

UNIVERSIDAD DON BOSCO



**“DISEÑO DE GUÍAS DE NIVEL UNIVERSITARIO, PLAN DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIO DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN CON PLC’S DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PREPARADO PARA LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PARA OPTAR AL GRADO DE:

**INGENIERO EN ELECTRICIDAD**



POR

**CARLOS ALEXANDER LOPEZ BARILLAS**

MAYO - 1996

**SOYAPANGO**

-

**EL SALVADOR**

-

**CENTROAMERICA**

**UNIVERSIDAD DON BOSCO**

**RECTOR**

**ING. FEDERICO MIGUEL HUGUET RIVERA**

**SECRETARIO GENERAL**

**LIC. PIERRE MUYSHONDT S.D.B.**

**DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ING. MIGUEL HERNÁNDEZ**

**ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ING. MAURICIO ENRIQUE FLORES ROMERO**

**JURADO EXAMINADOR**

**ING. ALEXANDER GUZMAN KORTH**

**ING. MANUEL ANTONIO FERNANDEZ MARENCO**

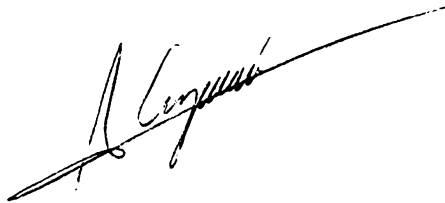
UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRICA

JURADO EVALUADOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

**“DISEÑO DE GUIAS DE NIVEL UNIVERSITARIO, PLAN DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIO DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACION CON PLC’S DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA DE LA UNIVERSIDAD DON BOSCO”**



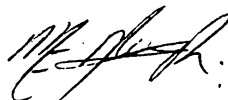
**ING. ALEXANDER GUZMAN KORTH**

JURADO



**ING. MANUEL FERNANDEZ MARENCO**

JURADO



**ING. MAURICIO ENRIQUE FLORES ROMERO**

ASESOR

## **DEDICATORIA**

- **A DIOS TODOPODROSO Y A LA VIRGEN MARÍA:  
POR ILUMINAR MI CAMINO PARA ALCANZAR ESTE TRIUNFO**
  
- **A MIS PADRES:  
BENJAMIN LOPEZ IBARRA Y CARMEN BARILLAS, POR SU INCONDICIONAL  
APOYO Y CONSTANCIA**
  
- **A MI ESPOSA:  
MARITZA ELIZABETH ESTRADA DE LOPEZ; POR SU FE Y APOYO EN TODO  
MOMENTO**
  
- **A MIS HIJOS  
CARLOS MIGUEL Y KEVIN ALEXANDER; POR SER FUENTE DE INSPIRACION Y  
FORTALEZA**
  
- **A MI CUÑADA  
DALILA JEANETH ESTRADA FLORES; POR MOSTRARME SU APOYO**
  
- **A MIS COMPAÑEROS  
POR INCENTIVARME, APOYARME, AYUDARME Y TENER CONFIANZA EN MI EN  
TODO MOMENTO**
  
- **A MI TIO TOÑO (Q.E.P.D)**

## **AGRADECIMIENTO**

EL MÁS SINCERO AGRADECIMIENTO A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE COLABORARON DE UNA U OTRA FORMA EN LA ELABORACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO.

ESPECIALMENTE A:

ING. MAURICIO ENRIQUE FLORES, ING. MANUEL ANTONIO FERNANDEZ MARENCO, ING. ALEXANDER GUZMAN KORTH, ING. GEOVANNI DURAN VIZCARRA, ING. NELSON QUINTANILLA, ING. GERARDO GUARDADO ALVARENGA, ING. GRACIELA RODRIGUEZ DE FLORES.

MIS COMPAÑEROS: JUAN CARLOS CASTRO, JUAN CARLOS NUÑEZ, JORGE ALBERTO HUEZO, FRANCIS LEDIF, EDWIN SÁNCHEZ, YANCI CAROLINA OSORIO.

AL PERSONAL DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DEL C.I.T.T. (VÍCTOR CALLEJAS, NESTOR LOZANO, VILLALTA, GERBER, ETC).

## OBJETIVOS

### A. OBJETIVO GENERAL.

- ☛ *Dotar a la Universidad Don Bosco de la logística necesaria para obtener el máximo aprovechamiento del laboratorio de Controladores Lógicos Programables.*

### B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ☛ *Se elaboraron 9 guías de prácticas en el área de automatización mediante Controladores Lógicos Programables que se adecúan al nivel de ingeniería y a las necesidades de la industria nacional.*
- ☛ *Se diseño e implemento el módulo didáctico en el que se tienen entradas analógicas y/o digitales, las cuales pueden ser accesadas por el usuario mediante un tablero de simulación en el cuál pueden representarse mediante niveles de voltaje o señales binarias, los diferentes tipos de parámetros que el sistema de control en base a PLC's puede manejar.*
- ☛ *Se elaboro un plan de mantenimiento preventivo para el laboratorio de PLC's en base al uso que se le está dando a éste, lo sofisticado del mismo entre otros.*
- ☛ *Se elaboro un sistema de control de inventario para el laboratorio de PLC's basado en un programa elaborado en o Foxpro, y que cumple con ser un programa de fácil manejo para la persona encargada del laboratorio.*

# ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>CAPITULO I. GENERALIDADES</b>	
1.1 Introducción.....	1
1.2 Lógica Alambrada y Lógica Programable.....	2
1.2.1 Lógica Alambrada.....	2
1.2.2 Lógica Programable o de PLC's.....	4
1.2.3 ¿Cómo se ejecutan las instrucciones en un controlador programable?.....	6
1.2.4 Ventajas de la Lógica Programable.....	6
1.3 Conceptos Básicos sobre Controladores Lógicos.....	6
1.3.1 Definición de Controlador Lógico.....	6
1.3.2 ¿Que es programar un PLC?.....	7
1.3.3 ¿Que es una instrucción?.....	7
1.3.4 Diferencias entre un PLC y una computadora personal.....	8
1.3.5 Características Generales del Sistema con PLC.....	8
1.4 Descripción de un PLC.....	10
1.4.1 Unidades Básicas del PLC.....	10
1.4.2 Unidad Central de Procesamiento.....	11
1.4.3 Módulos de Entrada y Salida.....	13
1.4.4 Direccionamiento.....	14
1.4.5 El Simatic SU-95U.....	15
<b>CAPITULO II. DISEÑO DEL PANEL DE SIMULACIÓN</b>	
2.1 Introducción.....	22
2.2 El Módulo de Simulación.....	22
2.2.1 Función del Módulo de Simulación.....	22
2.2.2 Módulo de Entradas Digitales.....	23
2.2.3 Módulo de Salidas Digitales.....	23
2.2.4 Módulo de Entradas Analógicas.....	29
2.2.5 Módulo de Salidas Analógicas.....	33
2.2.6 Entradas de Alarma y Contador.....	34
2.2.7 Nomenclatura de Direccionamiento y Acceso.....	35
2.2.8 Fuente de Alimentación.....	35
2.2.9 Listado de Componentes.....	37
2.2.10 Esquemas Acotados.....	38

**CAPITULO III. DISEÑO DE GUÍAS**

3.1 Introducción.....	40
3.2 Conceptos Generales.....	40
3.2.1 Método de Enseñanza.....	41
3.2.2 Método Inductivo.....	41
3.2.3 Método Deductivo.....	42
3.3 Estructura de las Guías.....	42

**CAPITULO IV. PLAN DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIO**

4.1 Introducción.....	45
4.2 Tipos de Mantenimiento.....	45
4.3 Control de Inventario.....	46
4.4 Flujograma de operación del programa de control de inventario.....	50
4.5 Listado del programa de control de inventario.....	53

**Anexo 1. Especificaciones Técnicas** A1

**Anexo 2. Pantalla del paquete STEP 5.** A2

**Anexo 3. Fiabilidad de los automatizables programables.** A3

**Recomendaciones**

**Glosario**

**Bibliografía**



## INTRODUCCION

El constante desarrollo de la electrónica digital ha permitido acceder grandes avances en el área de control industrial de máquinas y/o procesos. El controlador lógico programable (PLC's) forman parte de estos avances y en ese contexto, el presente trabajo describe la forma en que éste se adapta a las necesidades de la industria nacional, partiendo de un enfoque didáctico dentro de los Laboratorios de Automatización con PLC's del C.I.T.T. y del respaldo de la tecnología Siemens.

El presente documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

- ◆ **Capítulo I. Generalidades**

En donde, como su nombre lo indica, se refieren a todos los conceptos básicos de controladores lógicos y la descripción del modelo a utilizar (S5-95U, Siemens)

- ◆ **Capítulo II. Diseño del Panel de Simulación**

En este capítulo se describen los diferentes circuitos eléctricos y electrónicos para la implementación del panel de simulación con el cuál se probarán los programas. Se incluyen los diagramas, cálculos y criterios de diseño

- ◆ **Capítulo III. Diseño de Guías**

En esta parte del documento, se da la base pedagógica que sustenta el diseño de las guías y la estructura de los mismos.

- ◆ **Capítulo IV. Plan de Mantenimiento y Control de Inventario**

En este capítulo, se desarrollan los temas referentes a los tipos de mantenimientos para los equipos Siemens y se describe el programa de control de inventario implementado en el lenguaje Fox-Pro.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

---

#### 1.1 Introducción.

Por años, la gente involucrada en el control de procesos ha dudado en cuanto a la conveniencia de utilizar un controlador programable; se perdió tiempo valioso en tratar de averiguar si los controles basados en relevadores resultaban mas efectivos que los controladores programables, pero una cosa es cierta; la demanda actual de alta calidad y productividad pueden ser difícilmente satisfechas sin el uso de equipo electrónico.

Con el rápido desarrollo de la electrónica digital el costo de cualquier controlador programable ha sido reducido de tal forma que ya no es necesario un estudio profundo de factibilidad de los sistemas a base de relevadores.

Aparte del constante decremento del costo de los controladores programables hay ciertas interrogantes que determinan el uso o no de estos, tales como :

¿Hay necesidad de flexibilidad en los cambios lógicos del control?

