceso de testeo.

Luego de aparecer el mensaje anterior, se presiona Aceptar y volverá a la ventana de Prueba de Actuadores. Seguidamente se pueden probar los demás pistones hasta terminar la prueba.

De no haberse presentado problemas en la prueba de los actuadores se realizará la primera secuencia. Puede presionar Aceptar Test y pasar a la próxima actividad.

#### **Objetivo D:** Programación de secuencia.

Estando en la ventana principal se escoge la opción *Configuración*, y dentro de ésta Elección de Actuadores, tal y como se muestra en la figura 9:

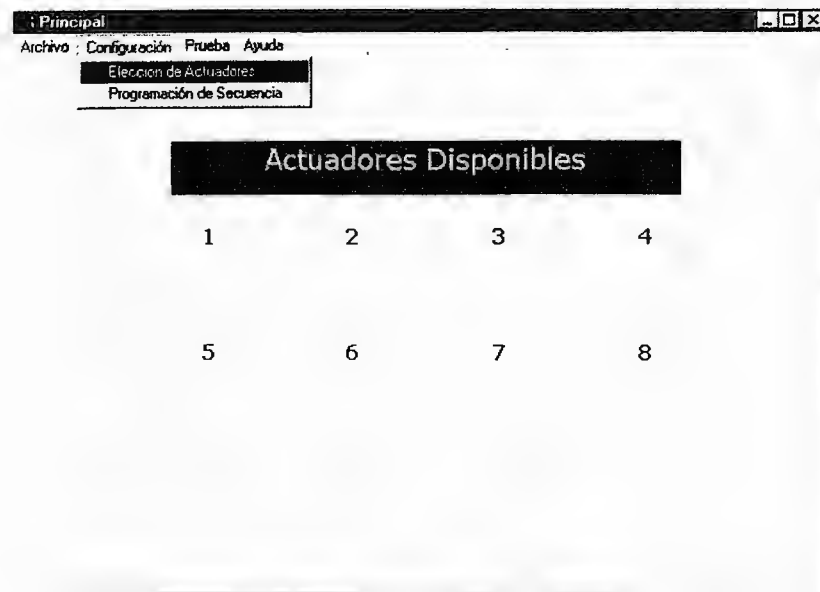


Figura 9. Ventana Principal con Elección de Actuadores.

En la figura 9, se presenta la ventana principal en la que se está eligiendo la opción Elección de Actuadores, para esto aparecerá una nueva ventana en la cual se elegirá los actuadores a usar, en esta ocasión se elegirán los pistones 1,2,3 y 4 tal como se muestra en la figura 10:

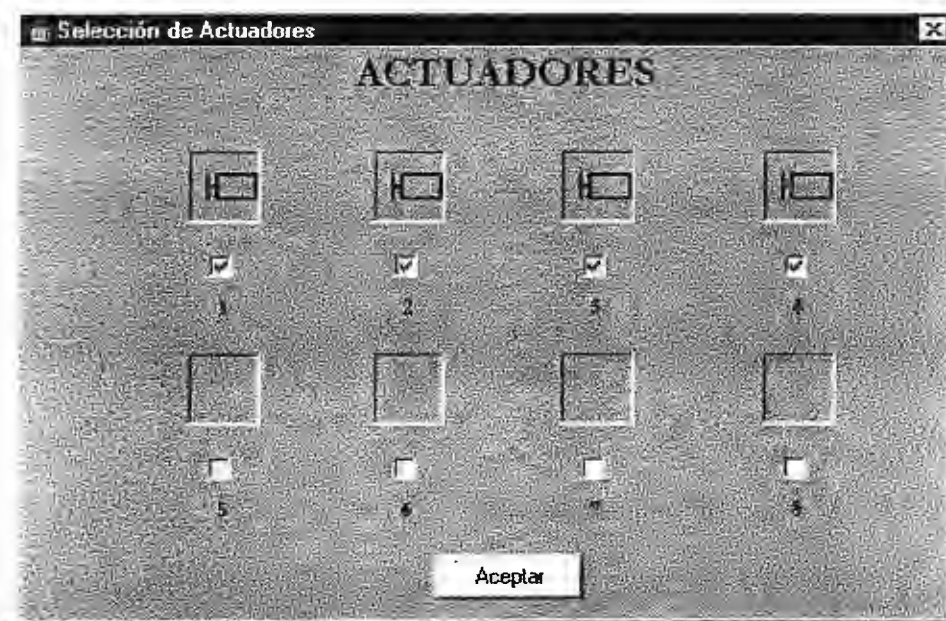


Figura 10. Ventana de Elección de Actuadores.

Es necesario hacer clic en los check para elegir los actuadores y de esta forma habilitar los pistones de la siguiente ventana, sobre todo la de programación de secuencia.

Se recuerda que para programar la secuencia, se tiene por obligación que colocar los pistones como los mostrados en la figura 10, ya que de lo contrario no funcionará ninguna de las secuencias establecidas.

Cuando ya se han colocado los pistones que trabajarán o que ejecutarán la secuencia se presiona aceptar para pasar a la ventana principal. Hay que hacer notar que si se ha escogido algún pistón en la figura 10 e inmediatamente se desea quitar, se puede hacer sin ningún problema.

En la siguiente ventana se muestra la forma en que quedaría la ventana principal.

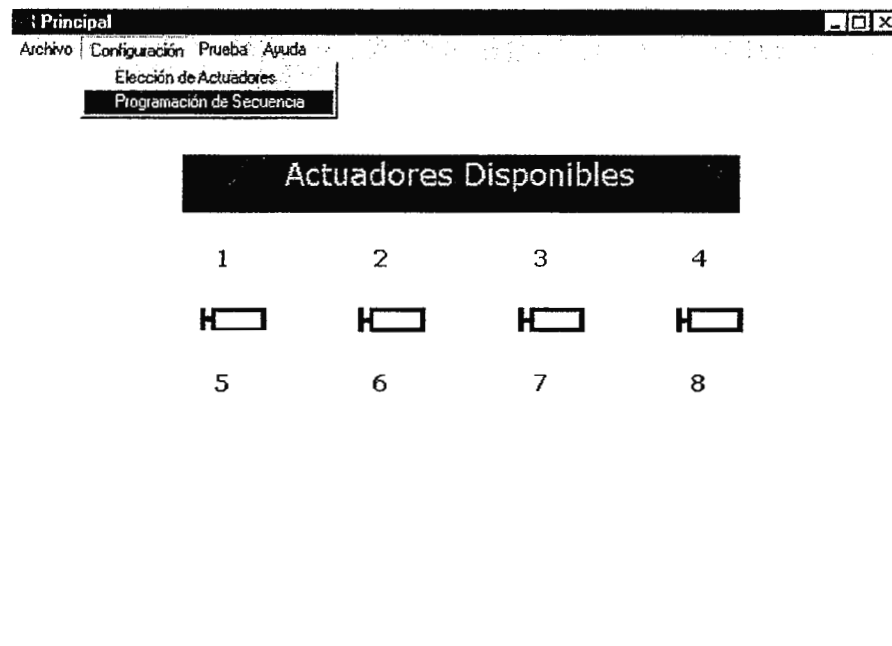


Figura 11. Ventana principal con pistones elegidos.

Posteriormente de haber visto la figura 11, de la ventana principal, se procede a seleccionar la *Configuración* y dentro de ésta **Programar secuencia** en la cual aparecerá una nueva ventana tal y como lo muestra la siguiente:

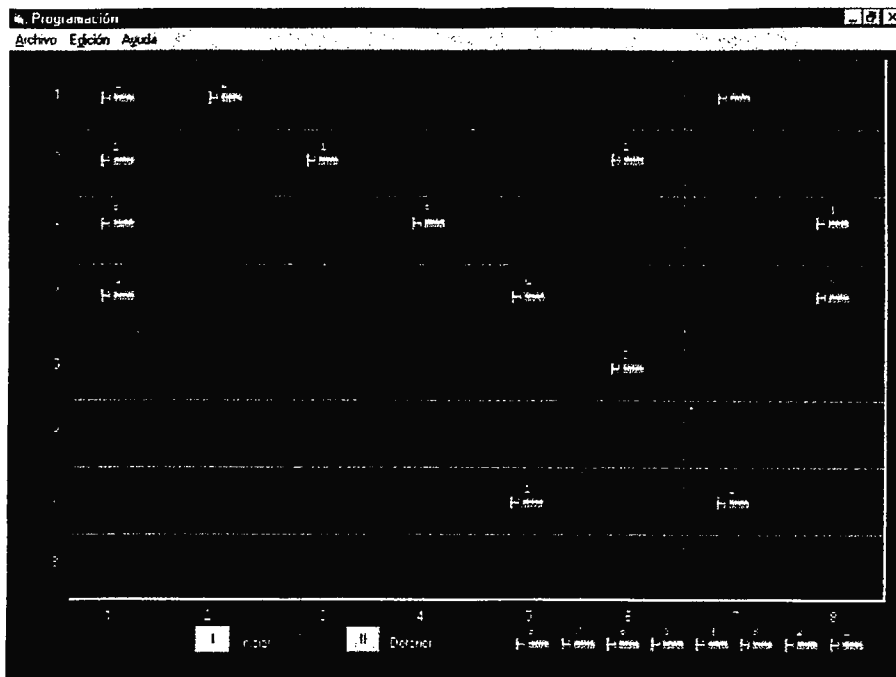


Figura 12. Ventana de Programación de secuencia.

En la figura 12, se puede ver que además que presenta la ventana de *Programación de secuencia* se puede visualizar una secuencia ya establecida para ser realizada, se recomienda que se escriba la misma secuencia en la pantalla que actualmente se tiene con la finalidad de realizar y desplegar las otras opciones.

En éste momento ya puede ejecutar su secuencia presionando el botón **Iniciar**, después de haber realizado la secuencia y comprobado el correcto funcionamiento del mismo, puede ahora presionar **Detener**, guardar y/o borrar la secuencia escrita.

#### **Objetivo E:** Guardar y/o Borrar secuencia.

Para esto es necesario ir a la opción *Archivo* en que se encuentra una nueva elección llamada **Guardar**, lógicamente se selecciona ésta y luego se coloca un nombre, podría ser, "Secuencia 1".

Después de haber realizado la ejecución de **Guardar**, ahora ejecute la opción de **Borrar Todo** contenida en *Edición*, la ventana debe verse como la Figura 13 y con una segunda ventana más pequeña que cuestiona la opción elegida.

A la pregunta que presenta la ventana pequeña presione la elección **Sí**.

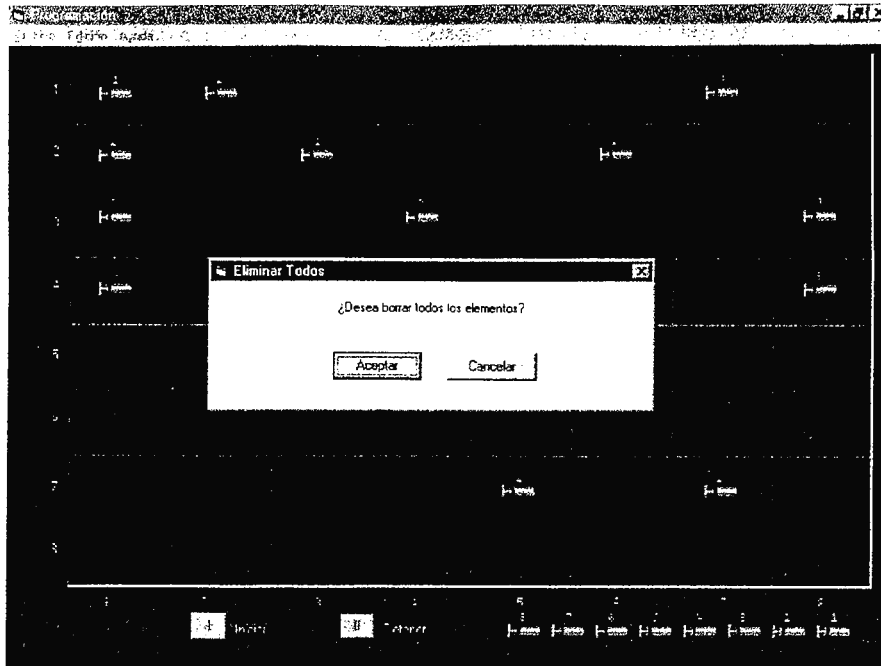


Figura 13. Eliminar los elementos colocados.

Se verificará que los actuadores desaparecen quedando la ventana como lo estaba al principio.

Si la respuesta es no, quedará tal y como estaba al principio.

#### **Objetivo F:** Abrir secuencia.

Para realizar ésta acción abra la opción Archivo y ella se encuentra Abrir secuencia, con la cual se llama a la que se borró anteriormente, cárguela de nuevo, ya que será utilizada en los otros apartados.

#### **Objetivo G:** Eliminar pistón y colocar propiedades a los pistones.

En este momento se le agregarán diversas propiedades a los pistones con el objetivo de hacerlo un tanto más variables y no tan simple como lo ha estado hasta ahora.

Posiciónese en el actuador de la fila 1 y columna 2, con el mouse haga clic derecho sobre él, aparecerá una pequeña ventana con dos opciones: **Eliminar** y **Propiedades**; al presionar **Eliminar**, aparecerá una ventana en la que se pregunta ¿Desea eliminar este elemento?, a esta pregunta presione Sí. La ventana quedará tal y como se muestra en la figura 14.

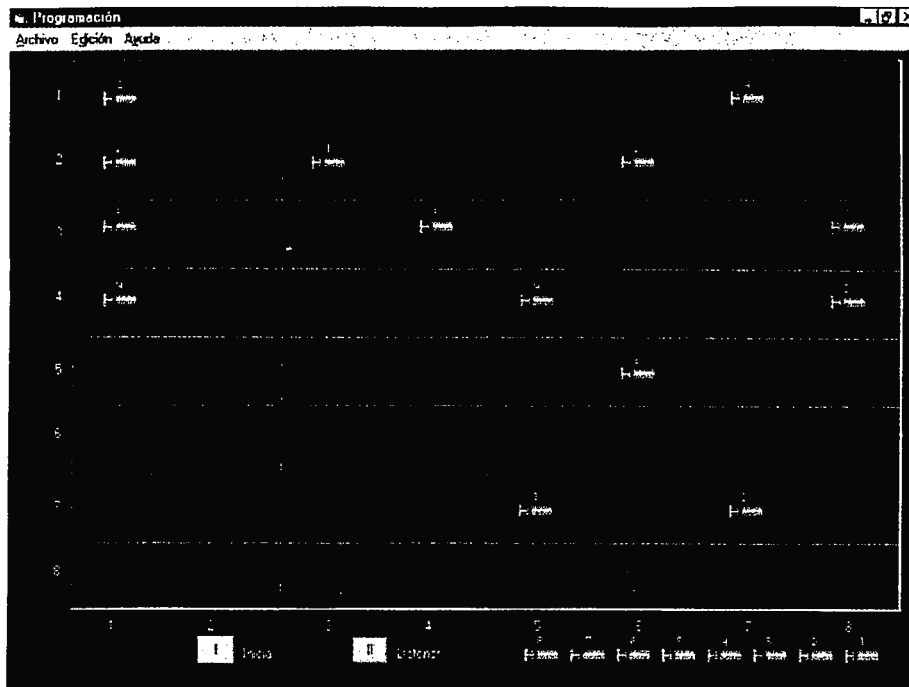


Figura 14. Eliminar un elemento de la ventana de programación.

Como es evidente, en la ventana ya no existe el pistón Dos, el cual se encontraba en la fila 1 columna 2.

Ahora se colocará la *Temporización a la Conexión* en el pistón 1 ubicado en la fila 2 y columna 3.

Para esto posicione el cursor del mouse en dicho pistón, haga clic derecho sobre éste y escoja la opción **Propiedades**.

En este momento aparecerá una ventana como se muestra en la figura 15:

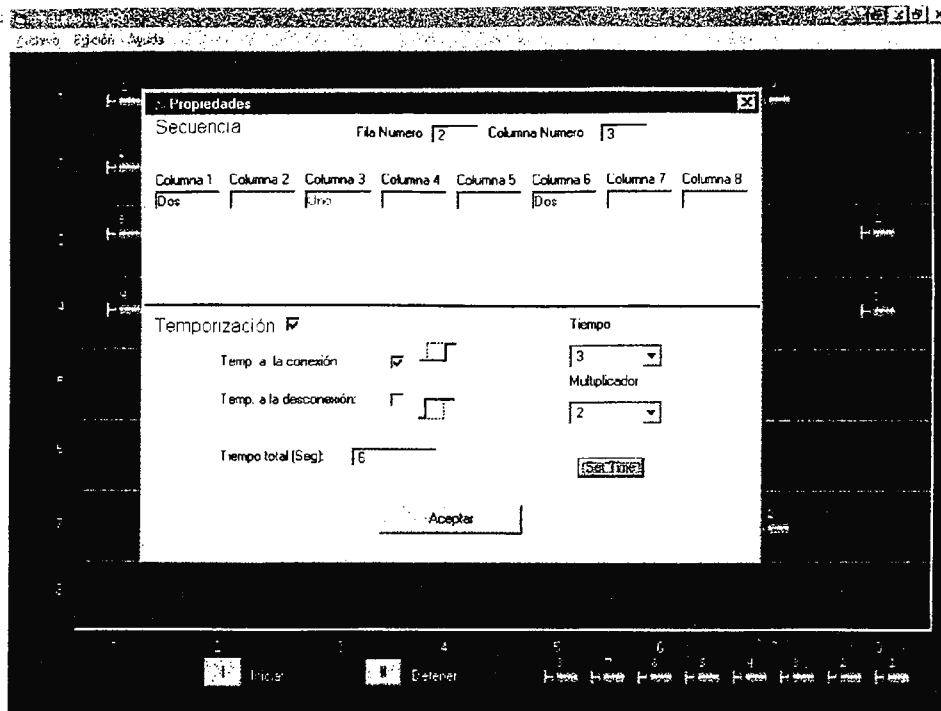


Figura 15. Colocación de Propiedades de los pistones.

En la figura 15, se muestra una ventana pequeña en la que se han de colocar las propiedades del pistón o cómo se quiere que actúe. Nótese que en la misma ventana, en la parte de arriba llamada Secuencia, se describe la posición del pistón en columna y fila y además se resalta con color rojo, significando pistón elegido.

Siempre en la misma ventana pero abajo, se muestran los tipos de temporización, es de hacer notar que el recuadro pequeño que se encuentra al mismo nivel de la palabra Temporización, debe de colocársele un check, antes para poder habilitar los dos tipos de temporización.

Para éste pistón elija *Temporización a la Conexión* colocando un Check en la casilla de la par, e inmediatamente coloque el tiempo en las casillas del lado derecho, primero coloque el tiempo que desea, en este caso coloque un tiempo de 3 y en la casilla baja coloque 2, ahora presione Set Time e inmediatamente aparecerá 6 seg en la casilla del tiempo total. Presione Aceptar para volver a la ventana de programación. Este tiempo perfectamente puede ser cambiado las veces que se desee.

Ahora, colóquese con el cursor del mouse en el pistón 4 que se encuentra en la fila 4 y columna 5, realice el mismo procedimiento anterior para abrir la ventana de propiedades, con la única diferencia que hoy colocará *Temporización a la Desconexión*, coloque un tiempo de 10 seg, haga clic en Aceptar para volver a la ventana de Programación.

Haga correr el programa para verificar los cambios hechos y observe cómo actúan los pistones a los cuales se les aplicó la temporización.

En estos momentos puede ya hacer los cambios que desee a la secuencia actual.

En la misma ventana de programación aparece, entre las opciones, la llamada *Ayuda* en la cual se muestra **Acerca de** que describe utilización del programa.

Para salir de la ventana de programación, busque la opción *Archivo* y presione *Salir* con la cual se volverá a la **Ventana Principal**.

**Objetivo H:** Ver opción manual y Acerca de...en Ayuda.

En la **Ventana Principal**, se encuentra la opción *Ayuda* y dentro de ésta dos más, una es *Acerca de...* y la otra es *Manual*.

La primera es simplemente una ventana que muestra la información del programa y su finalidad, dicha ventana se muestra en la figura 16:

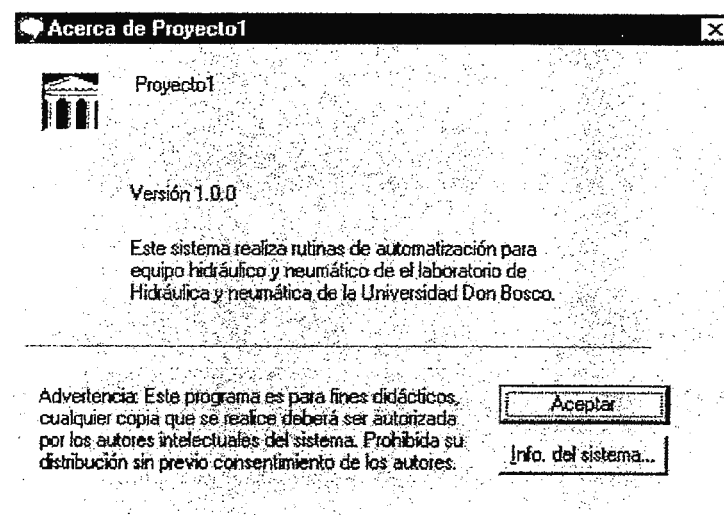


Figura 16. Ventana de Acerca de.

En la segunda opción, se presenta las descripciones de cómo se puede realizar una rutina sencilla y también la descripción total del programa.

## **V. Recomendaciones.**

A continuación se presentan una serie de aspectos a tener en cuenta para el mejor funcionamiento del programa junto con la planta.

1. Siempre asegurarse que los GND de la fuente de alimentación de los pistones, de la PC y de la caja de control estén conectados antes de hacer funcionar el sistema.
2. Revisar que los finales de carrera realicen un buen contacto con los actuadores ya que esto puede ser motivo de error en la secuencia a ejecutar.
3. Verificar las conexiones de los conectores banana, porque en muchas de las ocasiones son causa de falsos contactos o internamente están sueltos.
4. Estar atentos a que el pistón conectado, o la electroválvula conectada, sea la correcta según el orden que usted establece y además sean los mismo finales de carrera.
5. Cualquier duda que exista visite la opción de Ayuda o el Manual del programa en donde se explica detalladamente el funcionamiento normal del sistema.

# **ESPECIFICACIONES DE LOS ELEMENTOS.**

# TYPES TIL113, TIL119 OPTO-COUPLED

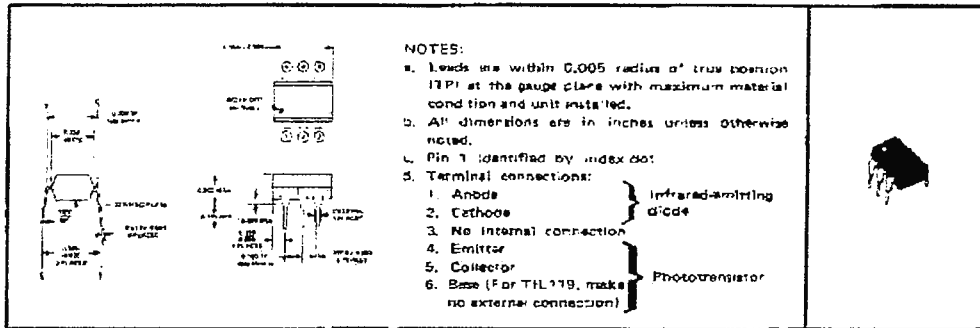
BULLETIN NO. DLS 7312032, NOVEMBER 1973

- Gallium Arsenide Diode Infrared Source Optically Coupled to a Silicon N-P-N Darlington-Connected Phototransistor
- High Direct-Current Transfer Ratio . . . 300% Minimum at 10 mA
- Base Lead Provided for Conventional Transistor Biasing
- High-Voltage Electrical Isolation . . . 1500-Volt Rating
- Plastic Dual-In-Line Package
- Typical Applications Include Remote Terminal Isolation, SCR and Triac Triggers, Mechanical Relays, and Pulse Transformers

## mechanical data

The package consists of a gallium arsenide infrared-emitting diode and an n-p-n silicon darlington-connected phototransistor mounted on a 6-lead frame encapsulated within an electrically nonconductive plastic compound. The case will withstand soldering temperature with no deformation and device performance characteristics remain stable when operated in high humidity conditions. Unit weight is approximately 0.52 grams.

5



## absolute maximum ratings at 25° C free-air temperature (unless otherwise noted)

Input-to-Output Voltage	±1.5 kV
Collector-Base Voltage (TIL113)	30 V
Collector-Emitter Voltage (See Note 1)	30 V
Emitter-Collector Voltage	7 V
Emitter-Base Voltage (TIL113)	7 V
Input-Diode Reverse Voltage	3 V
Input-Diode Continuous Forward Current at (or below) 25° C Free-Air Temperature (See Note 2)	100 mA
Continuous Power Dissipation at (or below) 25° C Free-Air Temperature:	
Infrared-Emitting Diode (See Note 3)	150 mW
Phototransistor (See Note 4)	150 mW
Total (Infrared-Emitting Diode plus Phototransistor, See Note 5)	250 mW
Storage Temperature Range	-55° C to 150° C
Lead Temperature 1/16 Inch from Case for 10 Seconds	260° C

- NOTES
1. This value applies when the base-emitter diode is open-circuited.
  2. Derate linearly to 100° C free-air temperature at the rate of 1.33 mA/°C.
  3. Derate linearly to 100° C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
  4. Derate linearly to 100° C free-air temperature at the rate of 2 mW/°C.
  5. Derate linearly to 100° C free-air temperature at the rate of 3.33 mW/°C.

**TEXAS INSTRUMENTS**  
INCORPORATED

POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75222

# TYPES TIL113, TIL119 OPTO-COUPLEDERS

electrical characteristics at 25°C free-air temperature

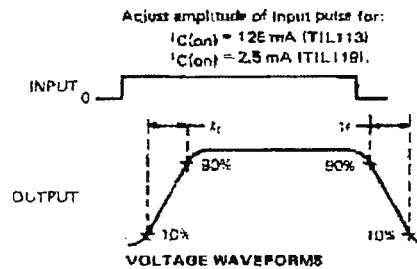
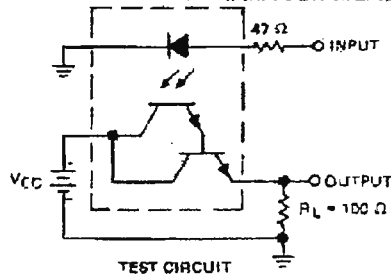
PARAMETER	TEST CONDITIONS*	TIL113			TIL119			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{(BR)CBO}$ Collector Base Breakdown Voltage	$I_C = 10 \mu A$ , $I_B = 0$ , $I_F = 0$	30						V
$V_{(BR)CEO}$ Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 1 \text{ mA}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 0$	30			30			V
$V_{(BR)EBO}$ Emitter-Base Breakdown Voltage	$I_E = 10 \mu A$ , $I_C = 0$ , $I_F = 0$	7						V
$V_{(BR)ECO}$ Emitter-Collector Breakdown Voltage	$I_E = 10 \mu A$ , $I_F = 0$				7			V
$I_{C(on)}$ On-State Collector Current	$V_{CE} = 1 \text{ V}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 10 \text{ mA}$	30	100					mA
	$V_{CE} = 2 \text{ V}$ , $I_F = 10 \text{ mA}$				30	150		
$I_{C(off)}$ Off-State Collector Current	$V_{CE} = 10 \text{ V}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 0$		100			100		nA
$h_{FE}$ Transistor Static Forward Current Transfer Ratio	$V_{CE} = 1 \text{ V}$ , $I_C = 10 \text{ mA}$ , $I_F = 0$		15,000					
$V_F$ Input Diode Static Forward Voltage	$I_F = 10 \text{ mA}$		1.5			1.5		V
$V_{CE(sat)}$ Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 125 \text{ mA}$ , $I_B = 0$ , $I_F = 50 \text{ mA}$		1					V
	$I_C = 10 \text{ mA}$ , $I_F = 10 \text{ mA}$					1		
$\rho_{IO}$ Input-to-Output Internal Resistance	$V_{in-out} = 1.5 \text{ kV}$ , See Note 6	$10^{12}$			$10^{11}$			$\Omega$
$C_{IO}$ Input-to-Output Capacitance	$V_{in-out} = 0$ , $f = 1 \text{ MHz}$ , See Note 6		1	1.3		1	1.3	pF

NOTE 6: These parameters are measured between both input diode leads shorted together and all the phototransistor leads shorted together. References to the base are not applicable to the TIL119.

switching characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TIL113			TIL119			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$t_r$ Rise Time	$V_{CC} = 15 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 125 \text{ mA}$ , $R_L = 100 \Omega$ , See Figure 1		50					$\mu s$
$t_f$ Fall Time			50					
$t_r$ Rise Time	$V_{CC} = 10 \text{ V}$ , $I_{C(on)} = 2.5 \text{ mA}$ , $R_L = 100 \Omega$ , See Figure 1					50		$\mu s$
$t_f$ Fall Time						50		

### PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES:
- The input waveform is supplied by a generator with the following characteristics:  $Z_{out} = 50 \Omega$ ,  $t_r < 15 \text{ ns}$ , duty cycle  $\approx 1\%$ ,  $T_A = 100 \mu s$ .
  - The output waveform is monitored on an oscilloscope with the following characteristics:  $t_r < 12 \text{ ns}$ ,  $R_{in} > 1 \text{ M}\Omega$ ,  $C_{in} < 20 \text{ pF}$ .

FIGURE 1—SWITCHING TIMES

**TEXAS INSTRUMENTS**  
INCORPORATED  
POST OFFICE BOX 5012 • DALLAS, TEXAS 75220

# TYPES TIL113, TIL119 OPTO-COUPLEDERS

## TYPICAL CHARACTERISTICS

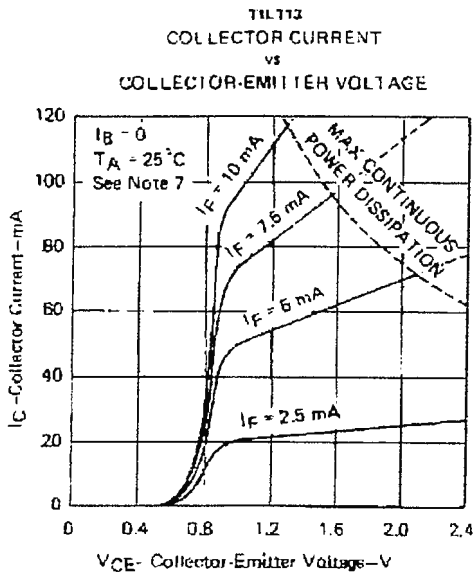


FIGURE 2

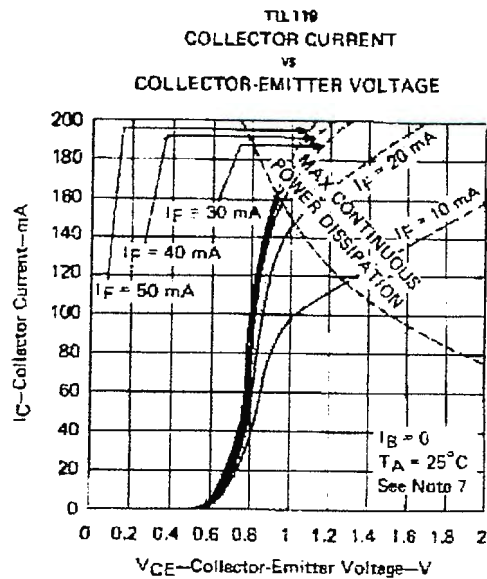


FIGURE 3

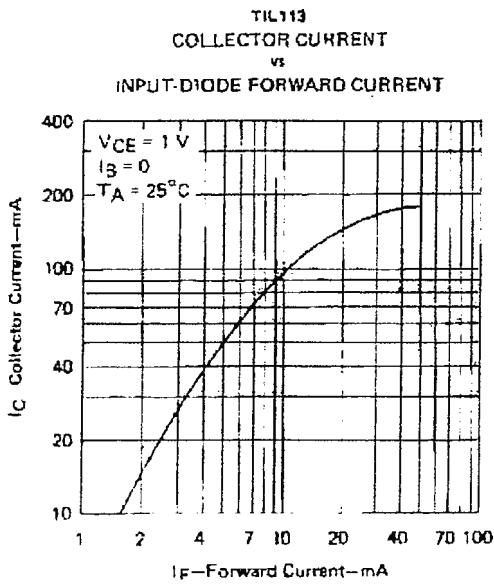


FIGURE 4

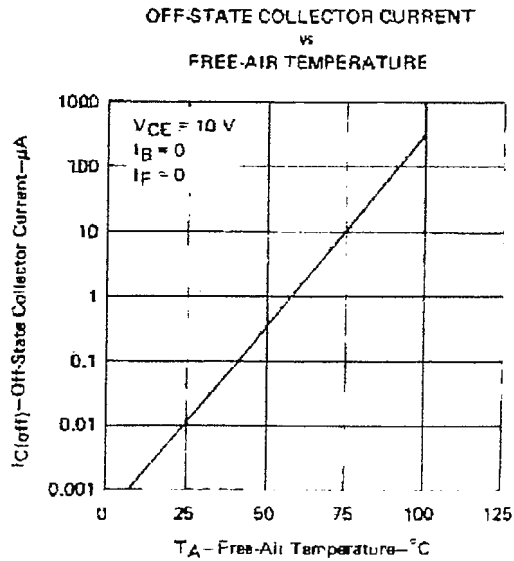


FIGURE 5

NOTE 7: Pulse operation of input diode is required for operation beyond limits shown by dotted line.

TEXAS INSTRUMENTS  
INCORPORATED  
POST OFFICE BOX 5412 • DALLAS, TEXAS 75222

# TYPES TIL113, TIL119 OPTO-COUPLEDERS

## TYPICAL CHARACTERISTICS

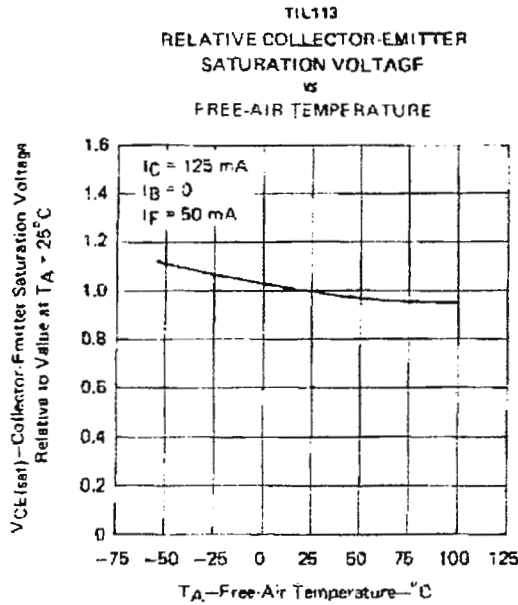


FIGURE 6

FIGURE 7

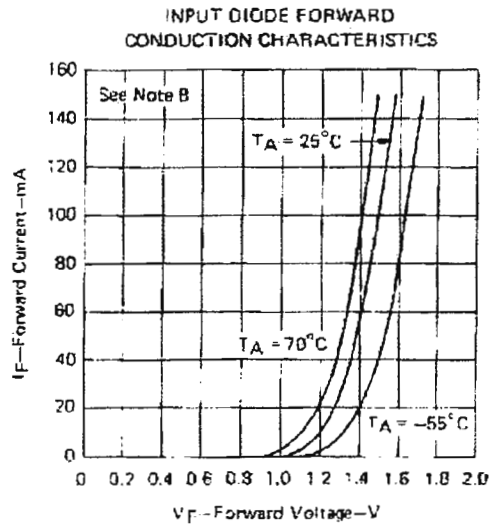


FIGURE 8

NOTE B: This parameter was measured using pulse techniques  $t_w = 1$  ms, duty cycle 4:2%

**TEXAS INSTRUMENTS**  
INCORPORATED  
POST OFFICE BOX 9850 • DALLAS, TEXAS 75221

PRINTED IN U.S.A.  
TI cannot assume any responsibility for any circuits shown  
or equipment that they are not from patent infringement.  
TEXAS INSTRUMENTS RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES AT ANY TIME  
IN ORDER TO IMPROVE DESIGN AND TO SUPPLY THE BEST PRODUCT POSSIBLE

# **Compuertas TTL (Transistor Transistor Logic).**

SN5400, SN54LS00, SN54S00  
**SN7400, SN74LS00, SN74S00**  
**QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND GATES**  
 SDLS025 - DECEMBER 1983 - REVISED MARCH 1988

- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

**description**

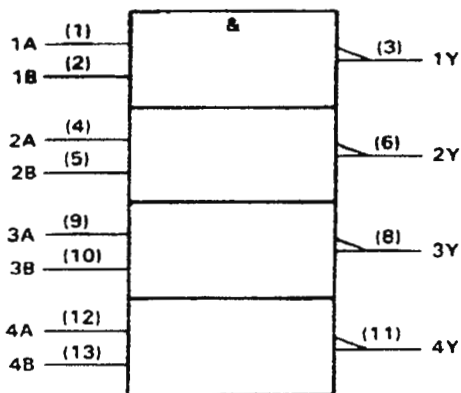
These devices contain four independent 2-input-NAND gates.

The SN5400, SN54LS00, and SN54S00 are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C. The SN7400, SN74LS00, and SN74S00 are characterized for operation from 0°C to 70°C.

**FUNCTION TABLE (each gate)**

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
H	H	L
L	X	H
X	L	H

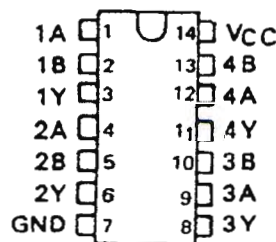
**logic symbol†**



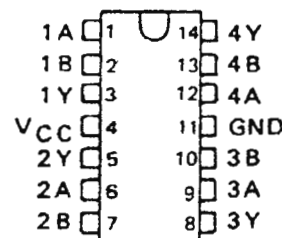
† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12.  
 Pin numbers shown are for D, J, and N packages.

- SN5400 . . . J PACKAGE
- SN54LS00, SN54S00 . . . J OR W PACKAGE
- SN7400 . . . N PACKAGE
- SN74LS00, SN74S00 . . . D OR N PACKAGE

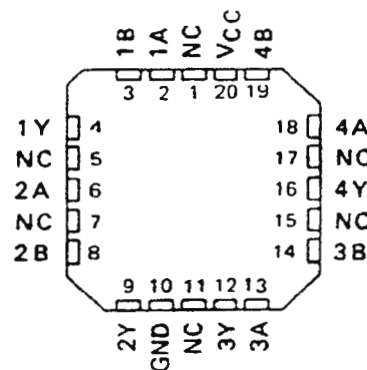
(TOP VIEW)



SN5400 . . . W PACKAGE  
 (TOP VIEW)

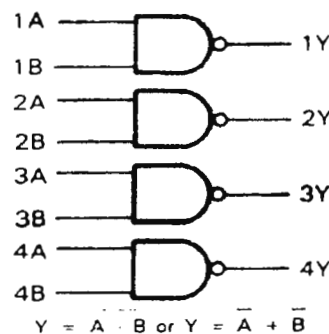


SN54LS00, SN54S00 . . . FK PACKAGE  
 (TOP VIEW)



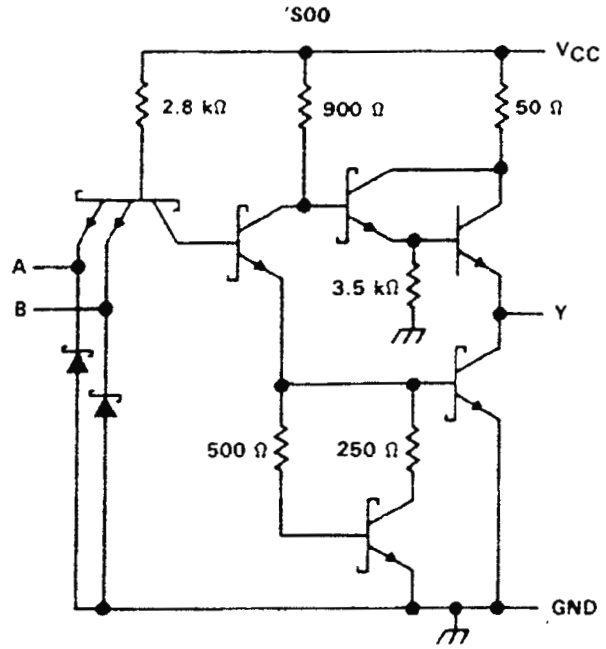
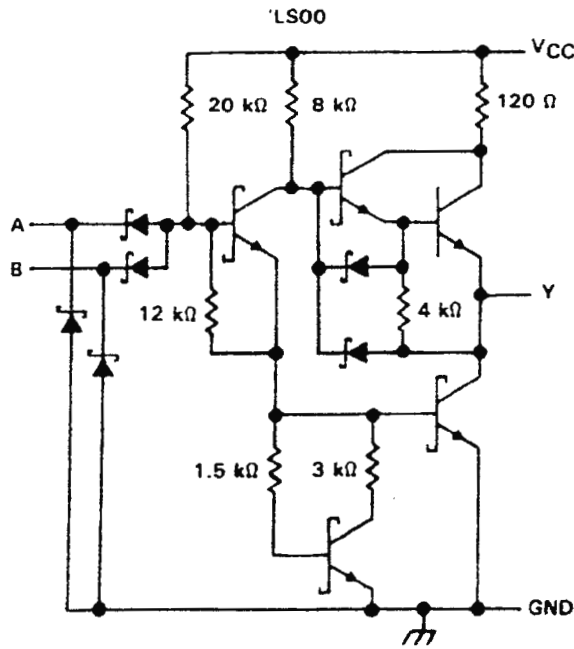
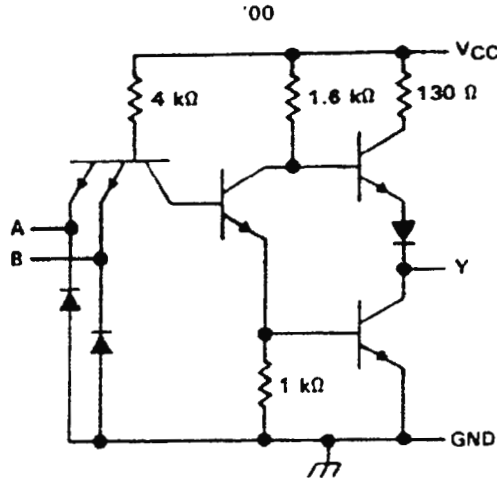
NC: No internal connection

**logic diagram (positive logic)**



SN7400, SN74LS00, SN74S00  
**QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND GATES**  
 SDLS025 - DECEMBER 1983 - REVISED MARCH 1988

schematics (each gate)



Resistor values shown are nominal.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V <sub>CC</sub> (see Note 1) .....	7 V
Input voltage: '00, 'S00 .....	5.5 V
'LS00 .....	7 V
Operating free-air temperature range: SN54' .....	-55 °C to 125 °C
SN74' .....	0 °C to 70 °C
Storage temperature range .....	-65 °C to 150 °C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.



SN7400, SN74LS00, SN74S00  
**SN7400, SN74LS00, SN74S00**  
**QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND GATES**  
SDLS025 - DECEMBER 1983 - REVISED MARCH 1988

recommended operating conditions

	SN5400			SN7400			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			- 0.4			- 0.4	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			16			16	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	- 55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN5400			SN7400			UNIT
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN	TYP ‡	MAX	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = - 12 mA			- 1.5			- 1.5	V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = - 0.4 mA	2.4	3.4		2.4	3.4		V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 16 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1			1	mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.4 V			40			40	μA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V			- 1.6			- 1.6	mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	- 20		- 55	- 18		- 55	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		4	8		4	8	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		12	22		12	22	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A or B	Y	R <sub>L</sub> = 400 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF		11	22	ns
t <sub>PHL</sub>					7	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

SN7400, SN74LS00, SN74S00  
**SN7400, SN74LS00, SN74S00**  
**QUADRUPLE 2-INPUT POSITIVE-NAND GATES**  
 SDLS025 - DECEMBER 1983 - REVISED MARCH 1988

recommended operating conditions

	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.7			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-0.4			-0.4	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			4			8	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN	TYP ‡	MAX	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.5			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = MAX, I <sub>OH</sub> = -0.4 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 4 mA	0.25	0.4		0.25	0.4		V
	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 8 mA				0.35	0.5		
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7 V			0.1			0.1	mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V			20			20	μA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V			-0.4			-0.4	mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	-20		-100	-20		-100	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		0.8	1.6		0.8	1.6	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		2.4	4.4		2.4	4.4	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A or B	Y	R <sub>L</sub> = 2 kΩ, C <sub>L</sub> = 15 pF		9	15	ns
t <sub>PHL</sub>					10	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

**recommended operating conditions**

	SN54S00			SN74S00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-1			-1	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			20			20	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

**electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54S00			SN74S00			UNIT
		MIN	TYP‡	MAX	MIN	TYP‡	MAX	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.2			-1.2	V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = -1 mA	2.5	3.4		2.7	3.4		V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 20 mA			0.5			0.5	V
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1			1	mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V			50			50	µA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5 V			-2			-2	mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	-40		-100	-40		-100	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		10	16		10	16	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		20	36		20	36	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

**switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)**

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
τ <sub>PLH</sub>	A or B	Y	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF		3	4.5	ns
τ <sub>PHL</sub>					3	5	ns
τ <sub>PLH</sub>			R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 50 pF		4.5		ns
τ <sub>PHL</sub>					5		ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.



- Package Options Include Plastic "Small Outline" Packages, Ceramic Chip Carriers and Flat Packages, and Plastic and Ceramic DIPs
- Dependable Texas Instruments Quality and Reliability

**description**

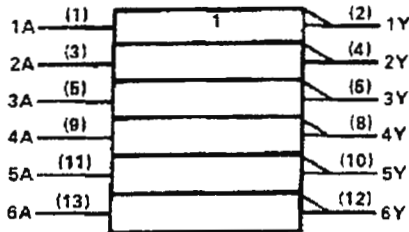
These devices contain six independent inverters.

The SN5404, SN54LS04, and SN54S04 are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C. The SN7404, SN74LS04, and SN74S04 are characterized for operation from 0°C to 70°C.

FUNCTION TABLE (each inverter)

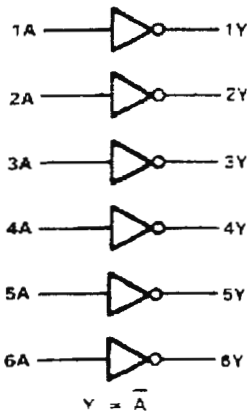
INPUTS	OUTPUT
A	Y
H	L
L	H

**logic symbol†**



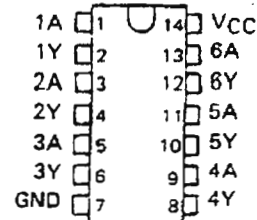
† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, and N packages.

**logic diagram (positive logic)**

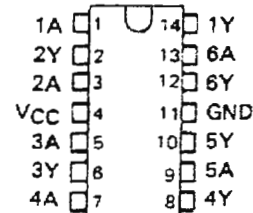


SN5404 . . . J PACKAGE  
SN54LS04, SN54S04 . . . J OR W PACKAGE  
SN7404 . . . N PACKAGE  
SN74LS04, SN74S04 . . . D OR N PACKAGE

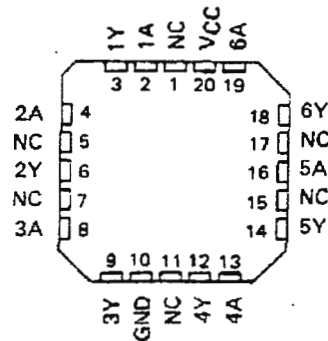
(TOP VIEW)



SN5404 . . . W PACKAGE  
(TOP VIEW)



SN54LS04, SN54S04 . . . FK PACKAGE  
(TOP VIEW)



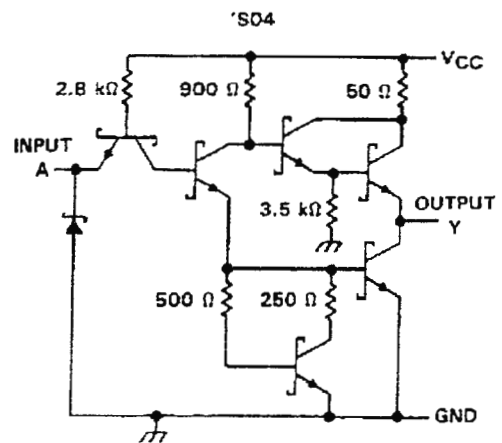
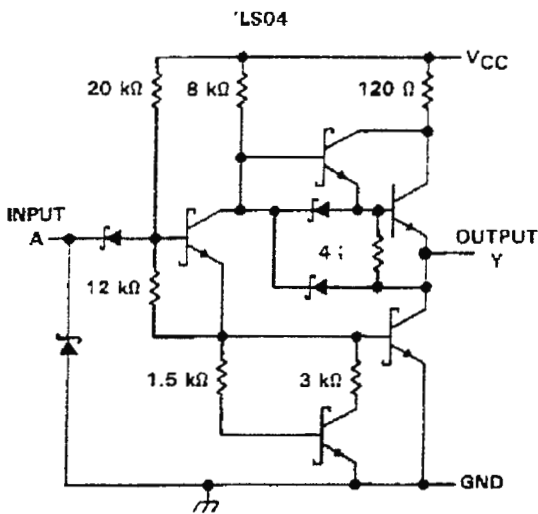
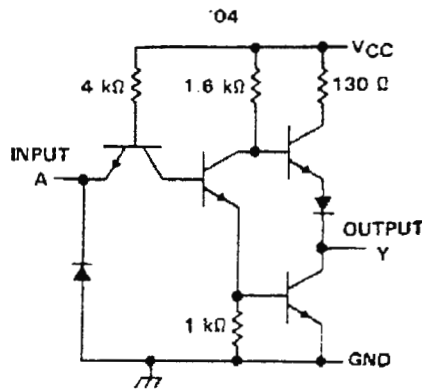
NC - No internal connection

PRODUCTION DATA documents contain information current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.



**SN5404, SN54LS04, SN54S04,  
SN7404, SN74LS04, SN74S04  
HEX INVERTERS**

schematics (each gate)



Resistor values shown are nominal.

**absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)**

Supply voltage, $V_{CC}$ (see Note 1) .....	7 V
Input voltage: '04, 'S04 .....	5.5 V
'LS04 .....	7 V
Operating free-air temperature range: SN54' .....	-55°C to 125°C
SN74' .....	0°C to 70°C
Storage temperature range .....	-65°C to 150°C

NOTE 1: Voltage values are with respect to network ground terminal.



POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN5404, SN7404 HEX INVERTERS

## recommended operating conditions

	SN5404			SN7404			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.6	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-0.4			-0.4	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			16			16	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

## electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN5404			SN7404			UNIT
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN	TYP ‡	MAX	
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -12 mA			-1.5			-1.5	V
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = -0.4 mA	2.4	3.4		2.4	3.4		V
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 16 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1			1	mA
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.4 V			40			40	μA
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.4 V			-1.6			-1.6	mA
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	-20		-55	-18		-55	mA
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		8	12		8	12	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		18	33		18	33	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

## switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A	Y	R <sub>L</sub> = 400 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF		12	22	ns
t <sub>PHL</sub>					8	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

  
**TEXAS**  
**INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

# SN54LS04, SN74LS04 HEX INVERTERS

## recommended operating conditions

	SN54LS04			SN74LS04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
$V_{CC}$ Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
$V_{IH}$ High-level input voltage	2			2			V
$V_{IL}$ Low-level input voltage			0.7			0.8	V
$I_{OH}$ High-level output current			-0.4			-0.4	mA
$I_{OL}$ Low-level output current			4			8	mA
$T_A$ Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

## electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54LS04		SN74LS04		UNIT		
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN		TYP ‡	MAX
$V_{IK}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5		-1.5	V	
$V_{OH}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $V_{IL} = \text{MAX.}$ , $I_{OH} = -0.4 \text{ mA}$	2.5	3.4		2.7	3.4	V	
$V_{OL}$	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ , $I_{OL} = 4 \text{ mA}$		0.25	0.4		0.4	V	
	$V_{CC} = \text{MIN.}$ , $V_{IH} = 2 \text{ V.}$ , $I_{OL} = 8 \text{ mA}$					0.25		0.5
$I_I$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 7 \text{ V}$			0.1		0.1	mA	
$I_{IH}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 2.7 \text{ V}$			20		20	μA	
$I_{IL}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 0.4 \text{ V}$			-0.4		-0.4	mA	
$I_{OS} §$	$V_{CC} = \text{MAX.}$	-20		-100	-20	-100	mA	
$I_{CCH}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 0 \text{ V}$		1.2	2.4		1.2	2.4	mA
$I_{CCL}$	$V_{CC} = \text{MAX.}$ , $V_I = 4.5 \text{ V}$		3.6	6.6		3.6	6.6	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at  $V_{CC} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ .

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

## switching characteristics, $V_{CC} = 5 \text{ V}$ , $T_A = 25^\circ\text{C}$ (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH}$	A	Y	$R_L = 2 \text{ k}\Omega$ , $C_L = 15 \text{ pF}$		9	15	ns
$t_{PHL}$					10	15	ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655012 • DALLAS, TEXAS 75265

recommended operating conditions

	SN54S04			SN74S04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
V <sub>CC</sub> Supply voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V <sub>IH</sub> High-level input voltage	2			2			V
V <sub>IL</sub> Low-level input voltage			0.8			0.8	V
I <sub>OH</sub> High-level output current			-1			-1	mA
I <sub>OL</sub> Low-level output current			20			20	mA
T <sub>A</sub> Operating free-air temperature	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS †	SN54S04		SN74S04		UNIT		
		MIN	TYP ‡	MAX	MIN		TYP ‡	MAX
V <sub>IK</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = -18 mA			-1.2		-1.2	V	
V <sub>OH</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = 0.8 V, I <sub>OH</sub> = -1 mA	2.5	3.4		2.7	3.4	V	
V <sub>OL</sub>	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = 2 V, I <sub>OL</sub> = 20 mA			0.5		0.5	V	
I <sub>I</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 5.5 V			1		1	mA	
I <sub>IH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7 V			50		50	µA	
I <sub>IL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5 V			-2		-2	mA	
I <sub>OS</sub> §	V <sub>CC</sub> = MAX	-40		-100	-40	-100	mA	
I <sub>CCH</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0 V		15	24		15	24	mA
I <sub>CCL</sub>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 4.5 V		30	54		30	54	mA

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C.

§ Not more than one output should be shorted at a time, and the duration of the short-circuit should not exceed one second.

switching characteristics, V<sub>CC</sub> = 5 V, T<sub>A</sub> = 25°C (see note 2)

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t <sub>PLH</sub>	A	Y	R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 15 pF		3	4.5	ns
t <sub>PHL</sub>					3	5	ns
t <sub>PLH</sub>			R <sub>L</sub> = 280 Ω, C <sub>L</sub> = 50 pF		4.5		ns
t <sub>PHL</sub>					5		ns

NOTE 2: Load circuits and voltage waveforms are shown in Section 1.





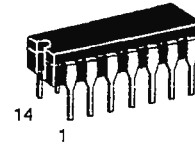
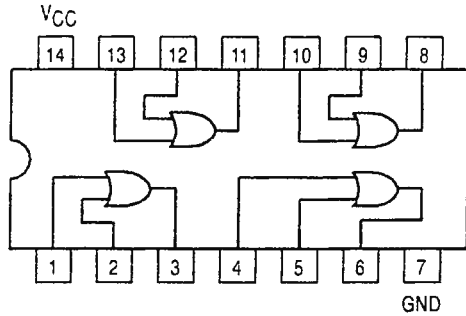
**MOTOROLA**

# QUAD 2-INPUT OR GATE

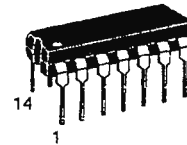
## MC54/74F32

QUAD 2-INPUT OR GATE

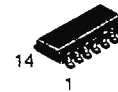
FAST™ SCHOTTKY TTL



J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632-08



N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646-06



D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A-02

### ORDERING INFORMATION

MC54FXXJ	Ceramic
MC74FXXN	Plastic
MC74FXXD	SOIC

### GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54, 74	4.5	5.0	5.5	V
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-1.0	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54, 74			20	mA

# MC54/74F32

## DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
V <sub>IH</sub>	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage
V <sub>IL</sub>	Input LOW Voltage			0.8	V	Guaranteed Input LOW Voltage
V <sub>IK</sub>	Input Clamp Diode Voltage			-1.2	V	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>IN</sub> = -18 mA
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage	54, 74	2.5		V	I <sub>OH</sub> = -1.0 mA, V <sub>CC</sub> = 4.50 V
		74	2.7		V	I <sub>OH</sub> = -1.0 mA, V <sub>CC</sub> = 4.75 V
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage			0.5	V	I <sub>OL</sub> = 20 mA, V <sub>CC</sub> = MIN
I <sub>IH</sub>	Input HIGH Current			20	μA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 2.7 V
				0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 7.0 V
I <sub>IL</sub>	Input LOW Current			-0.6	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 0.5 V
I <sub>OS</sub>	Output Short Circuit Current (Note 2)	-60		-150	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>OUT</sub> = 0 V
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current Total, Output HIGH			9.2	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = 4.5 V
	Total, Output LOW			15.5	mA	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>IN</sub> = GND

### NOTES:

- For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
- Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

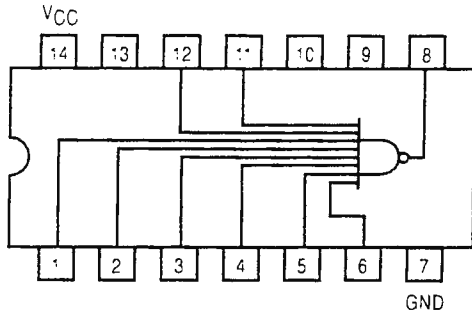
## AC CHARACTERISTICS

Symbol	Parameter	54/74F		54F		74F		Unit
		T <sub>A</sub> = +25°C		T <sub>A</sub> = -55°C to +125°C		T <sub>A</sub> = 0°C to 70°C		
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	
t <sub>PLH</sub>	Propagation Delay	V <sub>CC</sub> = +5.0 V C <sub>L</sub> = 50 pF		V <sub>CC</sub> = 5.0 V ± 10% C <sub>L</sub> = 50 pF		V <sub>CC</sub> = 5.0 V ± 10% C <sub>L</sub> = 50 pF		ns
t <sub>PHL</sub>	Propagation Delay	3.0	5.6	3.0	7.5	3.0	6.6	ns
		3.0	5.3	2.5	7.5	3.0	6.3	ns



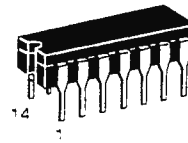
**MOTOROLA**

# 8-INPUT NAND GATE

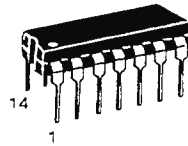


## SN54/74LS30

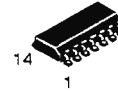
**8-INPUT NAND GATE  
LOW POWER SCHOTTKY**



**J SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632-08**



**N SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646-06**



**D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A-02**

### ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic  
SN74LSXXN Plastic  
SN74LSXXD SOIC

### GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V <sub>CC</sub>	Supply Voltage	54	4.5	5.0	5.5	V
		74	4.75	5.0	5.25	
T <sub>A</sub>	Operating Ambient Temperature Range	54	-55	25	125	°C
		74	0	25	70	
I <sub>OH</sub>	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I <sub>OL</sub>	Output Current — Low	54			4.0	mA
		74			8.0	

# SN54/74LS30

## DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions	
		Min	Typ	Max			
V <sub>IH</sub>	Input HIGH Voltage	2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V <sub>IL</sub>	Input LOW Voltage	54		0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74		0.8			
V <sub>IK</sub>	Input Clamp Diode Voltage		-0.65	-1.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN. I <sub>IN</sub> = -18 mA	
V <sub>OH</sub>	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5	V	V <sub>CC</sub> = MIN. I <sub>OH</sub> = MAX. V <sub>IN</sub> = V <sub>IH</sub> or V <sub>IL</sub> per Truth Table	
		74	2.7	3.5	V		
V <sub>OL</sub>	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	I <sub>OL</sub> = 4.0 mA V <sub>CC</sub> = V <sub>CC</sub> MIN. V <sub>IN</sub> = V <sub>IL</sub> or V <sub>IH</sub> per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	
I <sub>IH</sub>	Input HIGH Current			20	μA	V <sub>CC</sub> = MAX. V <sub>IN</sub> = 2.7 V	
				0.1	mA	V <sub>CC</sub> = MAX. V <sub>IN</sub> = 7.0 V	
I <sub>IL</sub>	Input LOW Current			-0.4	mA	V <sub>CC</sub> = MAX. V <sub>IN</sub> = 0.4 V	
I <sub>OS</sub>	Short Circuit Current (Note 1)	-20		-100	mA	V <sub>CC</sub> = MAX	
I <sub>CC</sub>	Power Supply Current						
	Total. Output HIGH			0.5	mA	V <sub>CC</sub> = MAX	
Total. Output LOW			1.1				

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

## AC CHARACTERISTICS (T<sub>A</sub> = 25°C)

Symbol	Parameter	Limits			Unit	Test Conditions
		Min	Typ	Max		
t <sub>PLH</sub>	Turn-Off Delay, Input to Output		8.0	15	ns	V <sub>CC</sub> = 5.0 V C <sub>L</sub> = 15 pF
t <sub>PHL</sub>	Turn-On Delay, Input to Output		13	20	ns	

**PPI (Programmable Peripheral Interface).**

## CMOS Programmable Peripheral Interface

June 1998

### Features

- Pin Compatible with NMOS 8255A
- 24 Programmable I/O Pins
- Fully TTL Compatible
- High Speed, No "Wait State" Operation with 5MHz and 8MHz 80C86 and 80C88
- Direct Bit Set/Reset Capability
- Enhanced Control Word Read Capability
- L7 Process
- 2.5mA Drive Capability on All I/O Ports
- Low Standby Power (ICCSB) .....10µA

### Description

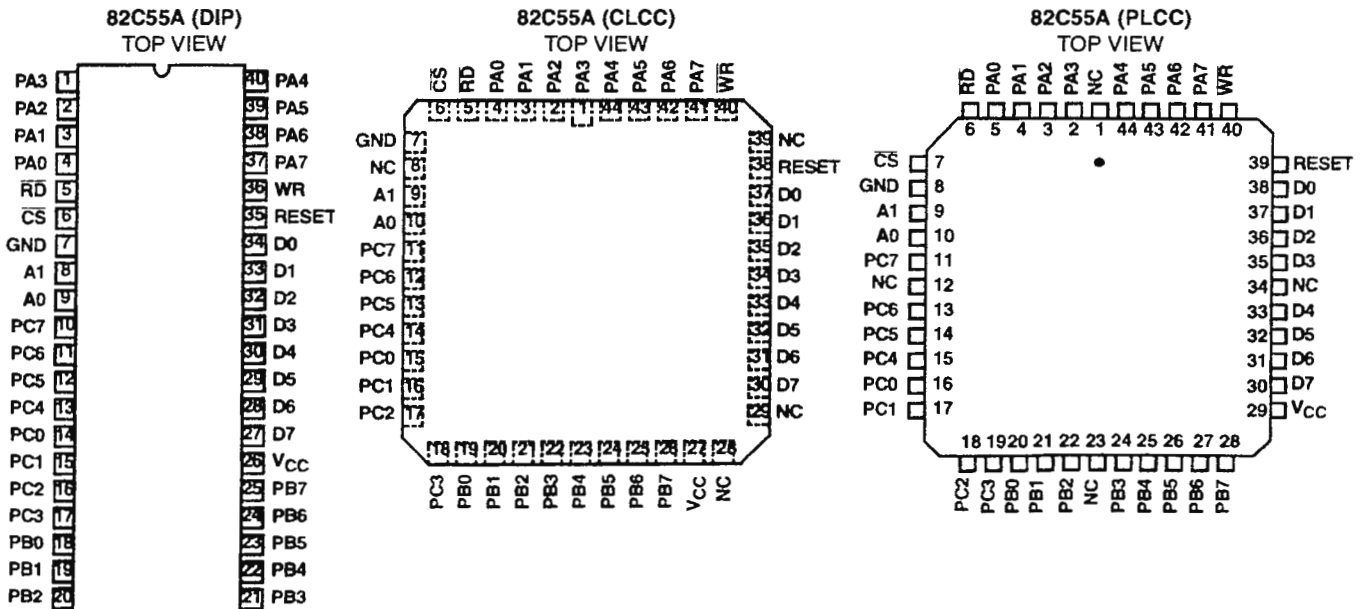
The Harris 82C55A is a high performance CMOS version of the industry standard 8255A and is manufactured using a self-aligned silicon gate CMOS process (Scaled SAJI IV). It is a general purpose programmable I/O device which may be used with many different microprocessors. There are 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The high performance and industry standard configuration of the 82C55A make it compatible with the 80C86, 80C88 and other microprocessors.

Static CMOS circuit design insures low operating power. TTL compatibility over the full military temperature range and bus hold circuitry eliminate the need for pull-up resistors. The Harris advanced SAJI process results in performance equal to or greater than existing functionally equivalent products at a fraction of the power.

### Ordering Information

PART NUMBERS		PACKAGE	TEMPERATURE RANGE	PKG. NO.
5MHz	8MHz			
CP82C55A-5	CP82C55A	40 Ld PDIP	0°C to 70°C	E40.6
IP82C55A-5	IP82C55A		-40°C to 85°C	E40.6
CS82C55A-5	CS82C55A	44 Ld PLCC	0°C to 70°C	N44.65
IS82C55A-5	IS82C55A		-40°C to 85°C	N44.65
CD82C55A-5	CD82C55A	40 Ld CERDIP	0°C to 70°C	F40.6
ID82C55A-5	ID82C55A		-40°C to 85°C	F40.6
MD82C55A-5/B	MD82C55A/B		-55°C to 125°C	F40.6
8406601QA	8406602QA		SMD#	F40.6
MR82C55A-5/B	MR82C55A/B	44 Pad CLCC	-55°C to 125°C	J44.A
8406601XA	8406602XA		SMD#	J44.A

### Pinouts



**Ports A, B, and C**

The 82C55A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured to a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 82C55A.

**Port A** One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input latch. Both "pull-up" and "pull-down" bus-hold devices are present on Port A. See Figure 2A.

**Port B** One 8-bit data input/output latch/buffer and one 8-bit data input buffer. See Figure 2B.

**Port C** One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal output and status signal inputs in conjunction with ports A and B. See Figure 2B.

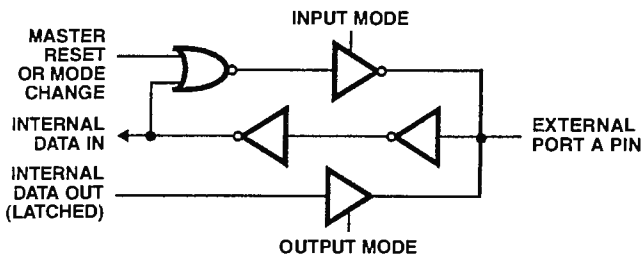


FIGURE 2A. PORT A BUS-HOLD CONFIGURATION

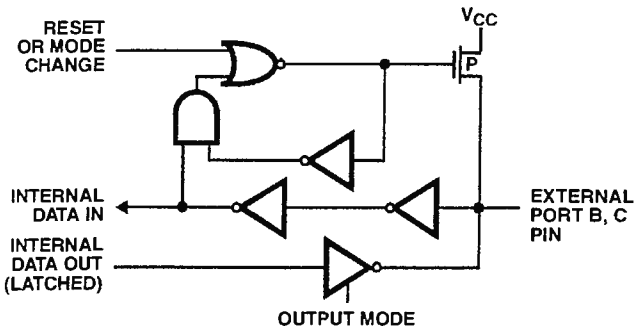


FIGURE 2B. PORT B AND C BUS-HOLD CONFIGURATION

FIGURE 2. BUS-HOLD CONFIGURATION

**Operational Description**

**Mode Selection**

There are three basic modes of operation than can be selected by the system software:

- Mode 0 - Basic Input/Output
- Mode 1 - Strobed Input/Output
- Mode 2 - Bi-directional Bus

When the reset input goes "high", all ports will be set to the input mode with all 24 port lines held at a logic "one" level by internal bus hold devices. After the reset is removed, the 82C55A can remain in the input mode with no additional initialization required. This eliminates the need to pullup or pull-down resistors in all-CMOS designs. The control word

register will contain 9Bh. During the execution of the system program, any of the other modes may be selected using a single output instruction. This allows a single 82C55A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine. Any port programmed as an output port is initialized to all zeros when the control word is written.

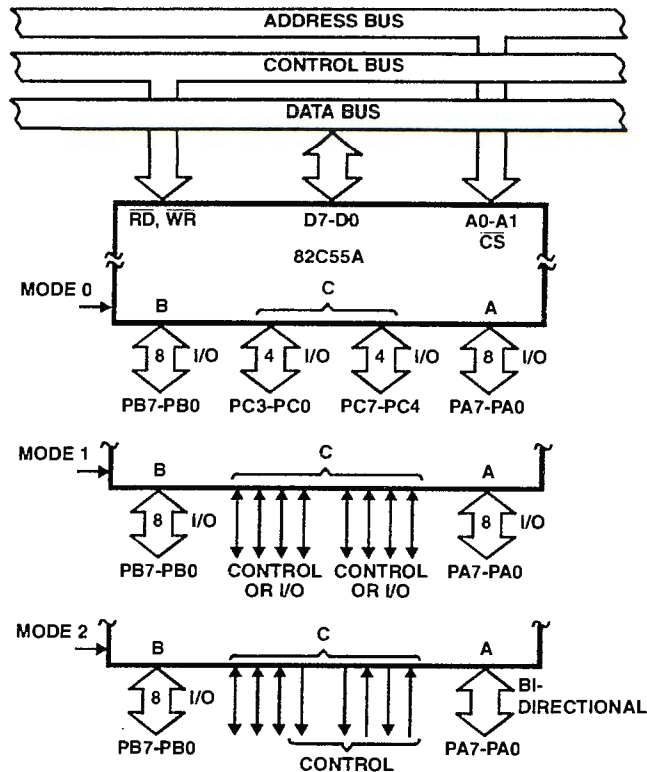


FIGURE 3. BASIC MODE DEFINITIONS AND BUS INTERFACE

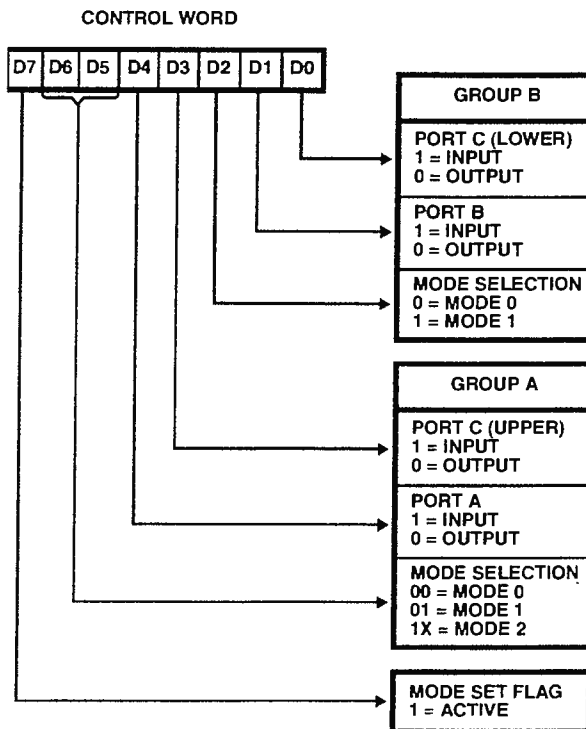


FIGURE 4. MODE DEFINITION FORMAT

## Functional Description

### Data Bus Buffer

This three-state bi-directional 8-bit buffer is used to interface the 82C55A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

### Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

**(CS)** Chip Select. A "low" on this input pin enables the communication between the 82C55A and the CPU.

**(RD)** Read. A "low" on this input pin enables 82C55A to send the data or status information to the CPU on the data bus. In essence, it allows the CPU to "read from" the 82C55A.

**(WR)** Write. A "low" on this input pin enables the CPU to write data or control words into the 82C55A.

**(A0 and A1)** Port Select 0 and Port Select 1. These input signals, in conjunction with the RD and WR inputs, control the selection of one of the three ports or the control word register. They are normally connected to the least significant bits of the address bus (A0 and A1).

### 82C55A BASIC OPERATION

A1	A0	RD	WR	CS	INPUT OPERATION (READ)
0	0	0	1	0	Port A → Data Bus
0	1	0	1	0	Port B → Data Bus
1	0	0	1	0	Port C → Data Bus
1	1	0	1	0	Control Word → Data Bus
OUTPUT OPERATION (WRITE)					
0	0	1	0	0	Data Bus → Port A
0	1	1	0	0	Data Bus → Port B
1	0	1	0	0	Data Bus → Port C
1	1	1	0	0	Data Bus → Control
DISABLE FUNCTION					
X	X	X	X	1	Data Bus → Three-State
X	X	1	1	0	Data Bus → Three-State

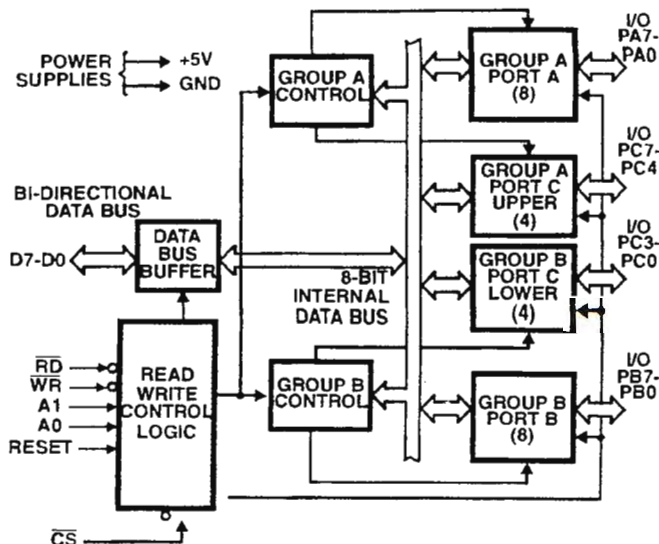


FIGURE 1. 82C55A BLOCK DIAGRAM. DATA BUS BUFFER, READ/WRITE, GROUP A & B CONTROL LOGIC FUNCTIONS

**(RESET)** Reset. A "high" on this input initializes the control register to 9Bh and all ports (A, B, C) are set to the input mode. "Bus hold" devices internal to the 82C55A will hold the I/O port inputs to a logic "1" state with a maximum hold current of 400 $\mu$ A.

### Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 82C55A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 82C55A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C7 - C4)

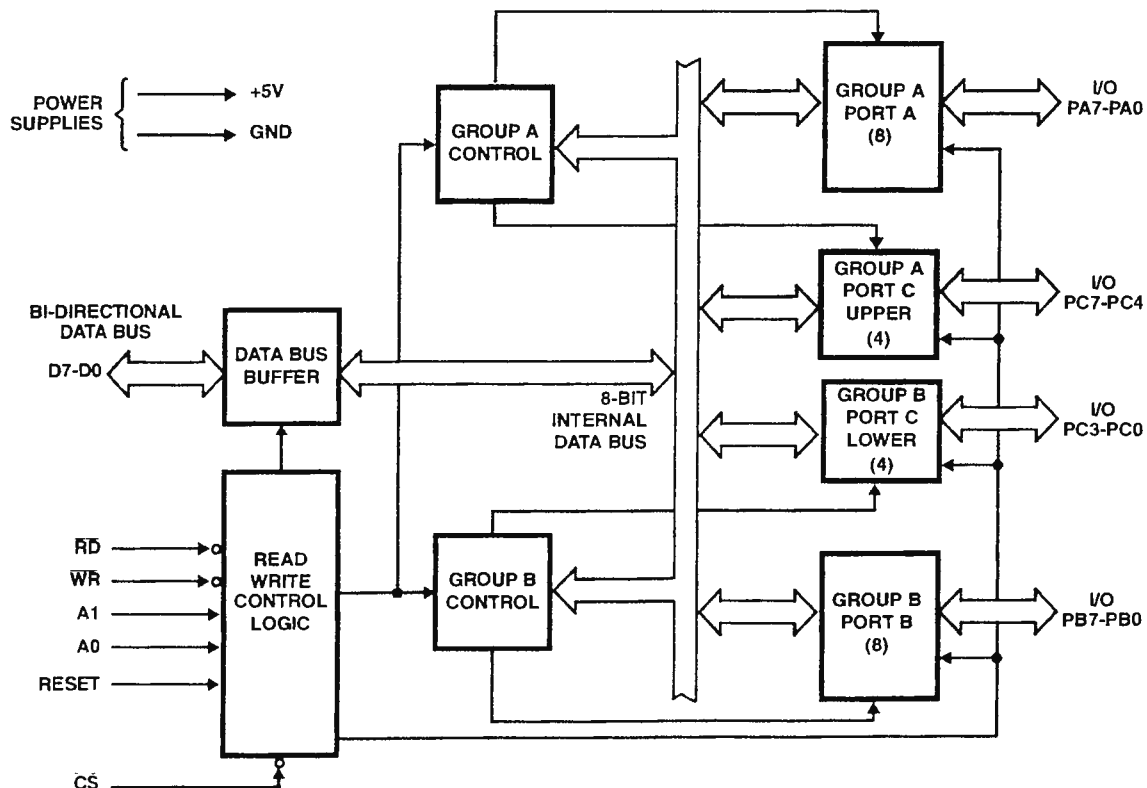
Control Group B - Port B and Port C lower (C3 - C0)

The control word register can be both written and read as shown in the "Basic Operation" table. Figure 4 shows the control word format for both Read and Write operations. When the control word is read, bit D7 will always be a logic "1", as this implies control word mode information.