¿Existen requerimientos de espacio mínimo?

En el futuro, ¿Habrà incremento en la capacidad del mismo?

¿Hay necesidad de recolección de datos?

¿Habrà frecuentes cambios en la lógica de control?

¿Existirá la necesidad de modificaciones rápidas?

¿Debe ser usada similar lógica de control en diferentes máquinas o procesos?

Los méritos de sistemas basados en controladores programables los hacen apropiados para aplicaciones en las cuales las interrogantes anteriores son particularmente importantes para la viabilidad de la operación del proceso.

Existen muchos conceptos respecto de un controlador programable que nos ayudan a la mejor comprensión de la lógica de funcionamiento del mismo, para tal fin este capítulo desarrolla una secuencia de terminología y conceptualización apropiada al tema.

## 1.2 Lógica Alambrada y Lógica Programable.

### 1.2.1 Lógica Alambrada

En el medio industrial, los dispositivos electrónicos de estado sólido y/o electromecánicos tales como relevadores, contactores, temporizadores, etc. son los dispositivos convencionales utilizados para proveer las señales de control necesarias para la operación de ciertos procesos industriales, los cuales realizan una función específica de acuerdo al diseño del circuito de control, pero estos sistemas tienen como principales desventajas; la poca flexibilidad de adaptar el sistema industrial a realizar otras funciones diferentes para las que fue diseñado; además de aumentar la complejidad los costos, los costos de diseño y operación del proceso industrial.

Un mando con lógica cableada, es un sistema con éstos dispositivos electromecánicos, el cual es configurado toda vez que se tenga la tarea de control a ejecutar. La conexión de los diferentes elementos se hace físicamente y se representan por medio de diagramas eléctricos.

A medida que el circuito se iba expandiendo, se montaban en un armario tantos dispositivos extra como fuere necesario, los cuales se interconectaban siguiendo una lista de cableado fija. La lógica de su función de mando está fijada en el cableado y en la combinación de los elementos de conmutación. Para probar el mando es necesario verificar la corrección del cableado. Cuando se encuentra algún error en el cableado, será necesario volver a conectar los cables de los diferentes elementos o en el mejor de los casos (de acuerdo a la experiencia del diseñador) reconectar solo la parte del sistema en donde la falla del cableado esté presente.

Si acaso se necesita de el mismo circuito en otra aplicación, se tendrá la necesidad de volver a comprar todos los elementos para la implementación del mismo, volver a cablear y comprobar la correcta conexión del mismo.

Cuando la tarea de control, se necesite modificar, esto significará montar mas elementos dentro del mismo sistema, cambiar cableados, trabajos de montaje y sobre todo mas espacio.

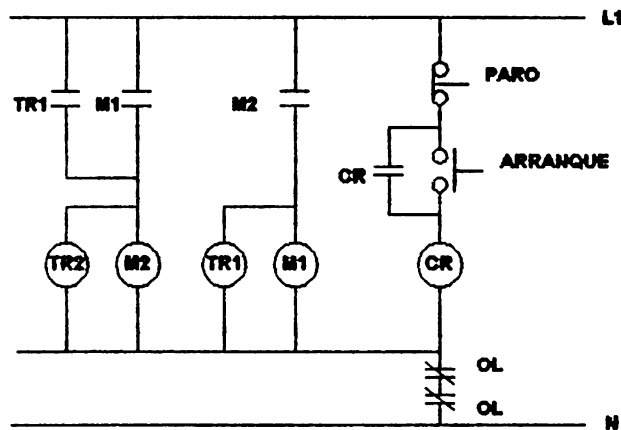
A continuación se elaborará el sistema de control con lógica cableada para un proceso cualquiera, se representará su respectivo diagrama eléctrico, y se hará dentro de el mismo algún cambio en su lógica de control que nos permita visualizar los criterios antes descritos.

□ Se desea el circuito de control para dos transportadores de cinta combinados de modo que el primero descargue el material en el segundo, que se utiliza para la carga de camiones en un muelle de embarque.

Las condiciones que debe cumplir dicho circuito de control son:

- Con un solo pulsador deben ponerse en marcha los dos motores, pero de forma que el segundo lo haga antes que el primero.
- Cualquier sobrecarga en alguno de los transportadores hará que se paren los dos.
- Un solo pulsador de parada hará que se paren los dos, pero de forma que el primero se pare antes que el segundo.
- Tiene que existir un retardo de tiempo de dos minutos entre la parada de los motores a fin de que el material quede desalojado de cada transportador antes de que se pare.