## Pin Description

SYMBOL	PIN NUMBER	TYPE	DESCRIPTION
V <sub>CC</sub>	26		V <sub>CC</sub> : The +5V power supply pin. A 0.1 $\mu$ F capacitor between pins 26 and 7 is recommended for decoupling.
GND	7		GROUND
D0-D7	27-34	I/O	DATA BUS: The Data Bus lines are bidirectional three-state pins connected to the system data bus.
RESET	35	I	RESET: A high on this input clears the control register and all ports (A, B, C) are set to the input mode with the "Bus Hold" circuitry turned on.
$\overline{CS}$	6	I	CHIP SELECT: Chip select is an active low input used to enable the 82C55A onto the Data Bus for CPU communications.
$\overline{RD}$	5	I	READ: Read is an active low input control signal used by the CPU to read status information or data via the data bus.
$\overline{WR}$	36	I	WRITE: Write is an active low input control signal used by the CPU to load control words and data into the 82C55A.
A0-A1	8, 9	I	ADDRESS: These input signals, in conjunction with the $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ inputs, control the selection of one of the three ports or the control word register. A0 and A1 are normally connected to the least significant bits of the Address Bus A0, A1.
PA0-PA7	1-4, 37-40	I/O	PORT A: 8-bit input and output port. Both bus hold high and bus hold low circuitry are present on this port.
PB0-PB7	18-25	I/O	PORT B: 8-bit input and output port. Bus hold high circuitry is present on this port.
PC0-PC7	10-17	I/O	PORT C: 8-bit input and output port. Bus hold circuitry is present on this port.

## Functional Diagram



The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance: Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first, but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 82C55A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs. PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

### Single Bit Set/Reset Feature (Figure 5)

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single Output instruction. This feature reduces software requirements in control-based applications.

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were output ports.

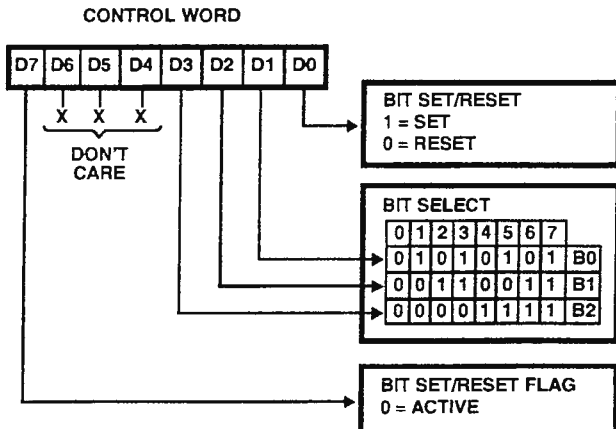


FIGURE 5. BIT SET/RESET FORMAT

### Interrupt Control Functions

When the 82C55A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

This function allows the programmer to enable or disable a CPU interrupt by a specific I/O device without affecting any other device in the interrupt structure.

### INTE Flip-Flop Definition

(BIT-SET)-INTE is SET - Interrupt Enable

(BIT-RESET)-INTE is Reset - Interrupt Disable

NOTE: All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.

### Operating Modes

**Mode 0 (Basic Input/Output).** This functional configuration provides simple input and output operations for each of the three ports. No handshaking is required, data is simply written to or read from a specific port.

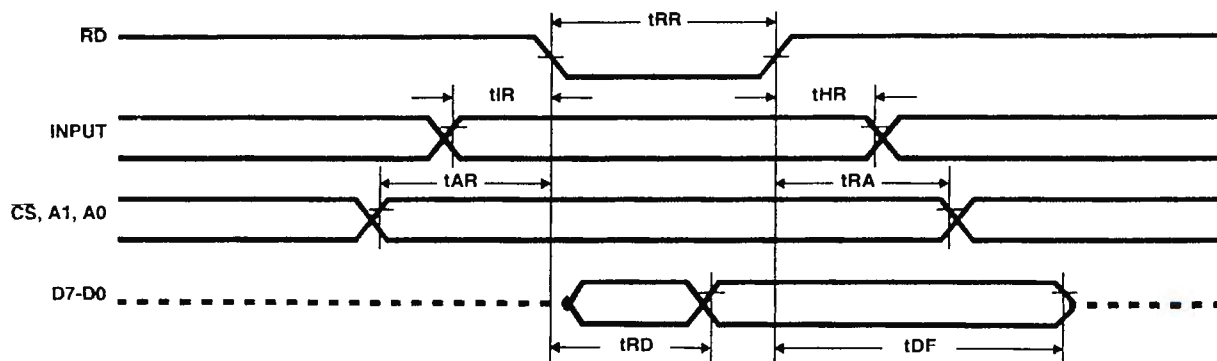
Mode 0 Basic Functional Definitions:

- Two 8-bit ports and two 4-bit ports
- Any Port can be input or output
- Outputs are latched
- Input are not latched
- 16 different Input/Output configurations possible

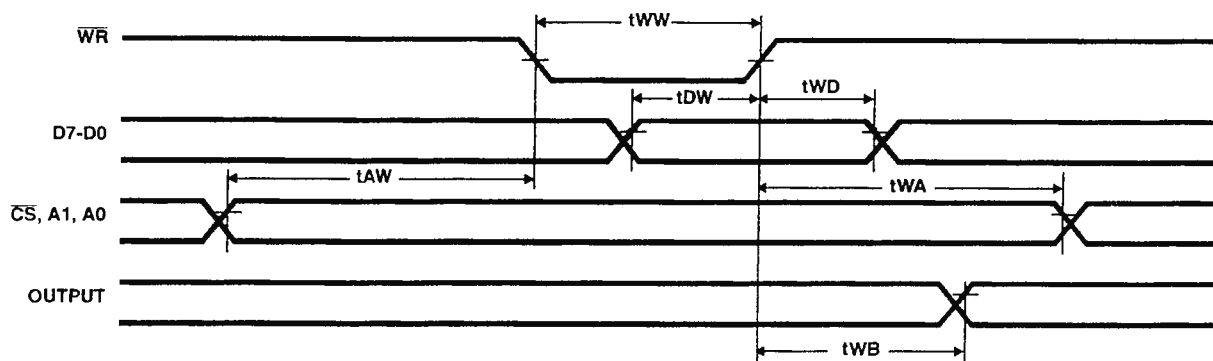
MODE 0 PORT DEFINITION

A		B		GROUP A		#	GROUP B	
D4	D3	D1	D0	PORT A	PORTC (Upper)		PORT B (Lower)	PORTC (Lower)
0	0	0	0	Output	Output	0	Output	Output
0	0	0	1	Output	Output	1	Output	Input
0	0	1	0	Output	Output	2	Input	Output
0	0	1	1	Output	Output	3	Input	Input
0	1	0	0	Output	Input	4	Output	Output
0	1	0	1	Output	Input	5	Output	Input
0	1	1	0	Output	Input	6	Input	Output
0	1	1	1	Output	Input	7	Input	Input
1	0	0	0	Input	Output	8	Output	Output
1	0	0	1	Input	Output	9	Output	Input
1	0	1	0	Input	Output	10	Input	Output
1	0	1	1	Input	Output	11	Input	Input
1	1	0	0	Input	Input	12	Output	Output
1	1	0	1	Input	Input	13	Output	Input
1	1	1	0	Input	Input	14	Input	Output
1	1	1	1	Input	Input	15	Input	Input

Mode 0 (Basic Input)



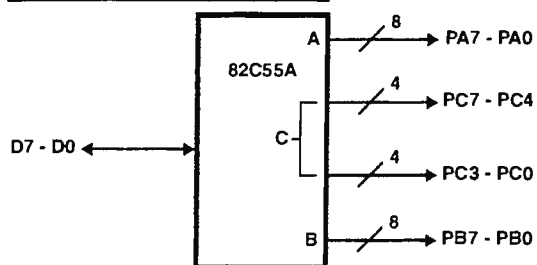
Mode 0 (Basic Output)



Mode 0 Configurations

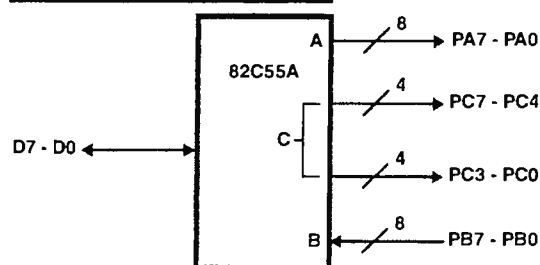
CONTROL WORD #0

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



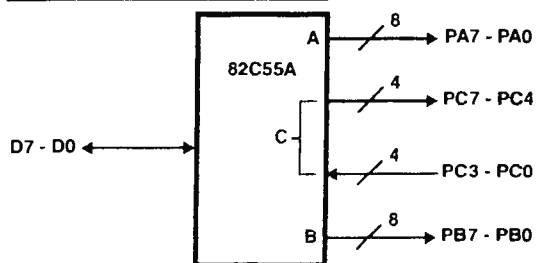
CONTROL WORD #2

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



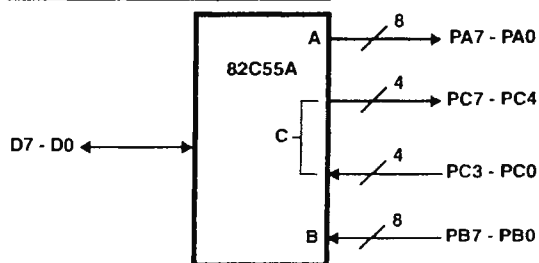
CONTROL WORD #1

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



CONTROL WORD #3

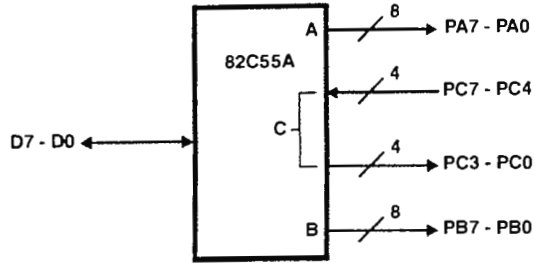
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	0	0	0	1	1



Mode 0 Configurations (Continued)

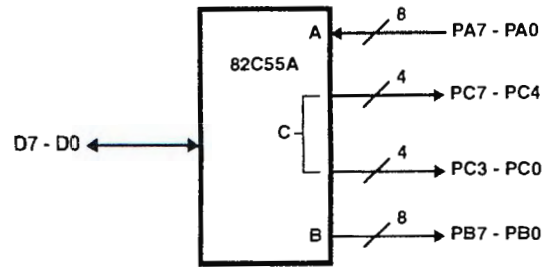
CONTROL WORD #4

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



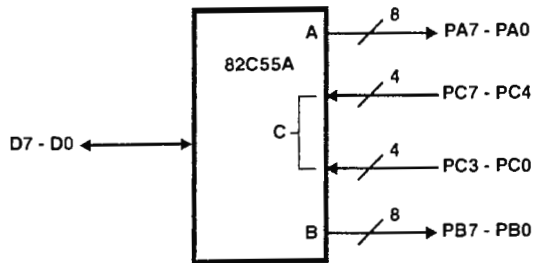
CONTROL WORD #8

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



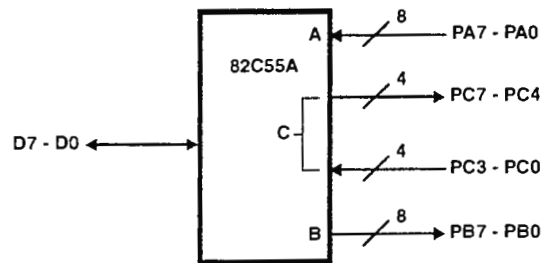
CONTROL WORD #5

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



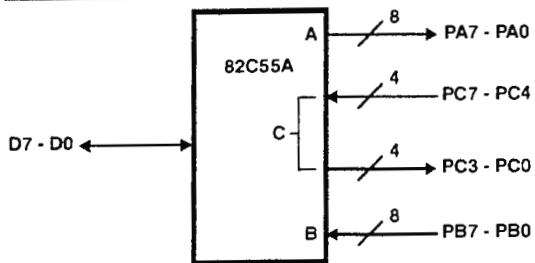
CONTROL WORD #9

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



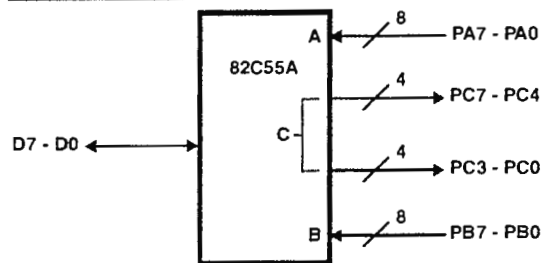
CONTROL WORD #6

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



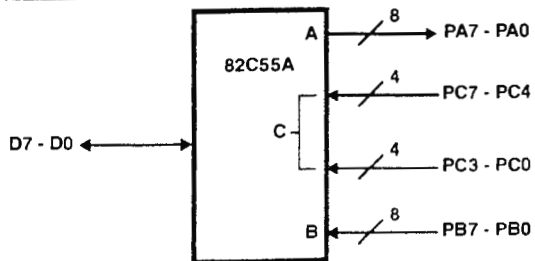
CONTROL WORD #10

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



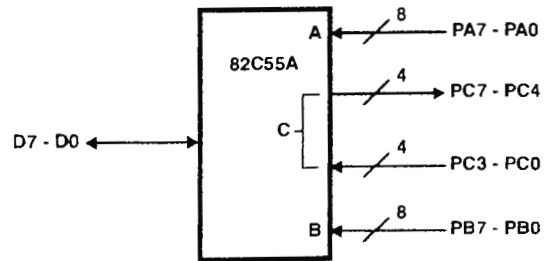
CONTROL WORD #7

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



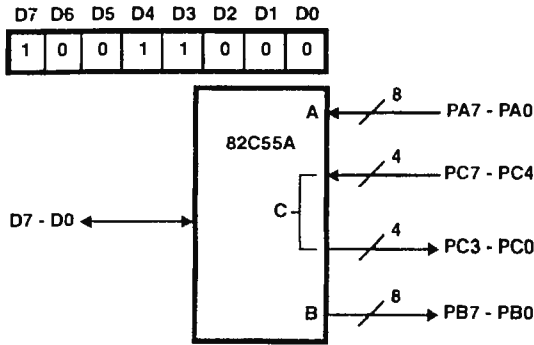
CONTROL WORD #11

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

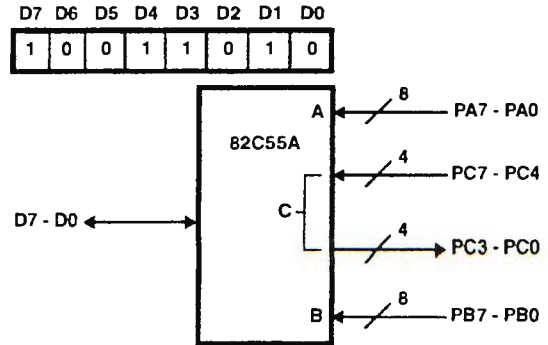


Mode 0 Configurations (Continued)

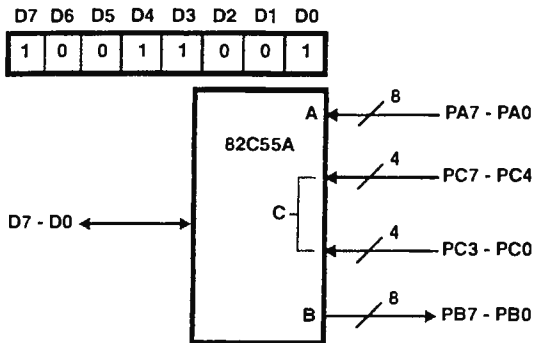
CONTROL WORD #12



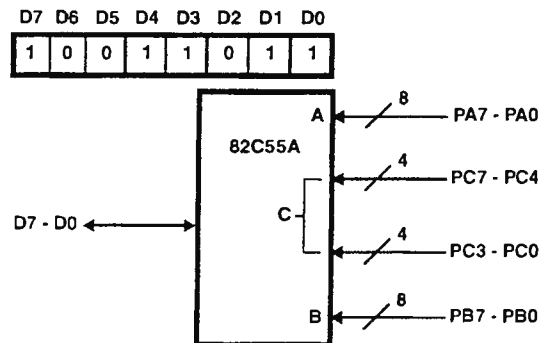
CONTROL WORD #14



CONTROL WORD #13



CONTROL WORD #15



Operating Modes

**Mode 1 - (Strobed Input/Output).** This functional configuration provides a means for transferring I/O data to or from a specified port in conjunction with strobes or "hand shaking" signals. In mode 1, port A and port B use the lines on port C to generate or accept these "hand shaking" signals.

Mode 1 Basic Function Definitions:

- Two Groups (Group A and Group B)
- Each group contains one 8-bit port and one 4-bit control/data port
- The 8-bit data port can be either input or output. Both inputs and outputs are latched.
- The 4-bit port is used for control and status of the 8-bit port.

Input Control Signal Definition

(Figures 6 and 7)

STB (Strobe Input)

A "low" on this input loads data into the input latch.

IBF (Input Buffer Full F/F)

A "high" on this output indicates that the data has been loaded into the input latch: in essence, and acknowledgment. IBF is set by STB input being low and is reset by the rising edge of the RD input.

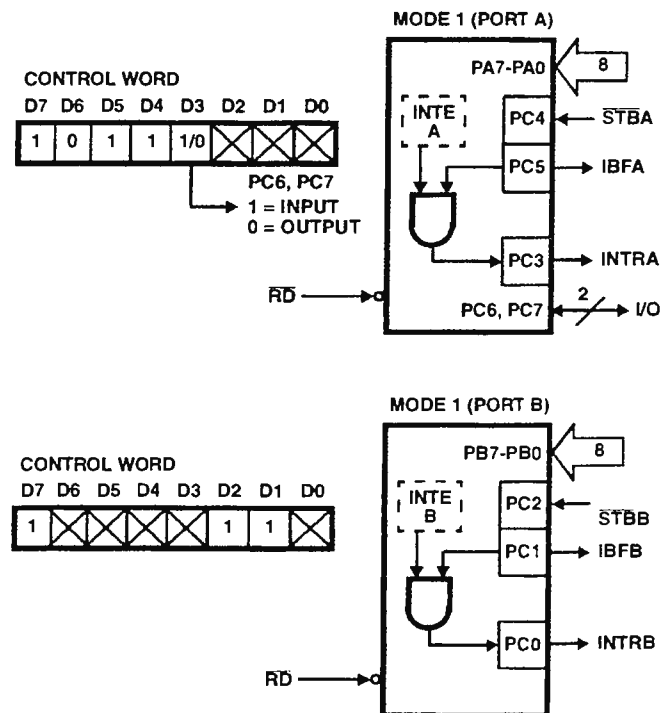


FIGURE 6. MODE 1 INPUT

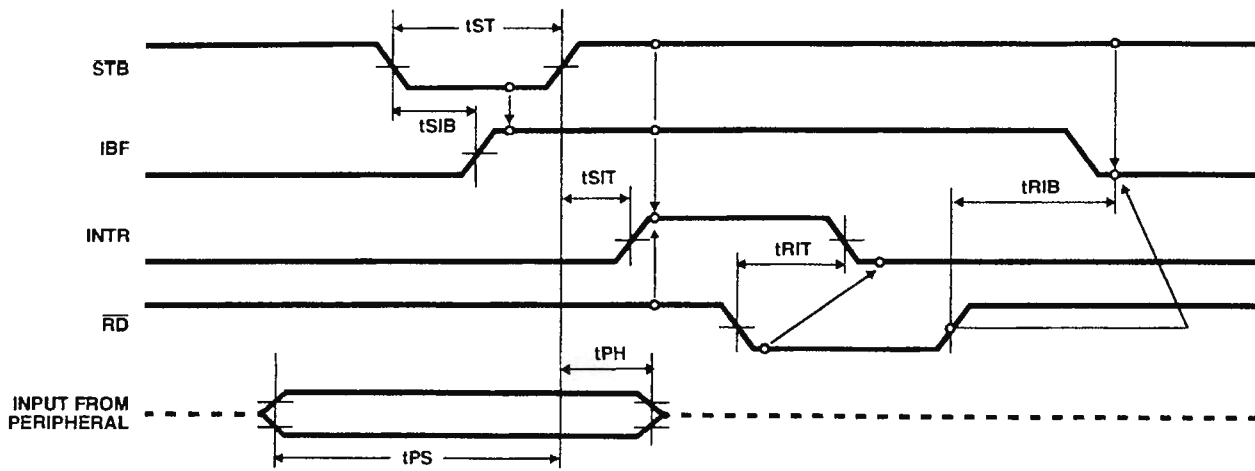


FIGURE 7. MODE 1 (STROBED INPUT)

### INTR (Interrupt Request)

A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an input device is requesting service. INTR is set by the condition:  $\overline{STB}$  is a "one", IBF is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of  $\overline{RD}$ . This procedure allows an input device to request service from the CPU by simply strobing its data into the port.

### INTE A

Controlled by bit set/reset of PC4.

### INTE B

Controlled by bit set/reset of PC2.

### Output Control Signal Definition

(Figure 8 and 9)

$\overline{OBF}$  - Output Buffer Full F/F). The  $\overline{OBF}$  output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to be specified port. This does not mean valid data is sent out of the port at this time since  $\overline{OBF}$  can go true before data is available. Data is guaranteed valid at the rising edge of  $\overline{OBF}$ , (See Note 1). The  $\overline{OBF}$  F/F will be set by the rising edge of the  $\overline{WR}$  input and reset by  $\overline{ACK}$  input being low.

$\overline{ACK}$  - Acknowledge Input). A "low" on this input informs the 82C55A that the data from Port A or Port B is ready to be accepted. In essence, a response from the peripheral device indicating that it is ready to accept data. (See Note 1).

INTR - (Interrupt Request). A "high" on this output can be used to interrupt the CPU when an output device has accepted data transmitted by the CPU. INTR is set when  $\overline{ACK}$  is a "one",  $\overline{OBF}$  is a "one" and INTE is a "one". It is reset by the falling edge of  $\overline{WR}$ .

### INTE A

Controlled by Bit Set/Reset of PC6.

### INTE B

Controlled by Bit Set/Reset of PC2.

### NOTE:

1. To strobe data into the peripheral device, the user must operate the strobe line in a hand shaking mode. The user needs to send  $\overline{OBF}$  to the peripheral device, generates an  $\overline{ACK}$  from the peripheral device and then latch data into the peripheral device on the rising edge of  $\overline{OBF}$ .

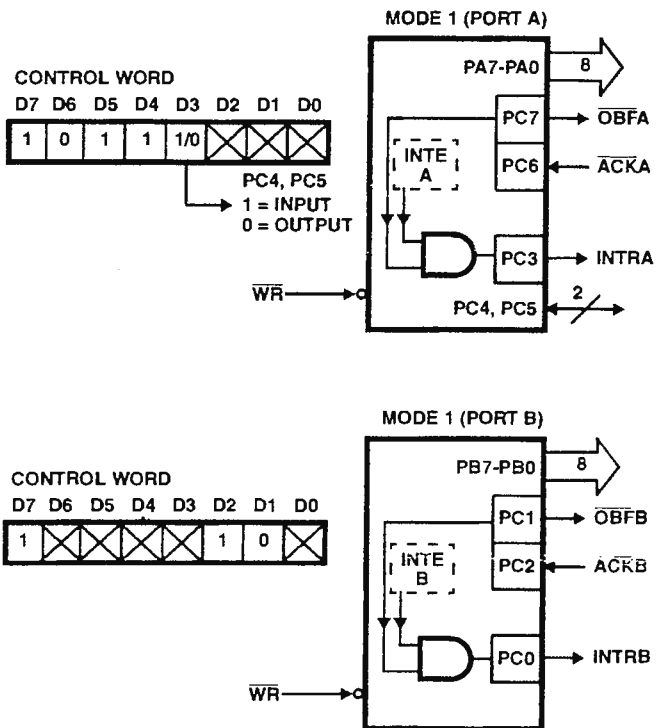


FIGURE 8. MODE 1 OUTPUT

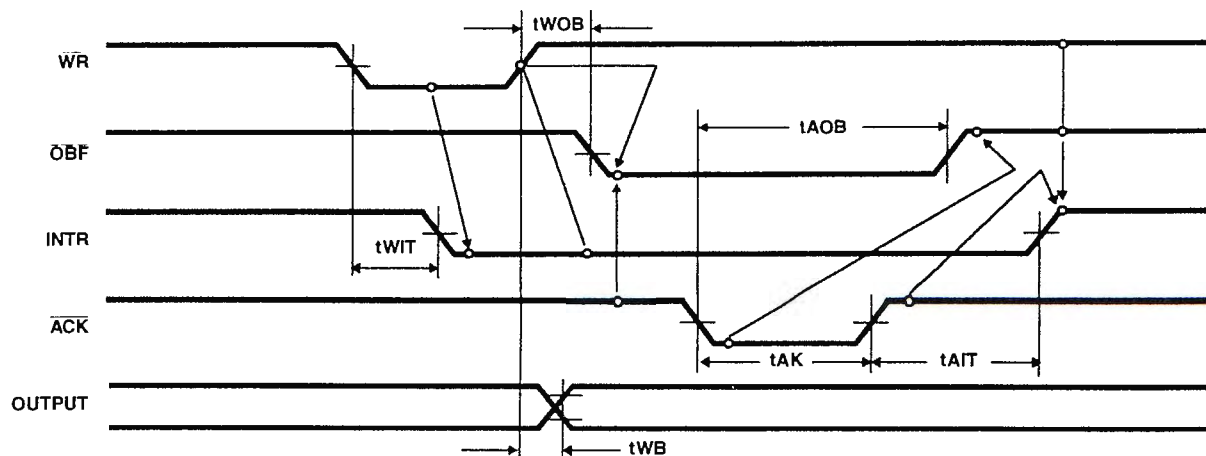
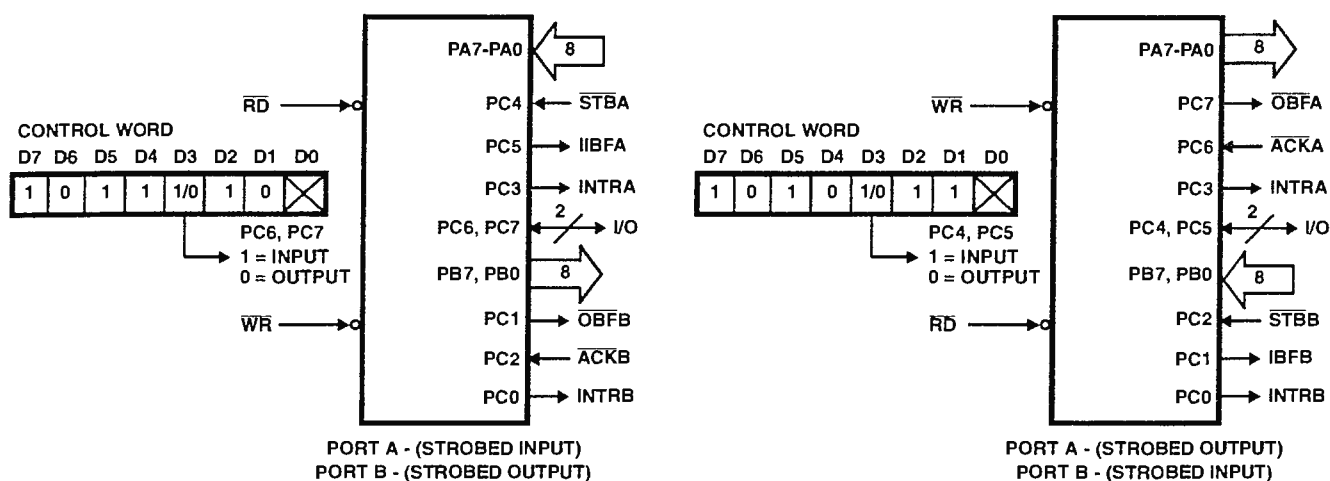


FIGURE 9. MODE 1 (STROBED OUTPUT)

PORT A - (STROBED INPUT)  
PORT B - (STROBED OUTPUT)PORT A - (STROBED OUTPUT)  
PORT B - (STROBED INPUT)

Combinations of Mode 1: Port A and Port B can be individually defined as input or output in Mode 1 to support a wide variety of strobed I/O applications.

FIGURE 10. COMBINATIONS OF MODE 1

## Operating Modes

### Mode 2 (Strobed Bi-Directional Bus I/O)

The functional configuration provides a means for communicating with a peripheral device or structure on a single 8-bit bus for both transmitting and receiving data (bi-directional bus I/O). "Hand shaking" signals are provided to maintain proper bus flow discipline similar to Mode 1. Interrupt generation and enable/disable functions are also available.

Mode 2 Basic Functional Definitions:

- Used in Group A only
- One 8-bit, bi-directional bus Port (Port A) and a 5-bit control Port (Port C)
- Both inputs and outputs are latched
- The 5-bit control port (Port C) is used for control and status for the 8-bit, bi-directional bus port (Port A)

#### Bi-Directional Bus I/O Control Signal Definition

(Figures 11, 12, 13, 14)

**INTR** - (Interrupt Request). A high on this output can be used to interrupt the CPU for both input or output operations.

### Output Operations

**$\overline{\text{OBF}}$**  - (Output Buffer Full). The  $\overline{\text{OBF}}$  output will go "low" to indicate that the CPU has written data out to port A.

**$\overline{\text{ACK}}$**  - (Acknowledge). A "low" on this input enables the three-state output buffer of port A to send out the data. Otherwise, the output buffer will be in the high impedance state.

**INTE 1** - (The INTE flip-flop associated with  $\overline{\text{OBF}}$ ). Controlled by bit set/reset of PC4.

### Input Operations

**$\overline{\text{STB}}$**  - (Strobe Input). A "low" on this input loads data into the input latch.

**IBF** - (Input Buffer Full F/F). A "high" on this output indicates that data has been loaded into the input latch.

**INTE 2** - (The INTE flip-flop associated with IBF). Controlled by bit set/reset of PC4.

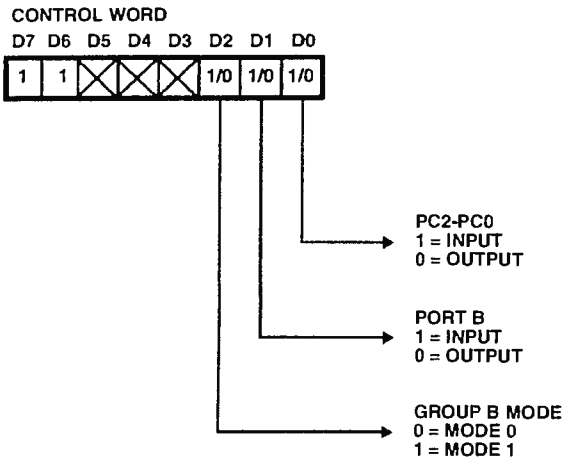


FIGURE 11. MODE CONTROL WORD

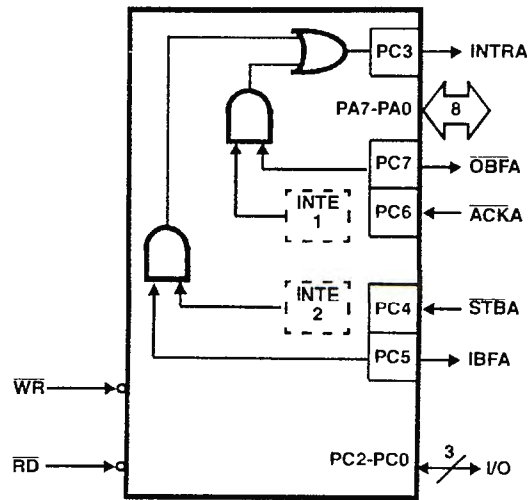
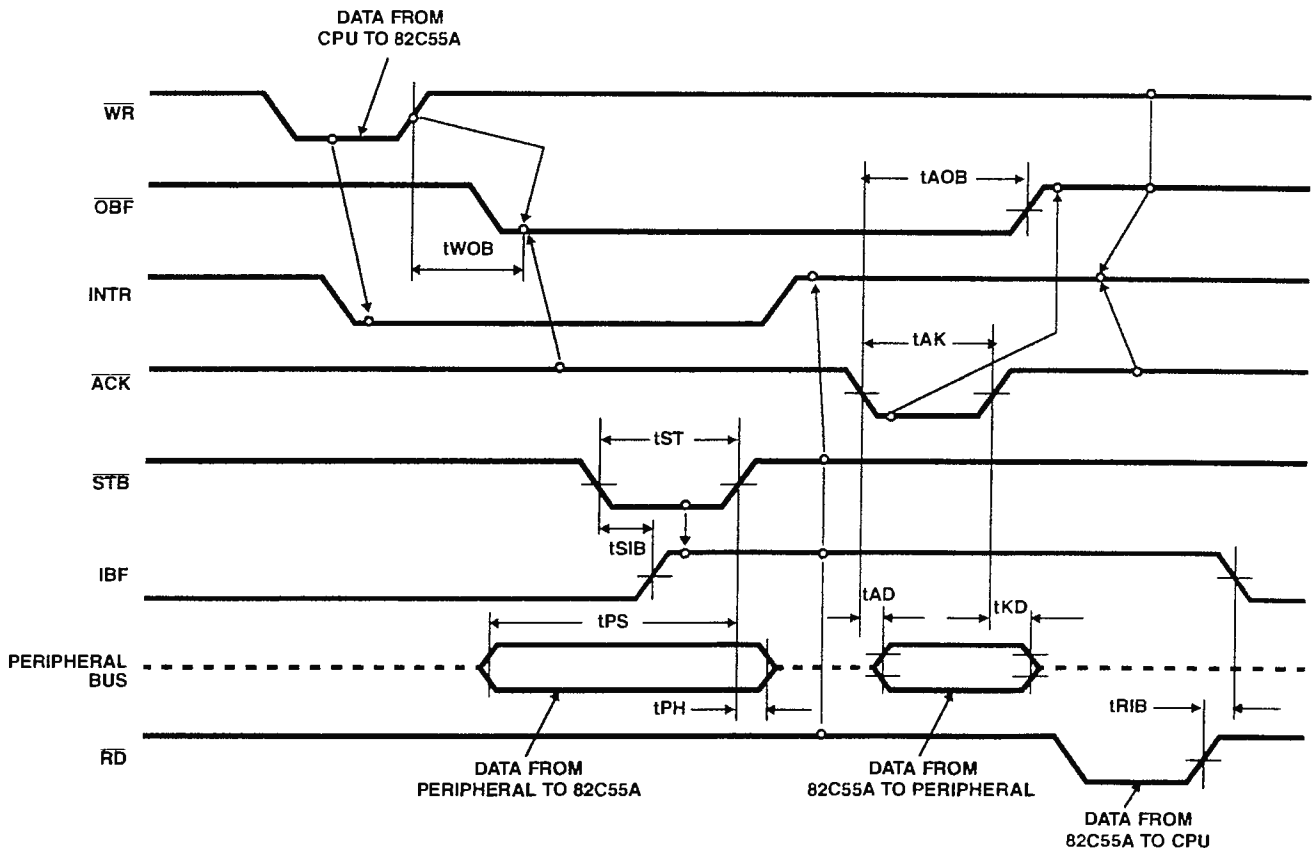


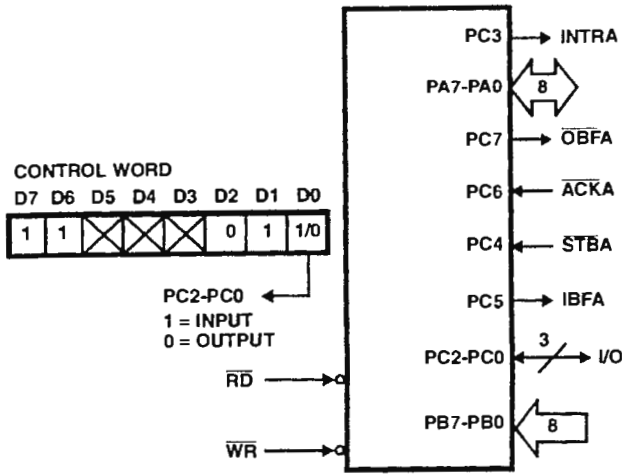
FIGURE 12. MODE 2



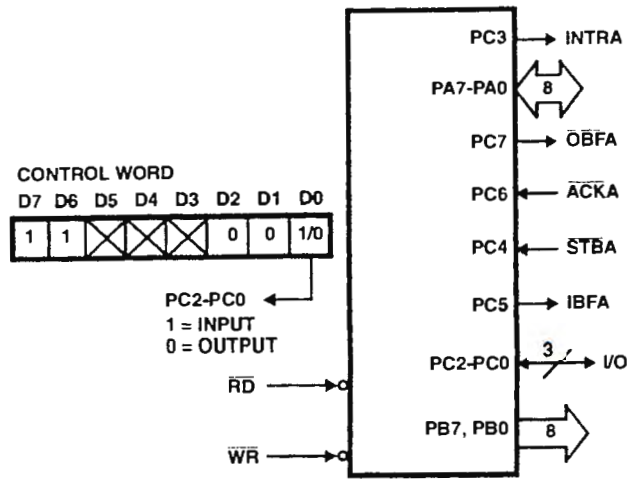
NOTE: Any sequence where  $\overline{WR}$  occurs before  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  occurs before  $\overline{RD}$  is permissible. ( $INTR = IBF \cdot MASK \cdot \overline{STB} \cdot \overline{RD} \cdot \overline{OBF} \cdot MASK \cdot \overline{ACK} \cdot \overline{WR}$ )

FIGURE 13. MODE 2 (BI-DIRECTIONAL)

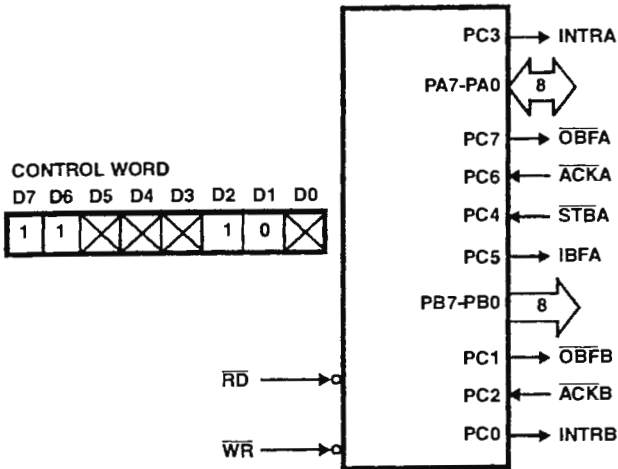
MODE 2 AND MODE 0 (INPUT)



MODE 2 AND MODE 0 (OUTPUT)



MODE 2 AND MODE 1 (OUTPUT)



MODE 2 AND MODE 1 (INPUT)

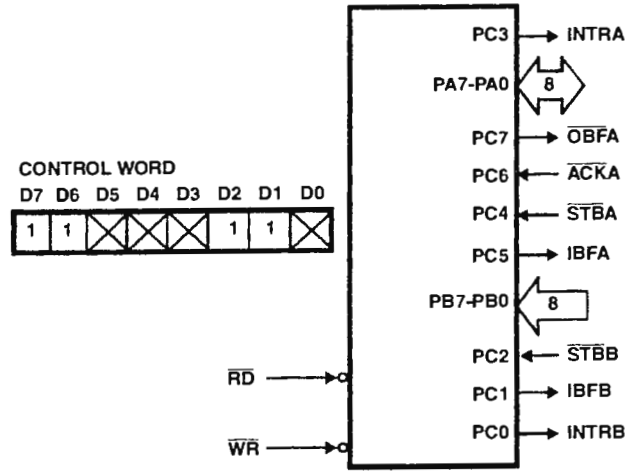


FIGURE 14. MODE 2 COMBINATIONS

**MODE DEFINITION SUMMARY**

	MODE 0		MODE 1		MODE 2
	IN	OUT	IN	OUT	GROUP A ONLY
PA0	In	Out	In	Out	↔
PA1	In	Out	In	Out	↔
PA2	In	Out	In	Out	↔
PA3	In	Out	In	Out	↔
PA4	In	Out	In	Out	↔
PA5	In	Out	In	Out	↔
PA6	In	Out	In	Out	↔
PA7	In	Out	In	Out	↔
PB0	In	Out	In	Out	} Mode 0 or Mode 1 Only
PB1	In	Out	In	Out	
PB2	In	Out	In	Out	
PB3	In	Out	In	Out	
PB4	In	Out	In	Out	
PB5	In	Out	In	Out	
PB6	In	Out	In	Out	
PB7	In	Out	In	Out	
PC0	In	Out	INTRB	INTRB	I/O
PC1	In	Out	IBFB	OBFB	I/O
PC2	In	Out	STBB	ACKB	I/O
PC3	In	Out	INTRA	INTRA	INTRA
PC4	In	Out	STBA	I/O	STBA
PC5	In	Out	IBFA	I/O	IBFA
PC6	In	Out	I/O	ACKA	ACKA
PC7	In	Out	I/O	OBFA	OBFA

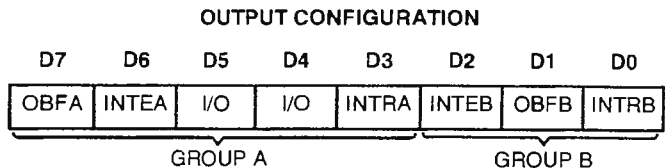
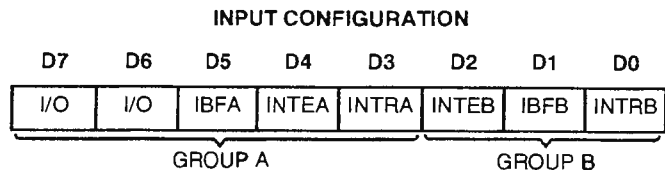
**Special Mode Combination Considerations**

There are several combinations of modes possible. For any combination, some or all of Port C lines are used for control or status. The remaining bits are either inputs or outputs as defined by a "Set Mode" command.

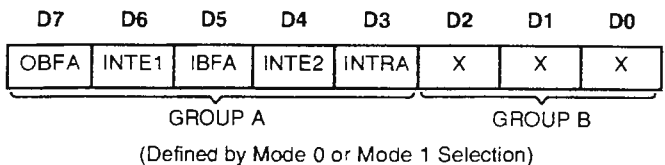
During a read of Port C, the state of all the Port C lines, except the  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  lines, will be placed on the data bus. In place of the  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  line states, flag status will appear on the data bus in the PC2, PC4, and PC6 bit positions as illustrated by Figure 17.

Through a "Write Port C" command, only the Port C pins programmed as outputs in a Mode 0 group can be written. No other pins can be affected by a "Write Port C" command, nor can the interrupt enable flags be accessed. To write to any Port C output programmed as an output in Mode 1 group or to change an interrupt enable flag, the "Set/Reset Port C Bit" command must be used.

With a "Set/Reset Port Cea Bit" command, any Port C line programmed as an output (including IBF and  $\overline{OBF}$ ) can be written, or an interrupt enable flag can be either set or reset. Port C lines programmed as inputs, including  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  lines, associated with Port C are not affected by a "Set/Reset Port C Bit" command. Writing to the corresponding Port C bit positions of the  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  lines with the "Set Reset Port C Bit" command will affect the Group A and Group B interrupt enable flags, as illustrated in Figure 17.



**FIGURE 15. MODE 1 STATUS WORD FORMAT**



**FIGURE 16. MODE 2 STATUS WORD FORMAT**

**Current Drive Capability**

Any output on Port A, B or C can sink or source 2.5mA. This feature allows the 82C55A to directly drive Darlington type drivers and high-voltage displays that require such sink or source current.

### Reading Port C Status (Figures 15 and 16)

In Mode 0, Port C transfers data to or from the peripheral device. When the 82C55A is programmed to function in Modes 1 or 2, Port C generates or accepts "hand shaking" signals with the peripheral device. Reading the contents of Port C allows the programmer to test or verify the "status" of each peripheral device and change the program flow accordingly.

There is not special instruction to read the status information from Port C. A normal read operation of Port C is executed to perform this function.

INTERRUPT ENABLE FLAG	POSITION	ALTERNATE PORT C PIN SIGNAL (MODE)
INTE B	PC2	$\overline{ACKB}$ (Output Mode 1) or $\overline{STBB}$ (Input Mode 1)
INTE A2	PC4	$\overline{STBA}$ (Input Mode 1 or Mode 2)
INTE A1	PC6	$\overline{ACKA}$ (Output Mode 1 or Mode 2)

FIGURE 17. INTERRUPT ENABLE FLAGS IN MODES 1 AND 2

### Applications of the 82C55A

The 82C55A is a very powerful tool for interfacing peripheral equipment to the microcomputer system. It represents the optimum use of available pins and flexible enough to interface almost any I/O device without the need for additional external logic.

Each peripheral device in a microcomputer system usually has a "service routine" associated with it. The routine manages the software interface between the device and the CPU. The functional definition of the 82C55A is programmed by the I/O service routine and becomes an extension of the system software. By examining the I/O devices interface characteristics for both data transfer and timing, and matching this information to the examples and tables in the detailed operational description, a control word can easily be developed to initialize the 82C55A to exactly "fit" the application. Figures 18 through 24 present a few examples of typical applications of the 82C55A.