El circuito que cumple con todas las especificaciones solicitadas es el de la Fig 1.1



**Fig. 1.1**

Supongamos en este momento, que se necesita la implementación de este mismo circuito pero, con tres bandas transportadoras, pues sencillamente al circuito original habrá que agregarle los dispositivos de control y mando adecuados tales como otro temporizador, otro contactor y mas relevadores de sobrecorriente, con lo que el nuevo circuito de control sería el que se muestra en la Fig. 1.2

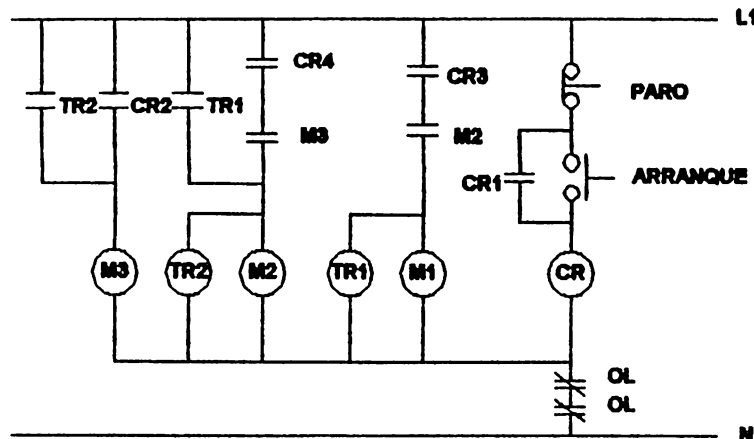


Fig. 1.2

El nuevo circuito de control, como puede verse, involucra más elementos, lo que repercute en mayores costos, complejidad y espacio; pero sin embargo el circuito es funcional.

### 1.2.2 Lógica Programable o de PLC's

Para el control con este tipo de lógica, se utiliza un autómata programable. Por la filosofía del diseño del controlador programable que está configurado como una pequeña computadora, los emisores y actuadores se conectan con independencia de la tarea planteada a las entradas y salidas de éste y esto representa todo el cableado.

La lógica de control está fijada en el programa, es decir, qué actuadores deberán ser activados por que emisores. En el programa se fija la función del circuito de mando. El programa se introduce al autómata utilizando un dispositivo de programación desde el cual se transmite al controlador programable las instrucciones necesarias para que se ejecute la tarea de mando, es decir se escribe en él. Luego el procesador dentro de la unidad central de procesamiento del autómata, ejecuta paso a paso el programa, así pues la lógica queda fijada en el programa y con esto se especifica cuando deben conectarse o desconectarse los actuadores; y la tarea de mando en este caso ha sido programada en lugar de cableada.

Antes de arrancar el autómata es posible comprobar con ayuda del simulador y del aparato de programación la ausencia de errores, si aparece alguno, basta con modificar la instrucción

correspondiente dentro del programa. Un programa ya realizado puede usarse todas las veces que se desee, con lo que se proporciona un ahorro considerable de costos, tiempo y espacio.

Si luego se desea modificar la tarea de mando, bastará modificar el programa, no será necesario desentornar las entradas y salidas ya conectadas, es decir el cableado. Tampoco el programa deberá rehacerse totalmente, porque siempre es posible cambiar, borrar o insertar determinadas partes del mismo o solo instrucciones individuales, es decir que cualquier cambio se puede realizar en una forma fácil y rápida.

Esquematicémos ahora el control del mismo ejemplo de las bandas transportadoras del apartado anterior con la lógica programable. En términos de bloques de instrucciones el proceso se vería como en la Fig. 1.3.

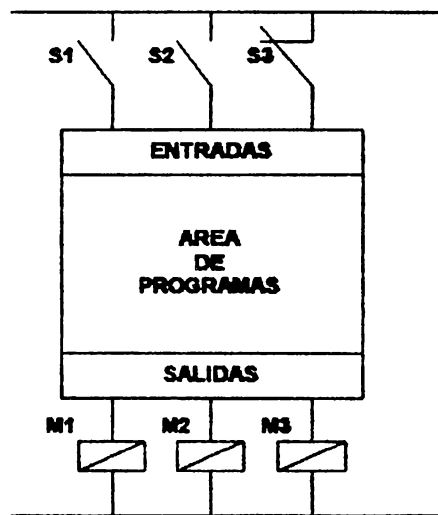


Fig. 1.3

Ahora si se quisiera incluir el cambio del nuevo motor de la otra cinta transportadora, al programa de control dentro del controlador programable, se le tendría que agregar la nueva instrucción para el nuevo motor. El cableado sería únicamente una nueva entrada y una nueva salida.

En capítulos posteriores se describirán cada una de las instrucciones del paquete de programación de la familia Siemens, el STEP 5 así como sus diferentes formas de representación.

### 1.2.3 ¿Cómo se Ejecutan las Instrucciones en un Controlador Programable?

El autómata programable va ejecutando sucesivamente las instrucciones de un programa en el orden en que están depositadas en su memoria; las ejecuta paso a paso y una vez procesada la última instrucción contenida en la memoria, la ejecución comienza nuevamente desde la primera instrucción en memoria.

Esta ejecución que se repite continuamente se denomina ejecución cíclica del programa y el tiempo necesario para ejecutarse se denomina tiempo de ciclo. Una vez ejecutadas todas las instrucciones, hasta ese momento el controlador programable envía una instrucción a la salida para que se ejecute en términos de actuadores del proceso.

### 1.2.4 Ventajas de la Lógica Programable.

Luego de diferenciar los dos tipos de lógica de control usados, se puede hacer una comparación entre ellas y determinar algunas de las ventajas de una respecto de la otra.