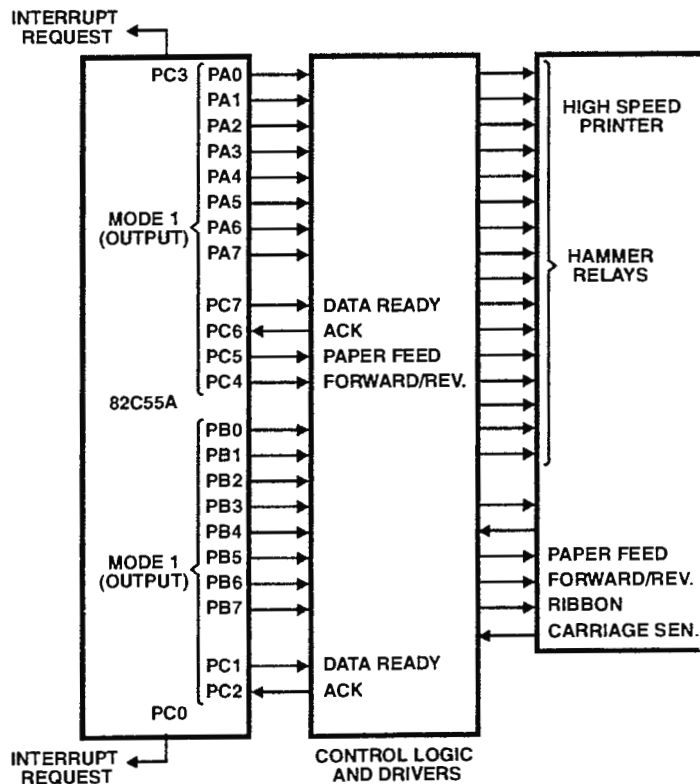


FIGURE 18. PRINTER INTERFACE

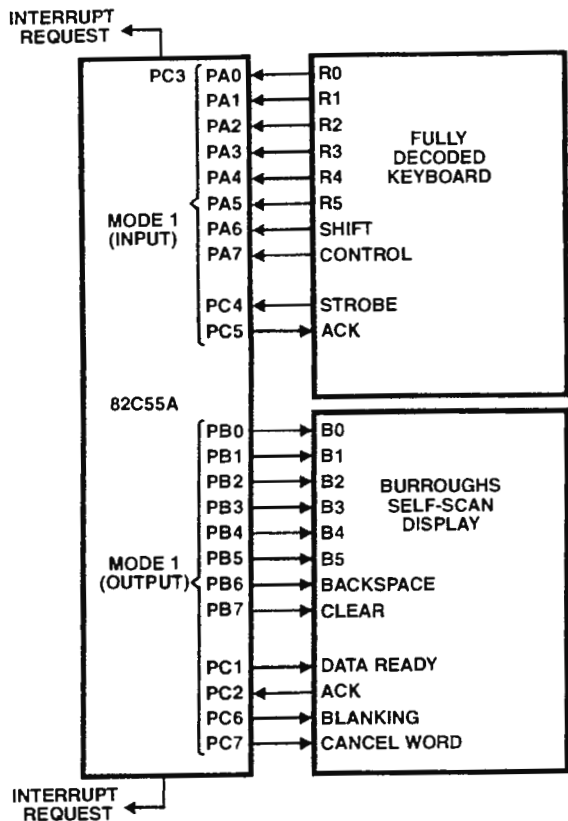


FIGURE 19. KEYBOARD AND DISPLAY INTERFACE

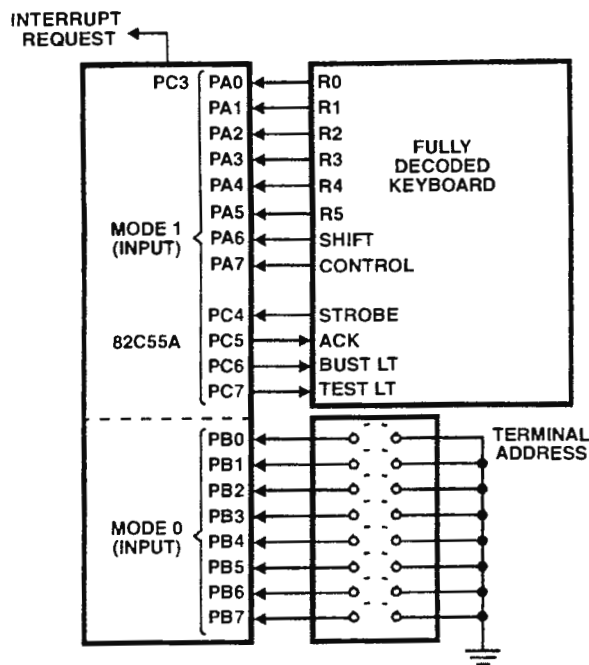


FIGURE 20. KEYBOARD AND TERMINAL ADDRESS INTERFACE

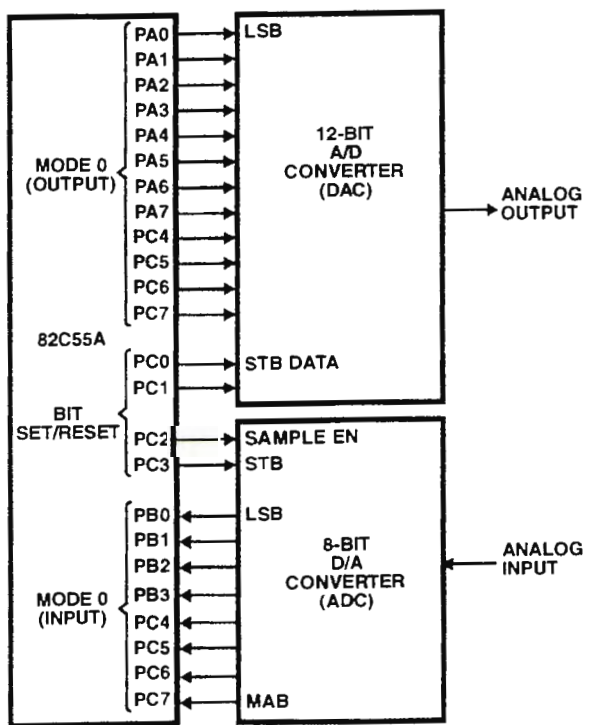


FIGURE 21. DIGITAL TO ANALOG, ANALOG TO DIGITAL

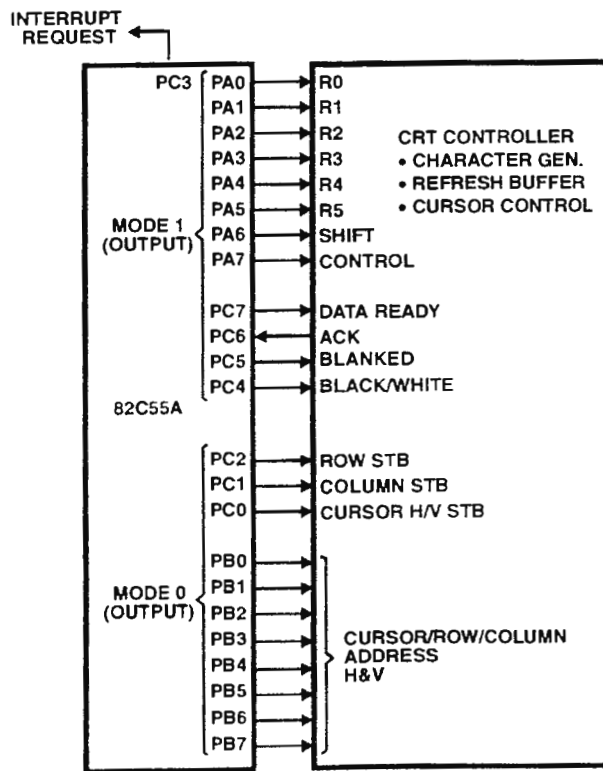


FIGURE 22. BASIC CRT CONTROLLER INTERFACE

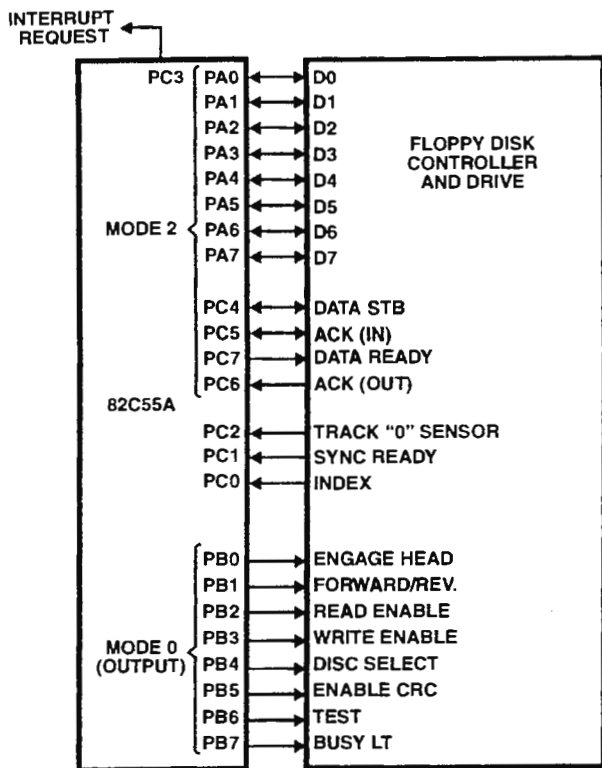


FIGURE 23. BASIC FLOPPY DISC INTERFACE

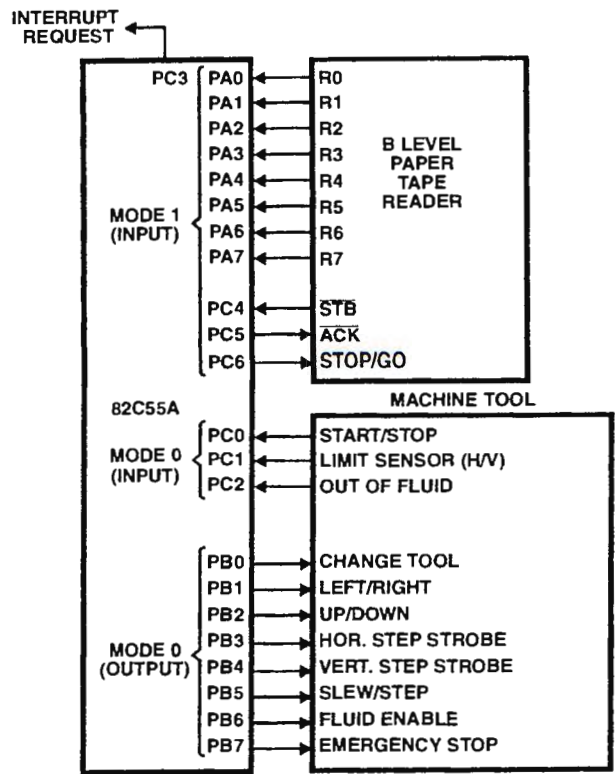


FIGURE 24. MACHINE TOOL CONTROLLER INTERFACE

## Absolute Maximum Ratings $T_A = 25^\circ\text{C}$

Supply Voltage	+8.0V
Input, Output or I/O Voltage	GND-0.5V to $V_{CC}+0.5V$
ESD Classification	Class 1

## Operating Conditions

Voltage Range	+4.5V to 5.5V
Operating Temperature Range	
C82C55A	0°C to 70°C
I82C55A	-40°C to 85°C
M82C55A	-55°C to 125°C

## Thermal Information

Thermal Resistance (Typical, Note 1)	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$
CERDIP Package	50°C/W	10°C/W
CLCC Package	65°C/W	14°C/W
PDIP Package	50°C/W	N/A
PLCC Package	46°C/W	N/A
Maximum Storage Temperature Range	-65°C to 150°C	
Maximum Junction Temperature		
CDIP Package	175°C	
PDIP Package	150°C	
Maximum Lead Temperature (Soldering 10s)	300°C (PLCC Lead Tips Only)	

## Die Characteristics

Gate Count	1000 Gates
------------	------------

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

### NOTE:

- $\theta_{JA}$  is measured with the component mounted on an evaluation PC board in free air.

## Electrical Specifications

$V_{CC} = 5.0V \pm 10\%$ ;  $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+70^\circ\text{C}$  (C82C55A);  
 $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$  (I82C55A);  
 $T_A = -55^\circ\text{C}$  to  $+125^\circ\text{C}$  (M82C55A)

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS		UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	MAX		
$V_{IH}$	Logical One Input Voltage	2.0 2.2	-	V	I82C55A, C82C55A, M82C55A
$V_{IL}$	Logical Zero Input Voltage	-	0.8	V	
$V_{OH}$	Logical One Output Voltage	3.0 $V_{CC}-0.4$	-	V	$I_{OH} = -2.5\text{mA}$ , $I_{OH} = -100\mu\text{A}$
$V_{OL}$	Logical Zero Output Voltage	-	0.4	V	$I_{OL} +2.5\text{mA}$
$I_i$	Input Leakage Current	-1.0	+1.0	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = V_{CC}$ or GND, DIP Pins: 5, 6, 8, 9, 35, 36
$I_O$	I/O Pin Leakage Current	-10	+10	$\mu\text{A}$	$V_O = V_{CC}$ or GND DIP Pins: 27 - 34
IBHH	Bus Hold High Current	-50	-400	$\mu\text{A}$	$V_O = 3.0V$ . Ports A, B, C
IBHL	Bus Hold Low Current	50	400	$\mu\text{A}$	$V_O = 1.0V$ . Port A ONLY
IDAR	Darlington Drive Current	-2.5	Note 2, 4	mA	Ports A, B, C. Test Condition 3
ICCSB	Standby Power Supply Current	-	10	$\mu\text{A}$	$V_{CC} = 5.5V$ , $V_{IN} = V_{CC}$ or GND. Output Open
ICCOP	Operating Power Supply Current	-	1	mA/MHz	$T_A = +25^\circ\text{C}$ , $V_{CC} = 5.0V$ . Typical (See Note 3)

### NOTES:

- No internal current limiting exists on Port Outputs. A resistor must be added externally to limit the current.
- ICCOP = 1mA/MHz of Peripheral Read/Write cycle time. (Example: 1.0 $\mu\text{s}$  I/O Read/Write cycle time = 1mA).
- Tested as  $V_{OH}$  at -2.5mA.

## Capacitance $T_A = 25^\circ\text{C}$

SYMBOL	PARAMETER	TYPICAL	UNITS	TEST CONDITIONS
CIN	Input Capacitance	10	pF	FREQ = 1MHz. All Measurements are referenced to device GND
CI/O	I/O Capacitance	20	pF	

**AC Electrical Specifications**  $V_{CC} = +5V \pm 10\%$ ,  $GND = 0V$ ;  $T_A = -55^{\circ}C$  to  $+125^{\circ}C$  (M82C55A) (M82C55A-5);

$T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$  (I82C55A) (I82C55A-5);

$T_A = 0^{\circ}C$  to  $+70^{\circ}C$  (C82C55A) (C82C55A-5)

SYMBOL	PARAMETER	82C55A-5		82C55A		UNITS	TEST CONDITIONS
		MIN	MAX	MIN	MAX		
<b>READ TIMING</b>							
(1) tAR	Address Stable Before $\overline{RD}$	0	-	0	-	ns	
(2) tRA	Address Stable After $\overline{RD}$	0	-	0	-	ns	
(3) tRR	$\overline{RD}$ Pulse Width	250	-	150	-	ns	
(4) tRD	Data Valid From $\overline{RD}$	-	200	-	120	ns	1
(5) tDF	Data Float After $\overline{RD}$	10	75	10	75	ns	2
(6) tRV	Time Between $\overline{RD}$ s and/or $\overline{WR}$ s	300	-	300	-	ns	
<b>WRITE TIMING</b>							
(7) tAW	Address Stable Before $\overline{WR}$	0	-	0	-	ns	
(8) tWA	Address Stable After $\overline{WR}$	20	-	20	-	ns	
(9) tWW	$\overline{WR}$ Pulse Width	100	-	100	-	ns	
(10) tDW	Data Valid to $\overline{WR}$ High	100	-	100	-	ns	
(11) tWD	Data Valid After $\overline{WR}$ High	30	-	30	-	ns	
<b>OTHER TIMING</b>							
(12) tWB	$\overline{WR} = 1$ to Output	-	350	-	350	ns	1
(13) tIR	Peripheral Data Before $\overline{RD}$	0	-	0	-	ns	
(14) tHR	Peripheral Data After $\overline{RD}$	0	-	0	-	ns	
(15) tAK	ACK Pulse Width	200	-	200	-	ns	
(16) tST	STB Pulse Width	100	-	100	-	ns	
(17) tPS	Peripheral Data Before STB High	20	-	20	-	ns	
(18) tPH	Peripheral Data After STB High	50	-	50	-	ns	
(19) tAD	ACK = 0 to Output	-	175	-	175	ns	1
(20) tKD	ACK = 1 to Output Float	20	250	20	250	ns	2
(21) tWOB	$\overline{WR} = 1$ to OBF = 0	-	150	-	150	ns	1
(22) tAOB	ACK = 0 to OBF = 1	-	150	-	150	ns	1
(23) tSIB	STB = 0 to IBF = 1	-	150	-	150	ns	1
(24) tRIB	$\overline{RD} = 1$ to IBF = 0	-	150	-	150	ns	1
(25) tRIT	$\overline{RD} = 0$ to INTR = 0	-	200	-	200	ns	1
(26) tSIT	STB = 1 to INTR = 1	-	150	-	150	ns	1
(27) tAIT	ACK = 1 to INTR = 1	-	150	-	150	ns	1
(28) tWIT	$\overline{WR} = 0$ to INTR = 0	-	200	-	200	ns	1
(29) tRES	Reset Pulse Width	500	-	500	-	ns	1, (Note)

NOTE: Period of initial Reset pulse after power-on must be at least 50 $\mu$ sec. Subsequent Reset pulses may be 500ns minimum.

## Timing Waveforms

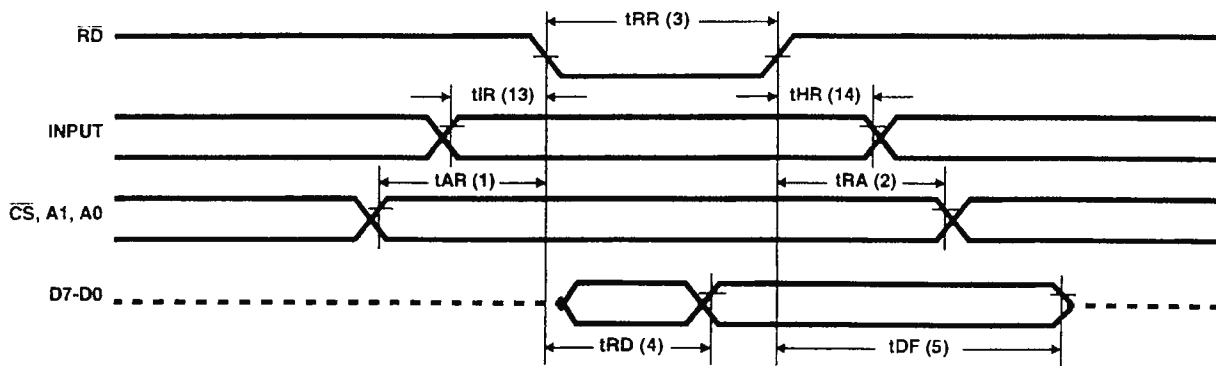


FIGURE 25. MODE 0 (BASIC INPUT)

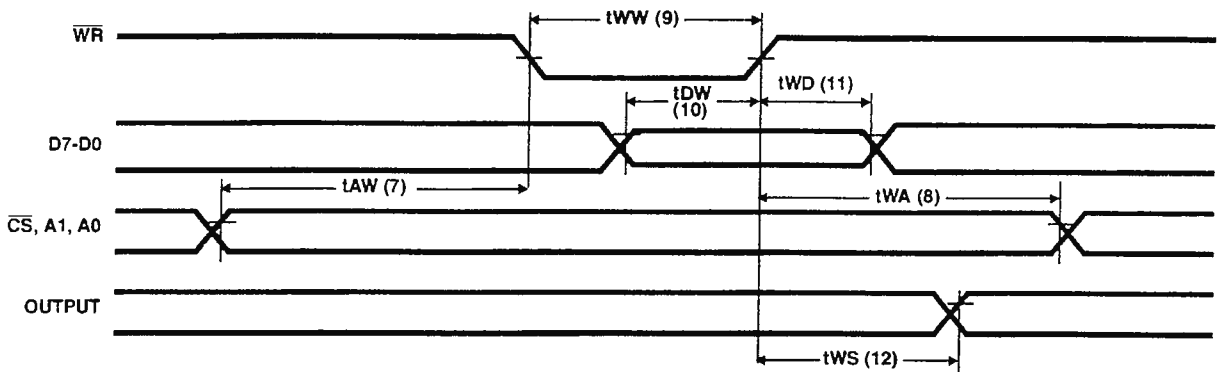


FIGURE 26. MODE 0 (BASIC OUTPUT)

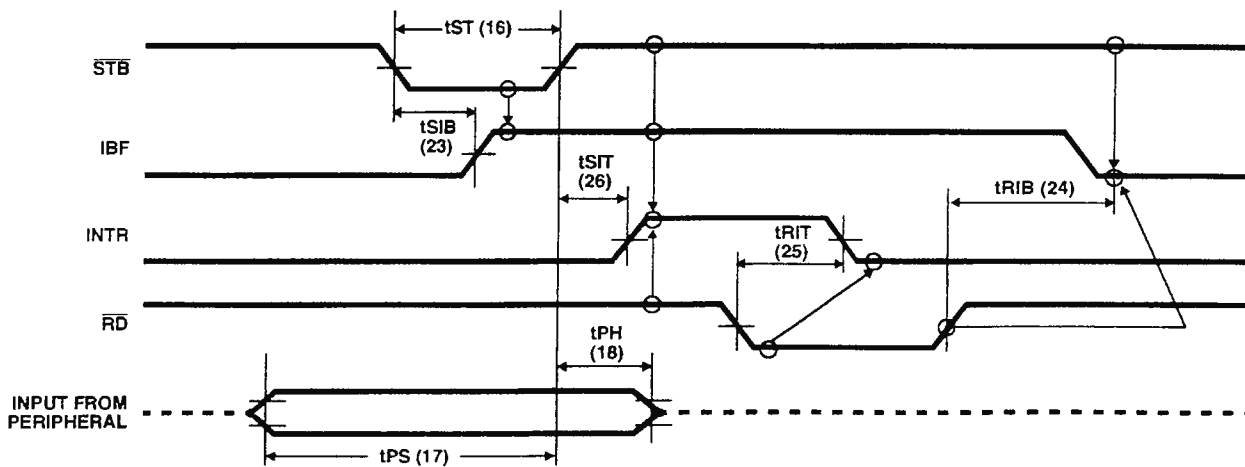


FIGURE 27. MODE 1 (STROBED INPUT)

## Timing Waveforms (Continued)

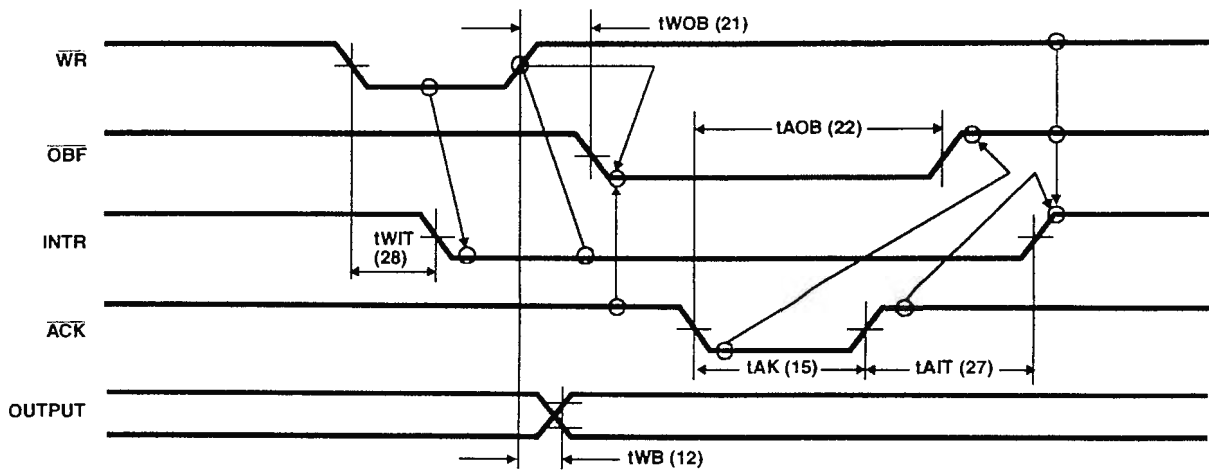


FIGURE 28. MODE 1 (STROBED OUTPUT)

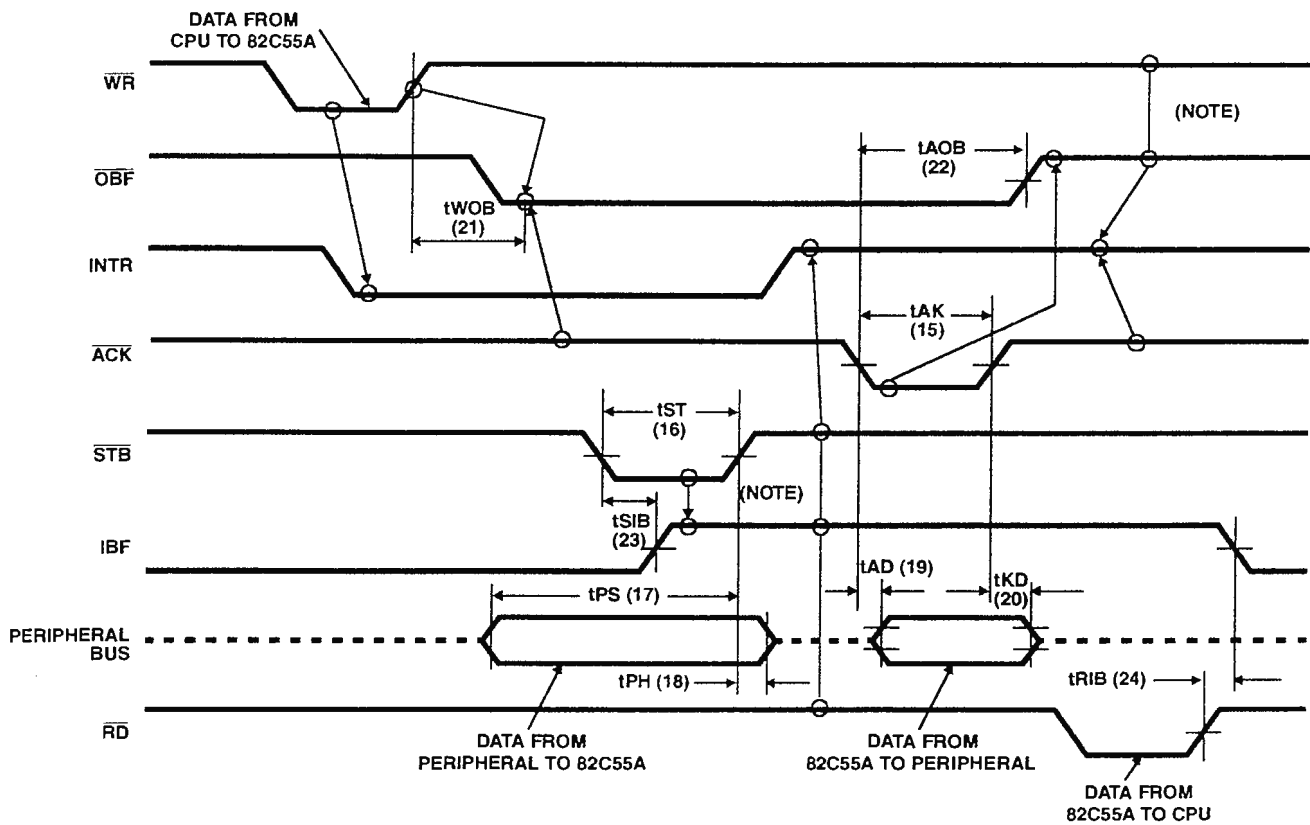


FIGURE 29. MODE 2 (BI-DIRECTIONAL)

NOTE: Any sequence where  $\overline{WR}$  occurs before  $\overline{ACK}$  and  $\overline{STB}$  occurs before  $\overline{RD}$  is permissible. ( $\text{INTR} = \text{IBF} \cdot \overline{\text{MASK}} \cdot \overline{\text{STB}} \cdot \overline{\text{RD}} \cdot \overline{\text{OBF}} \cdot \overline{\text{MASK}} \cdot \overline{\text{ACK}} \cdot \overline{\text{WR}}$ )

Timing Waveforms (Continued)

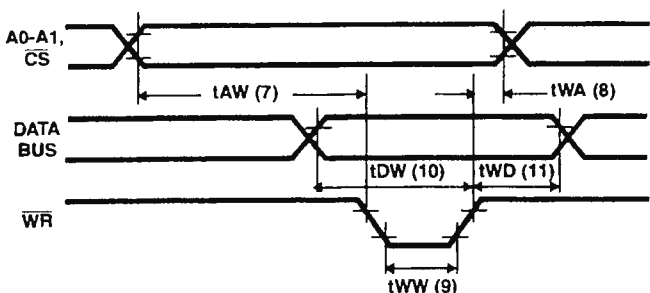


FIGURE 30. WRITE TIMING

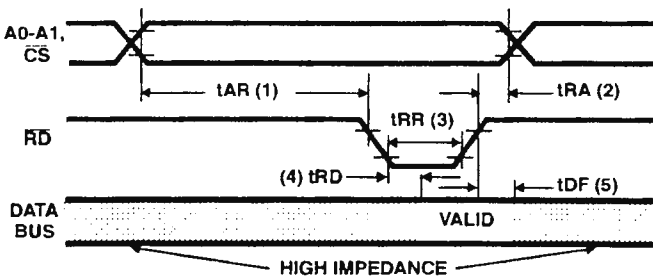
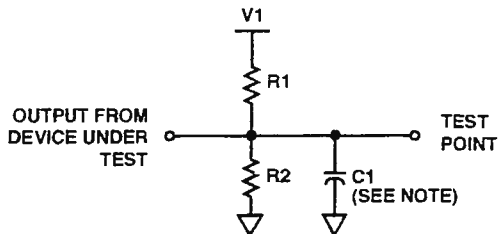


FIGURE 31. READ TIMING

AC Test Circuit



NOTE: Includes STRAY and JIG Capacitance

AC Testing Input, Output Waveforms



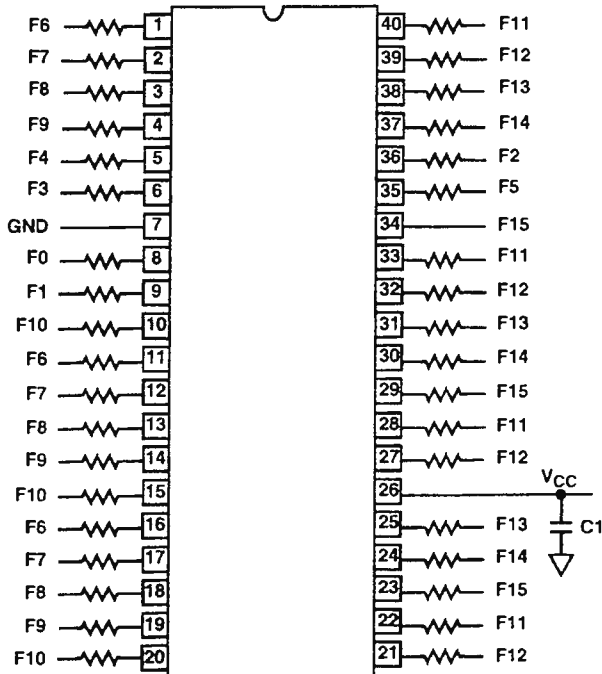
AC Testing: All AC Parameters tested as per test circuits. Input RISE and FALL times are driven at 1ns/V.