La ventaja es clara a favor de la lógica programable, este tipo de control viene a revolucionar lo que es todo el campo de aplicación de sistemas de mando, control y regulación. Las ventajas y desventajas se pueden todas traducir a términos de dinero para el proyectista y eso es fundamentalmente importante en cuanto al criterio de diseño de un sistema de control industrial.

Las consideraciones que se deben de tomar en cuenta antes de decidir que lógica utilizar, son las expuestas en el apartado 1.1.

## 1.3 Conceptos Básicos sobre Controladores Lógicos.

### 1.3.1 Definición de Controlador Lógico.

Existen diferentes definiciones relacionadas con el controlador programable; pero para el caso, la definición de la National Electrical Manufacturers Association, NEMA lo define así:

" Un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones que implementen funciones específicas, tales como secuenciales, lógicas, de tiempo, para el control de máquinas y procesos".

Como se puede ver, esta definición es bien general, pero a partir de ella giran otros conceptos relacionados y que en su oportunidad de acuerdo a la necesidad se irán retomando, por lo pronto

se utilizarán las letras del inglés Programmable Logic Controller (PLC) para referirnos al controlador programable.

### 1.3.2 ¿Qué es programar un PLC?

En los sistemas de mandos por contactores, los diferentes elementos pulsadores, contactores, bobinas, interruptores, lámparas de señalización, etc; se interconectan usando cables. El tipo de conexión determina la función que debe ejecutar el sistema; ésta función se materializa en un PLC por medio de un programa, a través del cual se pueden representar contactos de relevadores, interruptores, bobinas, temporizadores, contadores, etc. y la interconexión a través de los cables se convierten en funciones lógicas AND o OR.

Para poder decirle al autómeta ó PLC lo que debe hacer, es necesario utilizar un lenguaje de programación adecuado con su respectiva sintaxis, lógica y representaciones de funciones, éste le permitirá saber a él en que orden ejecutar determinada acción y a que parámetro afectará con la misma. Básicamente programar, es insertar las instrucciones en el lenguaje apropiado para que éste las ejecute en forma secuencial.

### 1.3.3 ¿Qué es una instrucción?

En sistemas que utilizan esquemas de contactores, bobinas, etc, los procedimientos se ejecutan en base como ya se dijo al tipo de conexión establecida; ésta representación en un PLC, la ejecuta un programa puesto en memoria que ejecuta una serie de pasos en forma secuencial para establecer salidas a procesos que se desean gobernar. Cada uno de éstos pasos en serie, se denomina instrucción. Es decir que la instrucción viene a ser la unidad mas pequeña de un programa y está compuesta por la operación y el operando.

La operación, se refiere a que tipo de función lógica se va a ejecutar (AND o OR, equivalentes a U y O respectivamente en el lenguaje de programación para el PLC a utilizar mas adelante). Estas funciones comparan respecto de un valor "0" o "1" y luego asignan un valor a una variable.

El operando se compone de su identificador y del parámetro. Define con quien ejecutar la función u operación antes mencionada, y ésta puede ser con: una marca (estado de señal correspondiente a cierta parte de un proceso, es decir es un valor intermedio), una salida, una entrada, un contador, un temporizador, etc.



#### 1.3.4 Diferencias entre un PLC y un Computador Personal (PC).

Como ya se mencionó, se utilizará para este caso las letras PLC para referirnos al controlador programable. Y ahora se hará en este apartado, una comparación en términos generales de lo que es un PLC y lo que es un computador personal (PC). Si ambos dispositivos tienen para su funcionamiento programas o rutinas lógicas, elementos de electrónica digital y en fin una serie de igualdades, es igualmente cierto que poseen características bien diferenciadas uno respecto del otro para considerar a la hora de controlar un proceso y dicha comparación también nos servirá para ubicar al PLC en su ámbito de control de proceso y no como un dispositivo de aplicaciones generales.

La arquitectura de un controlador programable, es básicamente la misma de las computadoras de propósitos generales. Sin embargo, algunas características distinguen a los PLC's de las PC.

Primero, a diferencia de las computadoras, un PLC está diseñado para sobrevivir en las no siempre estables condiciones del medio ambiente de las fábricas, un PLC bien diseñado puede ser colocado en áreas con sustancial cantidad de ruido eléctrico, interferencia electromagnética, vibración mecánica o temperatura un poco arriba de lo normal.

Una segunda distinción de los PLC's es que el hardware y software son diseñados para un fácil uso por técnicos y electricistas de planta. Las interfases para conectar dispositivos externos son actualmente parte de los PLC's y son fácilmente conectados y su construcción modular hace que su reparación sea más sencilla.

Finalmente, mientras las computadoras son complejas máquinas de cómputo capaces de ejecutar diferentes programas o tareas simultáneamente y en cualquier orden, los PLC's ejecutan su programa sencillo en forma ordenada y secuencial.

En general la estructura de los PLC's es modular y flexible, permitiendo a su software y hardware expandirse como los requerimientos del cambio de aplicación así lo indiquen. En el caso que una aplicación sobrepase la máxima capacidad del PLC, la unidad puede fácilmente ser sustituida con otra que posea mayor capacidad de entradas y salidas y memoria, y el viejo hardware puede ser usado para una aplicación que no demande mucha capacidad.

#### 1.3.5 Características Generales del Sistema con PLC's

El PLC tiene un número de características importantes, que establecen ventajas a la hora de decidir en que forma controlar un proceso, entre éstas están :

- ◆ Su modo de programación es amigable, aún para personas sin experiencia en programación.
- ◆ Relativo bajo costo respecto de la lógica alambrada para cuando se implementarán grandes diseños o se requiera alguna flexibilidad en el sistema.
- ◆ Compactos, lo que permite usarse en aplicaciones en donde el factor espacio es vital.
- ◆ Capacidad de programación flexible.
- ◆ Representación de instrucciones y programación en fáciles de entender.
- ◆ Alta velocidad de operación de sus instrucciones y confiabilidad debido a sus componentes de estado sólido.
- ◆ Posibilidad de interconectar otros dispositivos opcionales tales como, aparatos de visualización de procesos, otros PLC's, redes industriales, impresoras, y otros.
- ◆ Seguridad de no alteración del programa lo que se consigue por medio de llaves de bloqueo en algunos PLC.
- ◆ Fácil cambio de la circuitería y posibilidad de expansión de entradas y salidas.
- ◆ Posibilidad de probar el correcto funcionamiento del programa sin necesidad de conectar a la planta el aparato, lo que se consigue con aparatos de simulación.

La característica de programable provee al PLC grandes beneficios, especialmente en cuanto a su instalación. La eliminación de controles alambrados en favor de un control programable es el primer paso para lograr flexibilidad en el sistema. Una vez instalado, el plan de control puede ser manual o automático obteniendo los requerimientos de control diario, sin cambiar el alambrado. Esta fácil alteración es posible ya que no hay conexión física entre los dispositivos de entrada y salida, como si lo es en un sistema alambrado. La única conexión es a través del programa de control, el cual puede ser fácilmente alterado.

Un típico ejemplo lo podría constituir un solenoide que es controlado por dos interruptores conectados en serie. Para cambiar la operación del solenoide colocando los interruptores en paralelo o combinándolos con un tercero, podría tomar menos de un minuto en un PLC. En la mayoría de los casos, éste simple cambio de programa puede ser hecho sin desenergizar o parar el sistema; el mismo cambio en un sistema alambrado podría haber tomado de treinta a sesenta minutos, aún media hora utilizada en el cambio podría representar una considerable pérdida en términos de producción.

Algunos atributos del PLC hacen de cada instalación una operación sencilla y hasta cierto punto rutinaria. Su relativo pequeño tamaño permite ser ubicado en menos de la mitad del espacio requerido por un panel basado en relevadores.

Desde el comienzo, los PLC's han sido diseñados teniendo en cuenta la facilidad de mantenimiento. Con todos los componentes, virtualmente de estado sólido el mantenimiento es reducido a cambios de algún módulo o de algunos componentes alojados en base. Con la ayuda de dispositivos programados, cualquier lógica esperada puede ser observada para comprobar si las entradas y salidas están activadas o no.

#### 1.4 Descripción de un PLC.

En esta sección se describen las partes esenciales de las que consta un PLC, se mencionan sus principales características, importancia y formas de operación, finalmente, se describe específicamente al PLC que será objeto de estudio para este trabajo como lo es el autómata serie S5, Simatic S5-95U, de Siemens.

##### 1.4.1 Unidades Básicas del PLC.

Por lo general un PLC está compuesto por tres secciones básicas como se muestra en la Fig.1.4. Siendo estas secciones : La unidad de central de procesamiento (CPU), la unidad de entradas y la unidad de salidas. Unidades que interactúan mutuamente para controlar la operación del proceso gobernado.



Fig. 1.4

Otra representación de un PLC es el mostrado en la Fig.1.5. Nótese que este sistema involucra ya dispositivos opcionales que pueden ser conectados al PLC, sin descuidar los elementos básicos de éste.