TEST CONDITION DEFINITION TABLE

TEST CONDITION	V1	R1	R2	C1
1	1.7V	523Ω	Open	150pF
2	V <sub>CC</sub>	2kΩ	1.7kΩ	50pF
3	1.5V	750Ω	Open	50pF

Burn-In Circuits

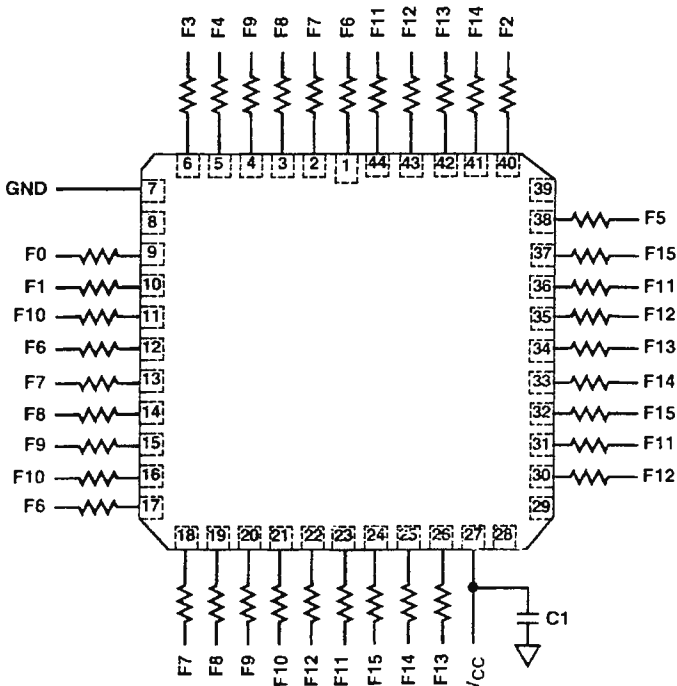
MD82C55A CERDIP



NOTES:

1. V<sub>CC</sub> = 5.5V ± 0.5V
2. V<sub>IH</sub> = 4.5V ± 10%
3. V<sub>IL</sub> = -0.2V to 0.4V
4. GND = 0V

MR82C55A CLCC



NOTES:

1. C1 = 0.01μF minimum
2. All resistors are 47kΩ ± 5%
3. f0 = 100kHz ± 10%
4. f1 = f0 + 2; f2 = f1 + 2; ...; f15 = f14 + 2

# Die Characteristics

## DIE DIMENSIONS:

95 x 100 x 19 ± 1 mils

## METALLIZATION:

Type: Silicon - Aluminum  
Thickness: 11kÅ ± 1kÅ

## GLASSIVATION:

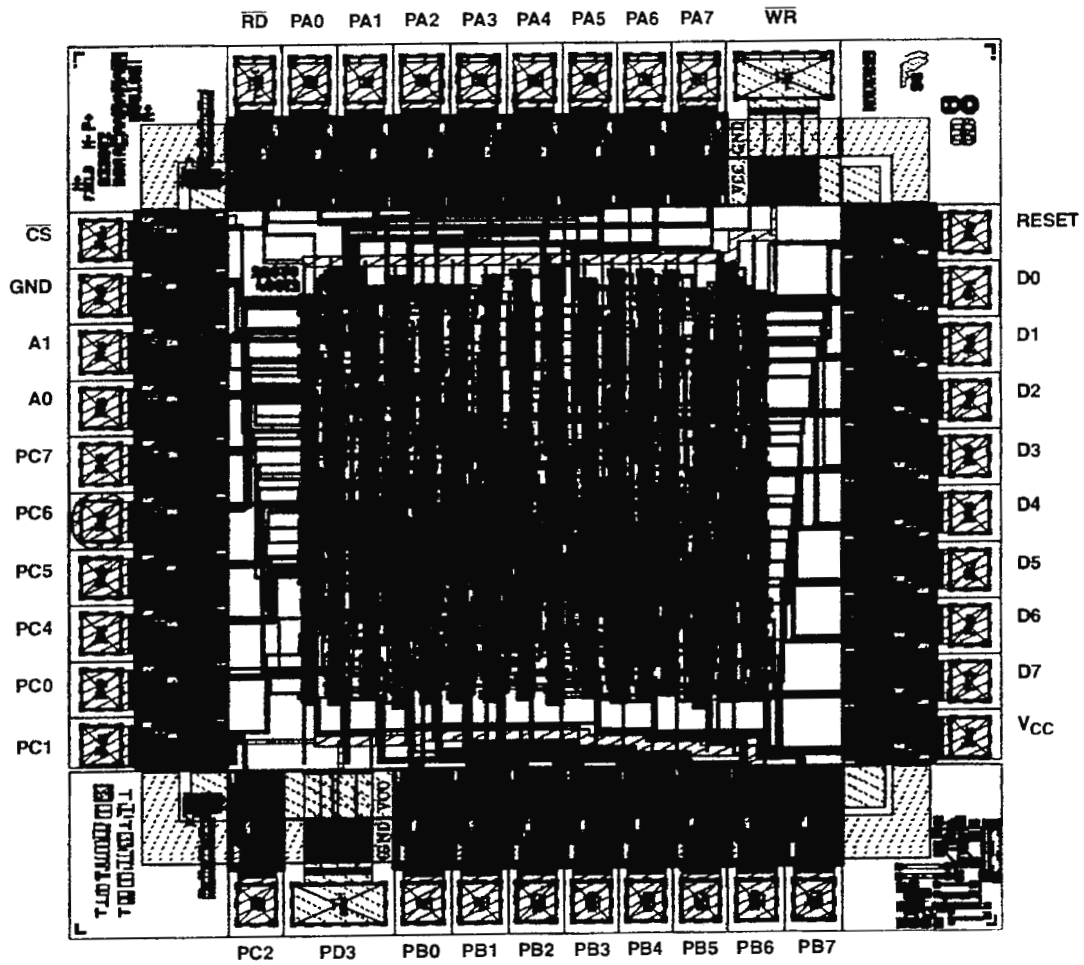
Type: SiO<sub>2</sub>  
Thickness: 8kÅ ± 1kÅ

## WORST CASE CURRENT DENSITY:

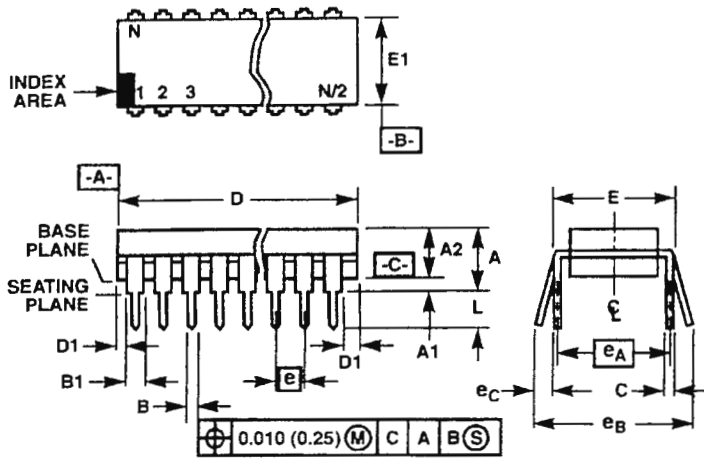
0.78 x 10<sup>5</sup> A/cm<sup>2</sup>

# Metallization Mask Layout

82C55A



# Dual-In-Line Plastic Packages (PDIP)



**NOTES:**

1. Controlling Dimensions: INCH. In case of conflict between English and Metric dimensions, the inch dimensions control.
2. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
3. Symbols are defined in the "MO Series Symbol List" in Section 2.2 of Publication No. 95.
4. Dimensions A, A1 and L are measured with the package seated in JEDEC seating plane gauge GS-3.
5. D, D1, and E1 dimensions do not include mold flash or protrusions. Mold flash or protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
6. E and e<sub>A</sub> are measured with the leads constrained to be perpendicular to datum -C-.
7. e<sub>B</sub> and e<sub>C</sub> are measured at the lead tips with the leads unconstrained. e<sub>C</sub> must be zero or greater.
8. B1 maximum dimensions do not include dambar protrusions. Dambar protrusions shall not exceed 0.010 inch (0.25mm).
9. N is the maximum number of terminal positions.
10. Corner leads (1, N, N/2 and N/2 + 1) for E8.3, E16.3, E18.3, E28.3, E42.6 will have a B1 dimension of 0.030 - 0.045 inch (0.76 - 1.14mm).

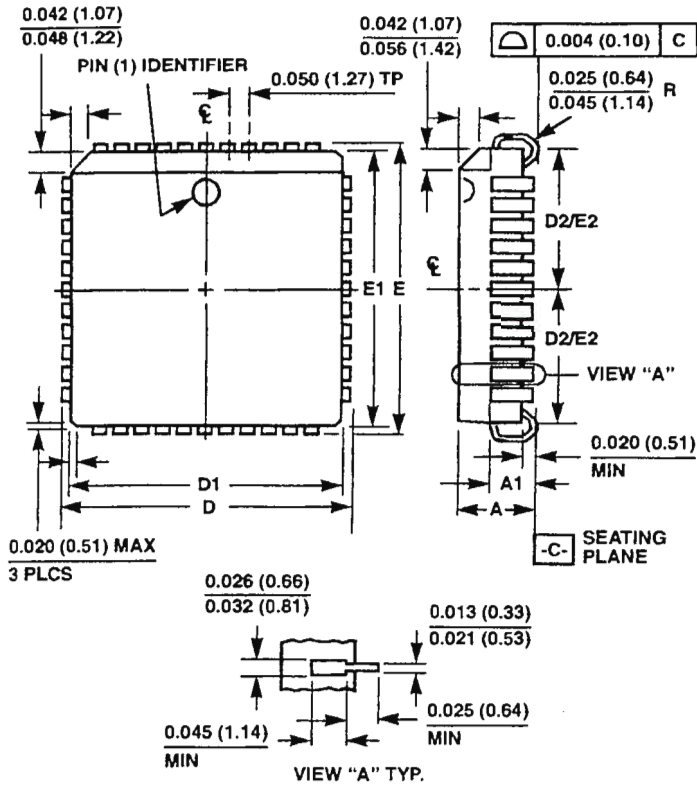
**E40.6 (JEDEC MS-011-AC ISSUE B)**  
**40 LEAD DUAL-IN-LINE PLASTIC PACKAGE**

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	-	0.250	-	6.35	4
A1	0.015	-	0.39	-	4
A2	0.125	0.195	3.18	4.95	-
B	0.014	0.022	0.356	0.558	-
B1	0.030	0.070	0.77	1.77	8
C	0.008	0.015	0.204	0.381	-
D	1.980	2.095	50.3	53.2	5
D1	0.005	-	0.13	-	5
E	0.600	0.625	15.24	15.87	6
E1	0.485	0.580	12.32	14.73	5
e	0.100 BSC		2.54 BSC		-
e <sub>A</sub>	0.600 BSC		15.24 BSC		6
e <sub>B</sub>	-	0.700	-	17.78	7
L	0.115	0.200	2.93	5.08	4
N	40		40		9

Rev. 0 12/93

# Plastic Leaded Chip Carrier Packages (PLCC)

## N44.65 (JEDEC MS-018AC ISSUE A) 44 LEAD PLASTIC LEADED CHIP CARRIER PACKAGE



SYM-BOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	0.165	0.180	4.20	4.57	-
A1	0.090	0.120	2.29	3.04	-
D	0.685	0.695	17.40	17.65	-
D1	0.650	0.656	16.51	16.66	3
D2	0.291	0.319	7.40	8.10	4, 5
E	0.685	0.695	17.40	17.65	-
E1	0.650	0.656	16.51	16.66	3
E2	0.291	0.319	7.40	8.10	4, 5
N	44		44		6

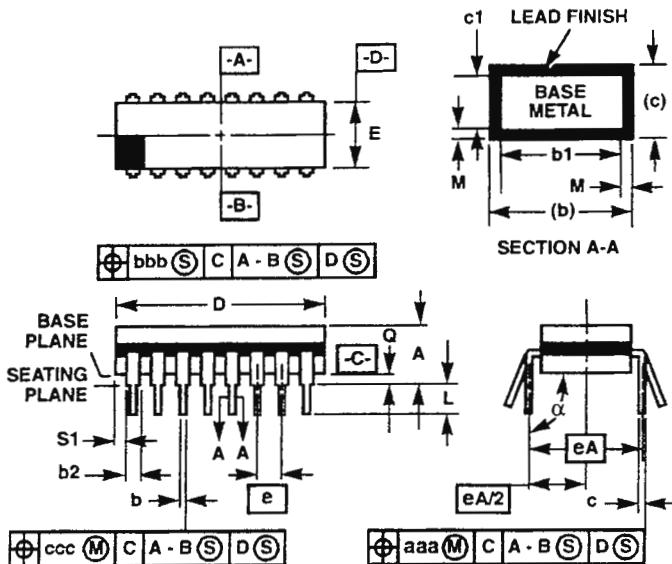
Rev. 2 11/97

**NOTES:**

1. Controlling dimension: INCH. Converted millimeter dimensions are not necessarily exact.
2. Dimensions and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
3. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusions. Allowable mold protrusion is 0.010 inch (0.25mm) per side. Dimensions D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the body parting line.
4. To be measured at seating plane -C- contact point.
5. Centerline to be determined where center leads exit plastic body.
6. "N" is the number of terminal positions.

# Ceramic Dual-In-Line Frit Seal Packages (CERDIP)

## F40.6 MIL-STD-1835 GDIP1-T40 (D-5, CONFIGURATION A) 40 LEAD CERAMIC DUAL-IN-LINE FRIT SEAL PACKAGE



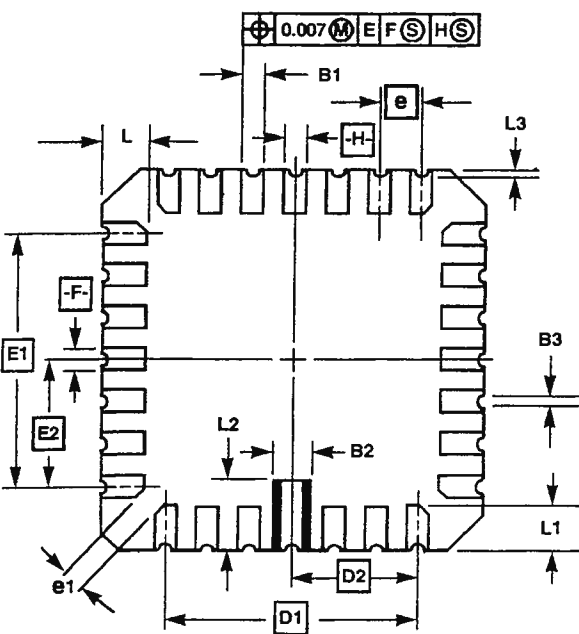
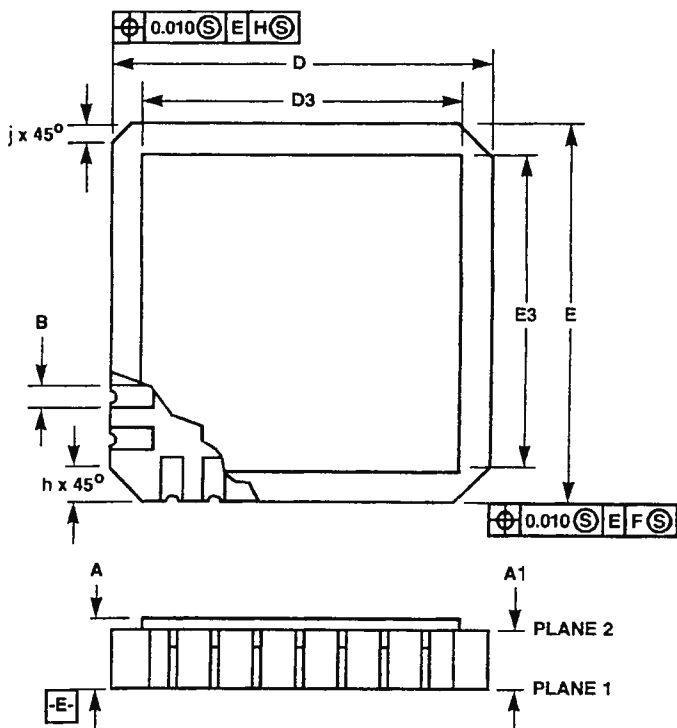
### NOTES:

1. Index area: A notch or a pin one identification mark shall be located adjacent to pin one and shall be located within the shaded area shown. The manufacturer's identification shall not be used as a pin one identification mark.
2. The maximum limits of lead dimensions b and c or M shall be measured at the centroid of the finished lead surfaces, when solder dip or tin plate lead finish is applied.
3. Dimensions b1 and c1 apply to lead base metal only. Dimension M applies to lead plating and finish thickness.
4. Corner leads (1, N, N/2, and N/2+1) may be configured with a partial lead paddle. For this configuration dimension b3 replaces dimension b2.
5. This dimension allows for off-center lid, meniscus, and glass overrun.
6. Dimension Q shall be measured from the seating plane to the base plane.
7. Measure dimension S1 at all four corners.
8. N is the maximum number of terminal positions.
9. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M - 1982.
10. Controlling dimension: INCH.

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	-	0.225	-	5.72	-
b	0.014	0.026	0.36	0.66	2
b1	0.014	0.023	0.36	0.58	3
b2	0.045	0.065	1.14	1.65	-
b3	0.023	0.045	0.58	1.14	4
c	0.008	0.018	0.20	0.46	2
c1	0.008	0.015	0.20	0.38	3
D	-	2.096	-	53.24	5
E	0.510	0.620	12.95	15.75	5
e	0.100 BSC		2.54 BSC		-
eA	0.600 BSC		15.24 BSC		-
eA/2	0.300 BSC		7.62 BSC		-
L	0.125	0.200	3.18	5.08	-
Q	0.015	0.070	0.38	1.78	6
S1	0.005	-	0.13	-	7
$\alpha$	90°	105°	90°	105°	-
aaa	-	0.015	-	0.38	-
bbb	-	0.030	-	0.76	-
ccc	-	0.010	-	0.25	-
M	-	0.0015	-	0.038	2, 3
N	40		40		8

Rev. 0 4/94

## Ceramic Leadless Chip Carrier Packages (CLCC)



**J44.A MIL-STD-1835 CQCC1-N44 (C-5)**  
**44 PAD CERAMIC LEADLESS CHIP CARRIER PACKAGE**

SYMBOL	INCHES		MILLIMETERS		NOTES
	MIN	MAX	MIN	MAX	
A	0.064	0.120	1.63	3.05	6, 7
A1	0.054	0.088	1.37	2.24	-
B	0.033	0.039	0.84	0.99	4
B1	0.022	0.028	0.56	0.71	2, 4
B2	0.072 REF		1.83 REF		-
B3	0.006	0.022	0.15	0.56	-
D	0.640	0.662	16.26	16.81	-
D1	0.500 BSC		12.70 BSC		-
D2	0.250 BSC		6.35 BSC		-
D3	-	0.662	-	16.81	2
E	0.640	0.662	16.26	16.81	-
E1	0.500 BSC		12.70 BSC		-
E2	0.250 BSC		6.35 BSC		-
E3	-	0.662	-	16.81	2
e	0.050 BSC		1.27 BSC		-
e1	0.015	-	0.38	-	2
h	0.040 REF		1.02 REF		5
j	0.020 REF		0.51 REF		5
L	0.045	0.055	1.14	1.40	-
L1	0.045	0.055	1.14	1.40	-
L2	0.075	0.095	1.90	2.41	-
L3	0.003	0.015	0.08	0.38	-
ND	11		11		3
NE	11		11		3
N	44		44		3

Rev. 0 5/18/94

## NOTES:

1. Metallized castellations shall be connected to plane 1 terminals and extend toward plane 2 across at least two layers of ceramic or completely across all of the ceramic layers to make electrical connection with the optional plane 2 terminals.
2. Unless otherwise specified, a minimum clearance of 0.015 inch (0.38mm) shall be maintained between all metallized features (e.g., lid, castellations, terminals, thermal pads, etc.)
3. Symbol "N" is the maximum number of terminals. Symbols "ND" and "NE" are the number of terminals along the sides of length "D" and "E", respectively.
4. The required plane 1 terminals and optional plane 2 terminals (if used) shall be electrically connected.
5. The corner shape (square, notch, radius, etc.) may vary at the manufacturer's option, from that shown on the drawing.
6. Chip carriers shall be constructed of a minimum of two ceramic layers.
7. Dimension "A" controls the overall package thickness. The maximum "A" dimension is package height before being solder dipped.
8. Dimensioning and tolerancing per ANSI Y14.5M-1982.
9. Controlling dimension: INCH.

# **Programa Principal.**

```

Public i, t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8, pout, n, ciclos, fila1, fila2,
fila3, alto, fila4, fila5, fila6, fila7, fila8, bandera1, bandera2,
bandera3, bandera4, bandera5, bandera6, bandera7, bandera8,
piston, p, valor As Integer
Public nombre_piston, nombre As String
Public bandera As Integer
Public inicio1, inicio2, inicio3, inicio4, inicio5, inicio6,
inicio7, inicio8, timer As Integer

```

Option Explicit

```

'Declare use of the DLL
Private Declare Function Out8255 Lib "8255.dll" (ByVal
Port.Address As Long, ByVal PortData As Long) As Long
Private Declare Function In8255 Lib "8255.dll" (ByVal
Port.Address As Long) As Long
'Declare variables
Dim Base.Address As Long: '8255 Base Address
Dim Dummy As Long: 'Dummy variable used with DLL
Dim Port.A As Long:
Dim Port As Long:
Dim PortB As Long: '8255 Port B address
Dim PortC As Long: '8255 Port C address
Dim Cntrl As Long: '8255 Control Address
Dim Mensaje As String

```

```

Sub Form_Load()
Base.Address = 65532
Port.A = Base.Address
PortB = Base.Address - 1
PortC = Base.Address - 2
Cntrl = Base.Address - 3
Dummy = Out8255(Cntrl, 139)
Dummy = Out8255(Port.A, 0)

```

```

t1 = 0
t2 = 0
t3 = 0
t4 = 0
t5 = 0
t6 = 0
t7 = 0
t8 = 0

```

```

bandera1 = 0
bandera2 = 0
bandera3 = 0
bandera4 = 0
bandera5 = 0
bandera6 = 0
bandera7 = 0
bandera8 = 0

```

```

For n = 0 To 7
banderas(n) = 1
piston(n) = 0
tiempos(n) = 0
tiemposd(n) = 0
Next n

```

```

timer = Second(Time) - (Minute(Time) * 60)

```

```

fila1 = 63
fila2 = 55
fila3 = 47
fila4 = 39
fila5 = 31
fila6 = 23
fila7 = 15
fila8 = 7

```

```

n = 0
Timer1_Timer
End Sub

```

```

Private Sub secuencia()
timer = Second(Time) - (Minute(Time) * 60)

```

```

p = 0
n = 0
Dim Mensaje As String
fla1
fla2
fla3
fla4
fla5
fla6
fla7
fla8

```

salida

```

For i = 1 To 1500000
Next i

```

```

entrada1
entrada2
entrada3
entrada4
entrada5
entrada6
entrada7
entrada8

```

End Sub

'se convierte el nombre del piston en la posicion de fila X, columna x en un valor de salida al puerto A

```

Function conversion(nombre_piston)
If nombre_piston = "Uno" Then
piston = 1
ElseIf nombre_piston = "Dos" Then
piston = 2
ElseIf nombre_piston = "Tres" Then
piston = 4
ElseIf nombre_piston = "Cuatro" Then
piston = 8
ElseIf nombre_piston = "Cinco" Then
piston = 16
ElseIf nombre_piston = "Seis" Then
piston = 32
ElseIf nombre_piston = "Siete" Then
piston = 64
ElseIf nombre_piston = "Ocho" Then
piston = 128
End If
End Function

```

```

Function fla1()
'identificar los pistones disponibles en la fila1

```

```

If tipo_tiempo(fila1) = 0 Then
tiempos(0) = 1
tiemposd(0) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila1) = 1 And banderas(0) = 1 Then
tiempos(0) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila1) = 2 And banderas(0) = 1 Then
tiemposd(0) = 0
tiempos(0) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila1).Tag = "" Then
banderas(0) = 0
fila1 = 63
banderas(0) = 1
pistn(0) = 0
bandera1 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila1) = 0 Then
    tiempos(0) = 1
    tiemposd(0) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila1) = 1 Then
    tiempos(0) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila1) = 2 Then
    tiemposd(0) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila1).Tag = "" .And banderas(0) = 1 .And
tiempos(0) = 1 .And (Not tiemposd(0) = 1)) Then
nombre_piston = Form2.Image2(fila1).Tag
Form2.Image2(fila1).BorderStyle = 1
conversion (nombre_piston)
pistn(0) = piston
banderas(0) = 0
tiempos(0) = 0
End If
End Function

```

```
Function fla2()
```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila2
```

```

If tipo_tiempo(fila2) = 0 Then
tiempos(1) = 1
tiemposd(1) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila2) = 1 .And banderas(1) = 1 Then
tiempos(1) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila2) = 2 .And banderas(1) = 1 Then
tiemposd(1) = 0
tiempos(1) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila2).Tag = "" Then
banderas(1) = 0
fila2 = 55
banderas(1) = 1
pistn(1) = 0
bandera2 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila2) = 0 Then
    tiempos(1) = 1
    tiemposd(1) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila2) = 1 Then
    tiempos(1) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila2) = 2 Then
    tiemposd(1) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila2).Tag = "" .And banderas(1) = 1 .And
tiempos(1) = 1 .And (Not tiemposd(1) = 1)) Then
nombre_piston = Form2.Image2(fila2).Tag
Form2.Image2(fila2).BorderStyle = 1
conversion (nombre_piston)
pistn(1) = piston
banderas(1) = 0
tiempos(1) = 0
End If

```

```
End Function
Function fla3()
```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila3
```

```

If tipo_tiempo(fila3) = 0 Then
tiempos(2) = 1
tiemposd(2) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila3) = 1 .And banderas(2) = 1 Then
tiempos(2) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila3) = 2 .And banderas(2) = 1 Then
tiemposd(2) = 0
tiempos(2) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila3).Tag = "" Then
banderas(2) = 0
fila3 = 47
banderas(2) = 1
pistn(2) = 0
bandera3 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila3) = 0 Then
    tiempos(2) = 1
    tiemposd(2) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila3) = 1 Then
    tiempos(2) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila3) = 2 Then
    tiemposd(2) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila3).Tag = "" .And banderas(2) = 1 .And
tiempos(2) = 1 .And (Not tiemposd(2) = 1)) Then
nombre_piston = Form2.Image2(fila3).Tag
Form2.Image2(fila3).BorderStyle = 1
conversion (nombre_piston)
pistn(2) = piston
banderas(2) = 0
tiempos(2) = 0
End If

```

```
End Function
Function fla4()
```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila4
```

```

If tipo_tiempo(fila4) = 0 Then
tiempos(3) = 1
tiemposd(3) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila4) = 1 .And banderas(3) = 1 Then
tiempos(3) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila4) = 2 .And banderas(3) = 1 Then
tiemposd(3) = 0
tiempos(3) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila4).Tag = "" Then
banderas(3) = 0
fila4 = 39
banderas(3) = 1
pistn(3) = 0
bandera4 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila4) = 0 Then
    tiempos(3) = 1
    tiemposd(3) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila4) = 1 Then
    tiempos(3) = 0

```

```

ElseIf tipo_tiempo(fila4) = 2 Then
    tiemposd(3) = 0
End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila4).Tag <> "" And banderas(3) = 1 And
tiempos(3) = 1 And (Not tiemposd(3) = 1)) Then
    nombre_piston = Form2.Image2(fila4).Tag
    Form2.Image2(fila4).BorderStyle = 1
    conversion (nombre_piston)
    pistn(3) = piston
    banderas(3) = 0
    tiempos(3) = 0
End If
End Function
Function fla5()

```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila5
```

```

If tipo_tiempo(fila5) = 0 Then
    tiempos(4) = 1
    tiemposd(4) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila5) = 1 And banderas(4) = 1 Then
    tiempos(4) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila5) = 2 And banderas(4) = 1 Then
    tiemposd(4) = 0
    tiempos(4) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila5).Tag = "" Then
    banderas(4) = 0
    fila5 = 31
    banderas(4) = 1
    pistn(4) = 0
    bandera5 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila5) = 0 Then
        tiempos(4) = 1
        tiemposd(4) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila5) = 1 Then
        tiempos(4) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila5) = 2 Then
        tiemposd(4) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila5).Tag <> "" And banderas(4) = 1 And
tiempos(4) = 1 And (Not tiemposd(4) = 1)) Then
    nombre_piston = Form2.Image2(fila5).Tag
    Form2.Image2(fila5).BorderStyle = 1
    conversion (nombre_piston)
    pistn(4) = piston
    banderas(4) = 0
    tiempos(4) = 0
End If
End Function
Function fla6()

```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila6
```

```

If tipo_tiempo(fila6) = 0 Then
    tiempos(5) = 1
    tiemposd(5) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila6) = 1 And banderas(5) = 1 Then
    tiempos(5) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila6) = 2 And banderas(5) = 1 Then
    tiemposd(5) = 0
    tiempos(5) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila6).Tag = "" Then
    banderas(5) = 0
    fila6 = 23
    banderas(5) = 1
    pistn(5) = 0
    bandera6 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila6) = 0 Then
        tiempos(5) = 1
        tiemposd(5) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila6) = 1 Then
        tiempos(5) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila6) = 2 Then
        tiemposd(5) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila6).Tag <> "" And banderas(5) = 1 And
tiempos(5) = 1 And (Not tiemposd(5) = 1)) Then
    nombre_piston = Form2.Image2(fila6).Tag
    Form2.Image2(fila6).BorderStyle = 1
    conversion (nombre_piston)
    pistn(5) = piston
    banderas(5) = 0
    tiempos(5) = 0
End If

```

```
End Function
Function fla7()

```

```
'identificar los pistones disponibles en la fila7
```

```

If tipo_tiempo(fila7) = 0 Then
    tiempos(6) = 1
    tiemposd(6) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila7) = 1 And banderas(6) = 1 Then
    tiempos(6) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila7) = 2 And banderas(6) = 1 Then
    tiemposd(6) = 0
    tiempos(6) = 1
End If

```

```

If Form2.Image2(fila7).Tag = "" Then
    banderas(6) = 0
    fila7 = 15
    banderas(6) = 1
    pistn(6) = 0
    bandera7 = 0

```

```

    If tipo_tiempo(fila7) = 0 Then
        tiempos(6) = 1
        tiemposd(6) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila7) = 1 Then
        tiempos(6) = 0
    ElseIf tipo_tiempo(fila7) = 2 Then
        tiemposd(6) = 0
    End If

```

```
End If
```

```

If (Form2.Image2(fila7).Tag <> "" And banderas(6) = 1 And
tiempos(6) = 1 And (Not tiemposd(6) = 1)) Then
    nombre_piston = Form2.Image2(fila7).Tag
    Form2.Image2(fila7).BorderStyle = 1
    conversion (nombre_piston)
    pistn(6) = piston
    banderas(6) = 0
    tiempos(6) = 0
End If

```

```

End Function
Function fla8()

'identificar los pistones disponibles en la fila8
If tipo_tiempo(fila8) = 0 Then
tiempos(7) = 1
tiemposd(7) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila8) = 1 And banderas(7) = 1 Then
tiempos(7) = 0
ElseIf tipo_tiempo(fila8) = 2 And banderas(7) = 1 Then
tiemposd(7) = 0
tiempos(7) = 1
End If

If Form2.Image2(fila8).Tag = "" Then
banderas(7) = 0
fila8 = 7
banderas(7) = 1
pistn(7) = 0
bandera8 = 0

    If tipo_tiempo(fila8) = 0 Then
        tiempos(7) = 1
        tiemposd(7) = 0
        ElseIf tipo_tiempo(fila8) = 1 Then
            tiempos(7) = 0
        ElseIf tipo_tiempo(fila8) = 2 Then
            tiemposd(7) = 0
        End If
End If

End If

If (Form2.Image2(fila8).Tag <> "" And banderas(7) = 1 And
tiempos(7) = 1 And (Not tiemposd(7) = 1)) Then
nombre_piston = Form2.Image2(fila8).Tag
Form2.Image2(fila8).BorderStyle = 1
conversion (nombre_piston)
pistn(7) = piston
banderas(7) = 0
tiempos(7) = 0
End If

End Function
Sub salida()
'valor de salida como resultado de la evaluacion de las entradas
pout = (pistn(0) Or pistn(1) Or pistn(2) Or pistn(3) Or pistn(4)
Or pistn(5) Or pistn(6) Or pistn(7))
Dummy = Out8255(Port.A, pout)
End Sub

Function entrada1()
'conexion
If tipo_tiempo(fila1) = 1 Then
conexion1
End If

If Form2.Image2(fila1).Tag = "" Then
nombre = Form2.Image2(fila1).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera1 = 1
        ' temporizacion a la desconexion
        If (tipo_tiempo(fila1) = 2) Then
            desconexion1
        Else
            pistn(0) = 0
        End If
    End If

    If bandera1 = 2 Then
        banderas(1) = 1
    End If
End If

If banderas(1) = 1 Then
Form2.Image2(fila2).BorderStyle = 0
fila2 = fila2 - 1
End If

    salida
End If

End If

Dummy = In8255(Port)
p = Dummy And valor
If p = valor And bandera1 = 1 Then
' PISTON DENTRO
bandera1 = 2
End If

End If

If bandera1 = 2 Then
banderas(0) = 1
End If
End If

If banderas(0) = 1 Then
Form2.Image2(fila1).BorderStyle = 0
fila1 = fila1 - 1
End If

If fila1 = 55 Then
fila1 = 63
End If

End Function
Function entrada2()

If tipo_tiempo(fila2) = 1 Then
conexion2
End If

If Form2.Image2(fila2).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila2).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera2 = 1
        If (tipo_tiempo(fila2) = 2) Then
            desconexion2
        Else
            pistn(1) = 0
            salida
        End If
    End If
End If

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy And valor
    If p = valor And bandera2 = 1 Then
        ' PISTON DENTRO
        bandera2 = 2
    End If

    End If

If bandera2 = 2 Then
banderas(1) = 1
End If

End If

If banderas(1) = 1 Then
Form2.Image2(fila2).BorderStyle = 0
fila2 = fila2 - 1
End If

```

```

If fila2 = 48 Then
fila2 = 55
End If

End Function
Function entrada3()

If tipo_tiempo(fila3) = 1 Then
conexion3
End If

If Form2.Image2(fila3).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila3).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy .And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera3 = 1
        If (tipo_tiempo(fila3) = 2) Then
desconexion3
        Else
            pistn(2) = 0
            salida
        End If
    End If
End If
    Dummy = In8255(Port)

    p = Dummy .And valor
    If p = valor .And bandera3 = 1 Then
        ' PISTON DENTRO
        bandera3 = 2

    End If

    If bandera3 = 2 Then
banderas(2) = 1
    End If
End If

If banderas(2) = 1 Then
Form2.Image2(fila3).BorderStyle = 0
fila3 = fila3 - 1
End If

If fila3 < 40 Then
fila3 = 47
End If

End Function
Function entrada4()

If tipo_tiempo(fila4) = 1 Then
conexion4
End If

If Form2.Image2(fila4).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila4).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy .And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera4 = 1

```

```

If (tipo_tiempo(fila4) = 2) Then
desconexion4
Else
    pistn(3) = 0
    salida
End If
End If

Dummy = In8255(Port)

p = Dummy .And valor
If p = valor .And bandera4 = 1 Then
    ' PISTON DENTRO
    bandera4 = 2

End If

If bandera4 = 2 Then
banderas(3) = 1
End If

If banderas(3) = 1 Then
Form2.Image2(fila4).BorderStyle = 0
fila4 = fila4 - 1
End If

If fila4 = 32 Then
fila4 = 39
End If

End Function
Function entrada5()

If tipo_tiempo(fila5) = 1 Then
conexion5
End If

If Form2.Image2(fila5).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila5).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy .And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera5 = 1

    If (tipo_tiempo(fila5) = 2) Then
desconexion5
    Else
        pistn(4) = 0
        salida
    End If
End If

    Dummy = In8255(Port)

    p = Dummy .And valor
    If p = valor .And bandera5 = 1 Then
        ' PISTON DENTRO
        bandera5 = 2

    End If

    If bandera5 = 2 Then
banderas(4) = 1
    End If

```

```

End If

If banderas(4) = 1 Then
Form2.Image2(fila5).BorderStyle = 0
fila5 = fila5 - 1
End If

If fila5 = 24 Then
fila5 = 31
End If

End Function
Function entrada6()

If tipo_tiempo(fila6) = 1 Then
conexion6
End If

If Form2.Image2(fila6).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila6).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy .And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera6 = 1

        If (tipo_tiempo(fila6) = 2) Then
desconexion6
        Else
            pistn(5) = 0
            salida
        End If
    End If

    Dummy = In8255(Port)

    p = Dummy .And valor
    If p = valor .And bandera6 = 1 Then
        ' PISTON DENTRO
        bandera6 = 2

    End If

    If bandera6 = 2 Then
banderas(5) = 1
    End If
End If

If banderas(5) = 1 Then
Form2.Image2(fila6).BorderStyle = 0
fila6 = fila6 - 1
End If

If fila6 = 16 Then
fila6 = 23
End If

End Function
Function entrada7()

If tipo_tiempo(fila7) = 1 Then
conexion7
End If

If Form2.Image2(fila7).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila7).Tag

```

```

revision (nombre)

Dummy = In8255(Port)
p = Dummy .And (valor * 2)
If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
    ' PISTON FUERA
    bandera7 = 1
    If (tipo_tiempo(fila7) = 2) Then
desconexion7
    Else
        pistn(6) = 0
        salida
    End If
End If

Dummy = In8255(Port)

p = Dummy .And valor
If p = valor .And bandera7 = 1 Then
    ' PISTON DENTRO
    bandera7 = 2

End If

If bandera7 = 2 Then
banderas(6) = 1
End If

End If

If banderas(6) = 1 Then
Form2.Image2(fila6).BorderStyle = 0
fila7 = fila7 - 1
End If

If fila7 < 8 Then
fila7 = 15
End If

End Function
Function entrada8()

If tipo_tiempo(fila8) = 1 Then
conexion8
End If

If Form2.Image2(fila8).Tag <> "" Then
nombre = Form2.Image2(fila8).Tag
revision (nombre)

    Dummy = In8255(Port)
    p = Dummy .And (valor * 2)
    If p = (valor * 2) .And (valor * 2) Then
        ' PISTON FUERA
        bandera8 = 1
        If (tipo_tiempo(fila8) = 2) Then
desconexion8
        Else
            pistn(7) = 0
            salida
        End If
    End If

    Dummy = In8255(Port)

    p = Dummy .And valor
    If p = valor .And bandera8 = 1 Then
        ' PISTON DENTRO
        bandera8 = 2
    End If
End If

```

```

        End If

        If bandera8 = 2 Then
            banderas(7) = 1
        End If
    End If

    If banderas(7) = 1 Then
        Form2.Image2(fila8).BorderStyle = 0
        fila8 = fila8 - 1
    End If

    If fila8 = 0 Then
        fila8 = 7
    End If

    End Function
    Function revision(nombre)
    If nombre = "Uno" Then
        valor = 1
        Port = 65533
    ElseIf nombre = "Dos" Then
        valor = 4
        Port = 65533
    ElseIf nombre = "Tres" Then
        valor = 16
        Port = 65533
    ElseIf nombre = "Cuatro" Then
        valor = 64
        Port = 65533
    ElseIf nombre = "Cinco" Then
        valor = 1
        Port = 65534
    ElseIf nombre = "Seis" Then
        valor = 4
        Port = 65534
    ElseIf nombre = "Siete" Then
        valor = 16
        Port = 65534
    ElseIf nombre = "Ocho" Then
        valor = 64
        Port = 65534
    End If

    End Function
    Function conexion1()

    If ((tiempos(0) = 0) And (t1 = 0) And (tipo_tiempo(fila1) = 1)
    .And (banderas(0) = 1)) Then
        inicio1 = timer
        t1 = 1
        banderas(0) = 0
        bandera1 = 0
    End If

    ' temporizacion a la conexion

    If (tipo_tiempo(fila1) = 1 .And ((timer - inicio1) >
    tiempo(fila1))) Then
        inicio1 = timer
        tiempos(0) = 1
        nombre_piston = Form2.Image2(fila1).Tag
        conversion (nombre_piston)
        Form2.Image2(fila1).BorderStyle = 1
        pistn(0) = piston
        salida
        For n = 1 To 1500000
        Next n
        t1 = 0
    End If

```

```

    End If

    End Function
    Function conexion2()

    If ((tiempos(1) = 0) .And (t2 = 0) .And (tipo_tiempo(fila2) = 1)
    .And (banderas(1) = 1)) Then
        inicio2 = timer
        t2 = 1
        banderas(1) = 0
        bandera2 = 0
    End If

    ' temporizacion a la conexion

    If (tipo_tiempo(fila2) = 1 .And (timer - inicio2) >
    (tiempo(fila2))) Then
        inicio2 = timer
        tiempos(1) = 1
        nombre_piston = Form2.Image2(fila2).Tag
        conversion (nombre_piston)
        Form2.Image2(fila2).BorderStyle = 1
        pistn(1) = piston
        salida
        For n = 1 To 1500000
        Next n
        t2 = 0
    End If

    End Function
    Function conexion3()

    If ((tiempos(2) = 0) .And (t3 = 0) .And (tipo_tiempo(fila3) = 1)
    .And (banderas(2) = 1)) Then
        inicio3 = timer
        t3 = 1
        banderas(2) = 0
        bandera3 = 0
    End If

    ' temporizacion a la conexion

    If (tipo_tiempo(fila3) = 1 .And (timer - inicio3) >
    (tiempo(fila3))) Then
        inicio3 = timer
        tiempos(2) = 1
        nombre_piston = Form2.Image2(fila3).Tag
        Form2.Image2(fila3).BorderStyle = 1
        conversion (nombre_piston)
        pistn(2) = piston
        salida
        For n = 1 To 1500000
        Next n
        t3 = 0
    End If

    End Function
    Function conexion4()

    If ((tiempos(3) = 0) .And (t4 = 0) .And (tipo_tiempo(fila4) = 1)
    .And (banderas(3) = 1)) Then
        inicio4 = timer
        t4 = 1
        banderas(3) = 0
        bandera4 = 0
    End If

    ' temporizacion a la conexion

```

```

If (tipo_tiempo(fila4) = 1 And (timer - inicio4)
(tiempo(fila4))) Then
inicio4 = timer
tiempos(3) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila4).Tag
Form2.Image2(fila4).BorderStyle = 1
conversion (nombre_piston)
piston(3) = piston
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t4 = 0
End If

End Function
Function conexion5()

If ((tiempos(4) = 0) And (t5 = 0) And (tipo_tiempo(fila5) = 1)
.And (banderas(4) = 1)) Then
inicio5 = timer
t5 = 1
banderas(4) = 0
bandera5 = 0
End If

'temporizacion a la conexion

If (tipo_tiempo(fila5) = 1 And (timer - inicio5)
(tiempo(fila5))) Then
inicio5 = timer
tiempos(4) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila5).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila5).BorderStyle = 1
piston(4) = piston
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t5 = 0
End If

End Function
Function conexion6()

If ((tiempos(5) = 0) And (t6 = 0) And (tipo_tiempo(fila6) = 1)
.And (banderas(5) = 1)) Then
inicio6 = timer
t6 = 1
banderas(5) = 0
bandera6 = 0
End If

'temporizacion a la conexion

If (tipo_tiempo(fila6) = 1 And (timer - inicio6)
(tiempo(fila6))) Then
inicio6 = timer
tiempos(5) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila6).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila6).BorderStyle = 1
piston(5) = piston
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t6 = 0
End If

End Function
Function conexion7()

If ((tiempos(6) = 0) And (t7 = 0) And (tipo_tiempo(fila7) = 1)
.And (banderas(6) = 1)) Then
inicio7 = timer
t7 = 1
banderas(6) = 0
bandera7 = 0
End If

'temporizacion a la conexion

If (tipo_tiempo(fila7) = 1 And (timer - inicio7)
(tiempo(fila7))) Then
inicio7 = timer
tiempos(6) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila7).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila7).BorderStyle = 1
piston(6) = piston
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t7 = 0
End If

End Function
Function conexion8()

If ((tiempos(7) = 0) And (t8 = 0) And (tipo_tiempo(fila8) = 1)
.And (banderas(7) = 1)) Then
inicio8 = timer
t8 = 1
banderas(7) = 0
bandera8 = 0
End If

'temporizacion a la conexion

If (tipo_tiempo(fila8) = 1 And (timer - inicio8) >
(tiempo(fila8))) Then
inicio8 = timer
tiempos(7) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila8).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila8).BorderStyle = 1
piston(7) = piston
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t8 = 0
End If

End Function

Private Sub Timer1_Timer()
Form2.Visible = True
Form2.Refresh
secuencia
End Sub

Function desconexion1()
If ((tiempos(0) = 0) And (t1 = 0) And (tipo_tiempo(fila1) = 2)
.And (banderas(0) = 0)) Then
inicio1 = timer
t1 = 1
banderas(0) = 0
bandera1 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila1) = 2 .And ((timer - inicio1)
tiempo(fila1))) Then
inicio1 = timer
tiemposd(0) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila1).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila1).BorderStyle = 0
pistn(0) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t1 = 0
End If

End Function

Function desconexion2()
If ((tiemposd(1) = 0) .And (t2 = 0) .And (tipo_tiempo(fila2) = 2)
.And (banderas(1) = 0)) Then
inicio2 = timer
t2 = 1
banderas(1) = 0
bandera2 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila2) = 2 .And ((timer - inicio2)
tiempo(fila2))) Then
inicio2 = timer
tiemposd(1) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila2).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila2).BorderStyle = 0
pistn(1) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t2 = 0
End If

```

```

End Function
Function desconexion3()
If ((tiemposd(2) = 0) .And (t3 = 0) .And (tipo_tiempo(fila3) = 2)
.And (banderas(2) = 0)) Then
inicio3 = timer
t3 = 1
banderas(2) = 0
bandera3 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila3) = 2 .And ((timer - inicio3)
tiempo(fila3))) Then
inicio3 = timer
tiemposd(2) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila3).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila3).BorderStyle = 0
pistn(2) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t3 = 0
End If

```

```

End Function
Function desconexion4()
If ((tiemposd(3) = 0) .And (t4 = 0) .And (tipo_tiempo(fila4) = 2)
.And (banderas(3) = 0)) Then
inicio4 = timer
t4 = 1
banderas(3) = 0
bandera4 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila4) = 2 .And ((timer - inicio4)
tiempo(fila4))) Then
inicio4 = timer
tiemposd(3) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila4).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila4).BorderStyle = 0
pistn(3) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t4 = 0
End If

```

```

End Function
Function desconexion5()
If ((tiemposd(4) = 0) .And (t5 = 0) .And (tipo_tiempo(fila5) = 2)
.And (banderas(4) = 0)) Then
inicio5 = timer
t5 = 1
banderas(4) = 0
bandera5 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila5) = 2 .And ((timer - inicio5) >
tiempo(fila5))) Then
inicio5 = timer
tiemposd(4) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila5).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila5).BorderStyle = 0
pistn(4) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t5 = 0
End If

```

```

End Function
Function desconexion6()
If ((tiemposd(5) = 0) .And (t6 = 0) .And (tipo_tiempo(fila6) = 2)
.And (banderas(5) = 0)) Then
inicio6 = timer
t6 = 1
banderas(5) = 0
bandera6 = 0
End If

```

```

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila6) = 2 .And ((timer - inicio6)
tiempo(fila6))) Then
inicio6 = timer
tiemposd(5) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila6).Tag
conversion (nombre_piston)

```

```

Form2.Image2(fila6).BorderStyle = 0
pistn(5) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t6 = 0
End If

End Function
Function desconexion7()
If ((tiemposd(6) = 0) And (t7 = 0) And (tipo_tiempo(fila7) = 2)
And (banderas(6) = 0)) Then
inicio7 = timer
t7 = 1
banderas(6) = 0
bandera7 = 0
End If

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila7) = 2 And ((timer - inicio7)
tiempo(fila7))) Then
inicio7 = timer
tiemposd(6) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila7).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila7).BorderStyle = 0
pistn(6) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n

```

```

t7 = 0
End If

End Function
Function desconexion8()
If ((tiemposd(7) = 0) And (t8 = 0) And (tipo_tiempo(fila8) = 2)
And (banderas(7) = 0)) Then
micro8 = timer
t8 = 1
banderas(7) = 0
bandera8 = 0
End If

'temporizacion a la desconexion

If (tipo_tiempo(fila8) = 2 And ((timer - inicio8)
tiempo(fila8))) Then
inicio8 = timer
tiemposd(7) = 1
nombre_piston = Form2.Image2(fila8).Tag
conversion (nombre_piston)
Form2.Image2(fila8).BorderStyle = 0
pistn(7) = 0
salida
For n = 1 To 1500000
Next n
t8 = 0
End If

End Function

```