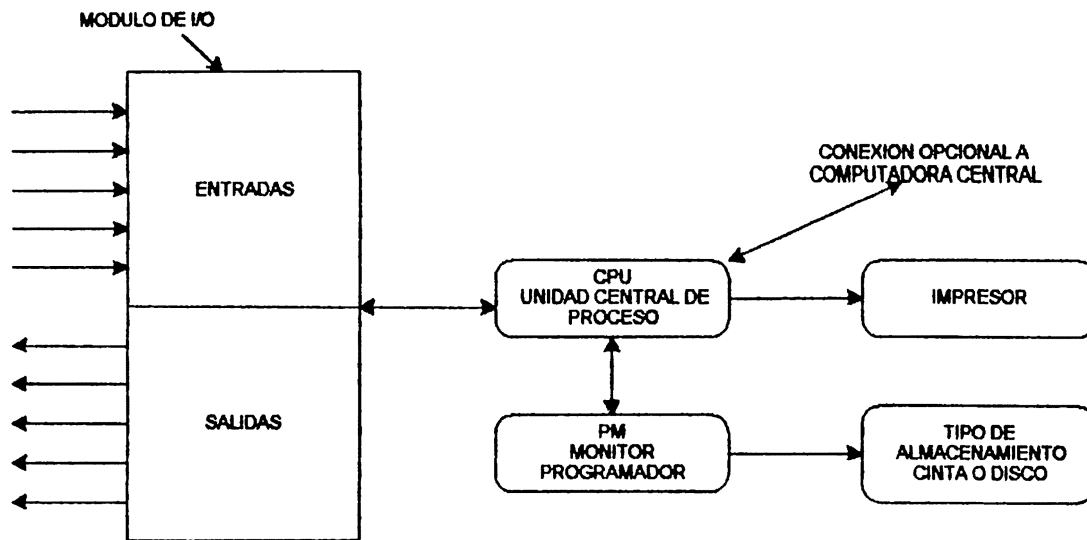


Fig. 1.5

Retomando la primera configuración (Fig. 1.4), se describen ahora los diferentes elementos que lo constituyen.

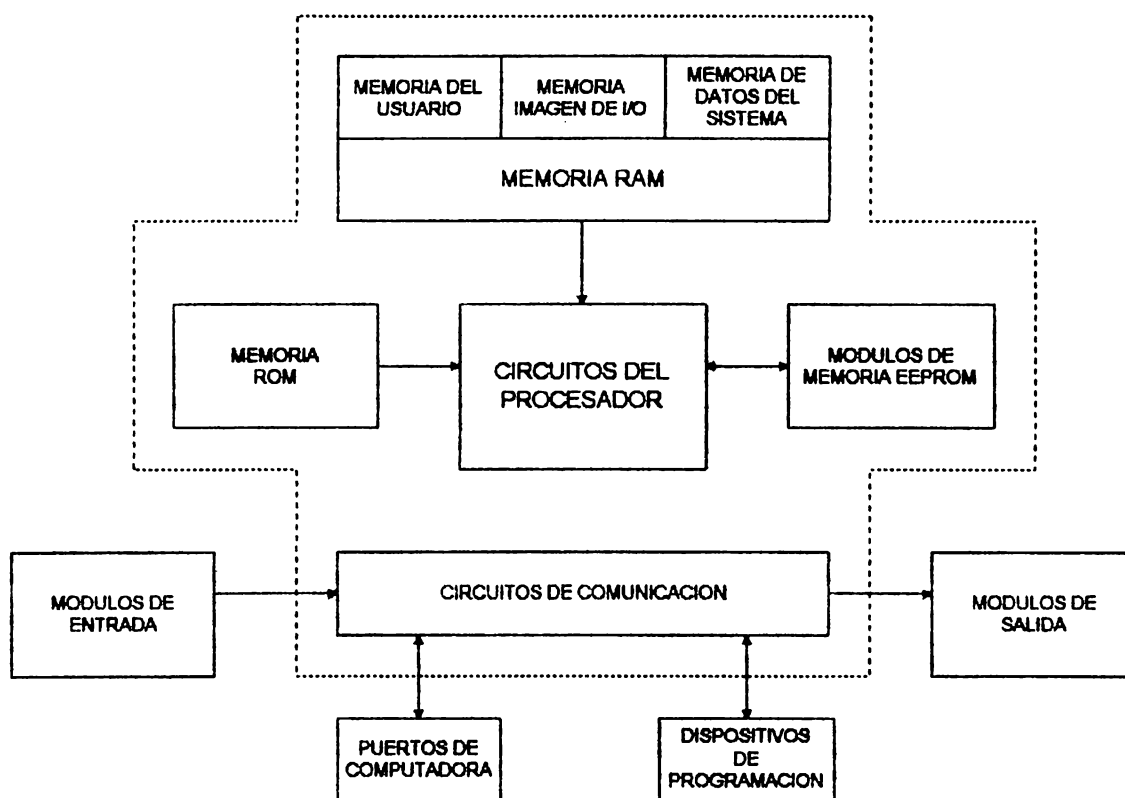
#### 1.4.2 Unidad Central de Procesamiento.

El CPU acepta (lee) datos de entrada desde varios dispositivos de sensado, ejecuta el programa almacenado y envía los comandos de salida apropiados a los dispositivos de control. Este proceso de lectura de señales de entrada, ejecución del programa de control y salida de comandos es realizado en forma continua y es llamado Scanning (Barrido) ó ejecución cíclica del programa. El CPU es el corazón de el sistema, él contiene la memoria fija dada por el fabricante, además tiene una sección de programación y una sección para el almacenamiento de datos y funciones. El CPU recibe señales que le indican el estado de interruptores externos o dispositivos conectados por medio del módulo de entradas. Luego el CPU toma desiciones lógicas y las convierte en estado de señales lógicas de activado o desactivado.

El CPU, no es más que un procesador, el cual se encarga de monitorear continuamente las entradas, controla los estados de las salidas, ejecuta las operaciones aritméticas, lógicas y de conversión, etc. Toda esta unidad, está compuesta por varias sub-unidades cada una de las cuales realiza una función específica y que en conjunto ejecutan las operaciones asignadas al CPU.

La configuración del procesador es mostrada en la Fig. 1.6, y en ella se muestran:

- El circuito de procesamiento
- La memoria del usuario
- La memoria imagen entrada/salida
- La memoria ROM
- Los circuitos de comunicación



**Fig. 1.6**

### El Circuito de Procesamiento

Es quien contiene al microprocesador y es el encargado de proveer la capacidad de procesamiento de programas. Además posee la lógica necesaria para establecer la comunicación con el resto de los elementos de su sistema, la que consiste en los buses de: datos, de control y de direcciones.

Pero los buses solo son medios de transmisión de información, por lo que para ejecutar e interpretar una instrucción el microprocesador posee una serie de registros internos denominados :

a) La unidad de control

b) La unidad operativa

La primera unidad, interpreta y ejecuta instrucciones recibidas desde la memoria y la segunda es la encargada de ejecutar instrucciones que involucren operaciones aritméticas.

**La Memoria del Usuario.**

Es la parte del PLC en donde se almacenan los programas creados por el usuario, por lo general es una memoria de acceso aleatorio tipo RAM. Tiene este tipo de memoria la desventaja de que en ausencia de energía pierde la información por lo que los PLC están protegidos ante esta situación con baterías de respaldo o alternativamente con memorias del tipo EPROM o EEPROM según sea el modelo.

**La Memoria ROM.**

Es el dispositivo de almacenamiento donde se encuentra el sistema operativo del PLC, que incluye programas que fijan la ejecución del programa del usuario, la gestión de entradas y salidas, la división de la memoria, la gestión de datos y similares. Esta memoria no debe ser modificada pues en ella están las instrucciones necesarias para la operación del PLC.

**Los Circuitos de Comunicación.**

Son interfases que adaptan al microprocesador con el resto de periféricos. Son de gran importancia debido a que la mayoría de periféricos tienen requerimientos muy diversos, entre los que se destacan: Tipo y velocidad de la transferencia de datos, tiempo de respuesta, códigos y formatos de datos, señales de control de los modos de operación, señales de estado, sistemas de detección y corrección de errores.

**1.4.3 Módulos de Entrada y Salida.**

Son por medio de los cuales se establece la comunicación entre el PLC y los periféricos (Todo lo que no está contenido en el PLC, tales como sensores, emisores, otros PLC, etc.).

Los niveles de señales de los dispositivos de entrada del sistema que se está gobernando deben adaptarse a los requerimientos del PLC o viceversa.

#### **Módulos de Entrada.**

Estos módulos contienen circuitos que convierten los niveles de señal de entrada, en los niveles lógicos de voltaje requeridos por el PLC, y al mismo tiempo ofrecen un aislamiento entre el controlador y la periferia para evitar posibles daños ocasionados por transitorios de voltaje en los dispositivos de entrada.

#### **Módulos de Salida.**

Estos módulos contienen circuitos que convierten los niveles lógicos generados por el PLC, a los niveles de corriente y voltaje requeridos para manejar los dispositivos de control y visualización del sistema a controlar, tales como contactores, solenoides, arranque de motores, lámparas, etc. Al igual que los módulos de entrada, los módulos de salida deben estar separados electricamente del PLC para evitar daños por transitorios.

Los módulos de entrada y salida se verán con mas detalle en el siguiente capítulo.

#### **1.4.4 Direccionamiento.**

El PLC para comunicarse con los módulos, primero habilita al dispositivo por medio del bus de direcciones, cargando la dirección correspondiente a la ubicación del módulo.

Direccionar significa asignar una referencia a una determinada instrucción para que sea ejecutada por el PLC. Existen dos tipos de direccionamiento los cuales son determinados por los fabricantes y estos son :

- a) Direccionamiento fijo
- b) Direccionamiento variable

En el direccionamiento fijo, ya se encuentra la dirección correspondiente al módulo periférico y en el direccionamiento variable los módulos usados disponen de un juego de interruptores de programación en los cuales se puede asignar la dirección.

Una dirección se compone :

- ◆ El identificador (Puede ser una entrada o una salida)
- ◆ El número de puesto o byte
- ◆ El número de canal o bit

#### 1.4.5 El Simatic SU-95U.

Dentro de la familia de Simatic creada por Siemens se tiene el miniautomata SU-95U, que es un PLC muy completo. A continuación se describe su estructura, funcionamiento, y demás características principales, teniendo en cuenta que es el modelo que servirá de base para este trabajo.

Al igual que un PLC genérico, el Simatic se estructura básicamente de la unidad central de proceso, los módulos de entradas y los módulos de salidas. Cada uno de ellos se presentan en forma de bloques en la Fig. 1.7

##### Unidad Central de Procesamiento

Dentro de ésta unidad se encuentran reunidas la unidad de control y cálculo, la memoria ROM, la memoria RAM, la periferia integrada, la interfase, el bus interno, el cartucho insertable de memoria E(E)PROM y opcionalmente alguna otra interfase para comunicación.

##### La Unidad de Control y Cálculo.

Ejecuta las instrucciones del programa de usuario. Consta de una unidad de cálculo, la cuál a su vez posee dos registros, los acumuladores AKKU 1 y AKKU 2, así como bits indicadores de condición. En los acumuladores se efectúan cálculos aritméticos. Los bits indicadores de condición informan de hechos particulares durante un cálculo aritmético, por ejemplo, desbordamiento del margen numérico.



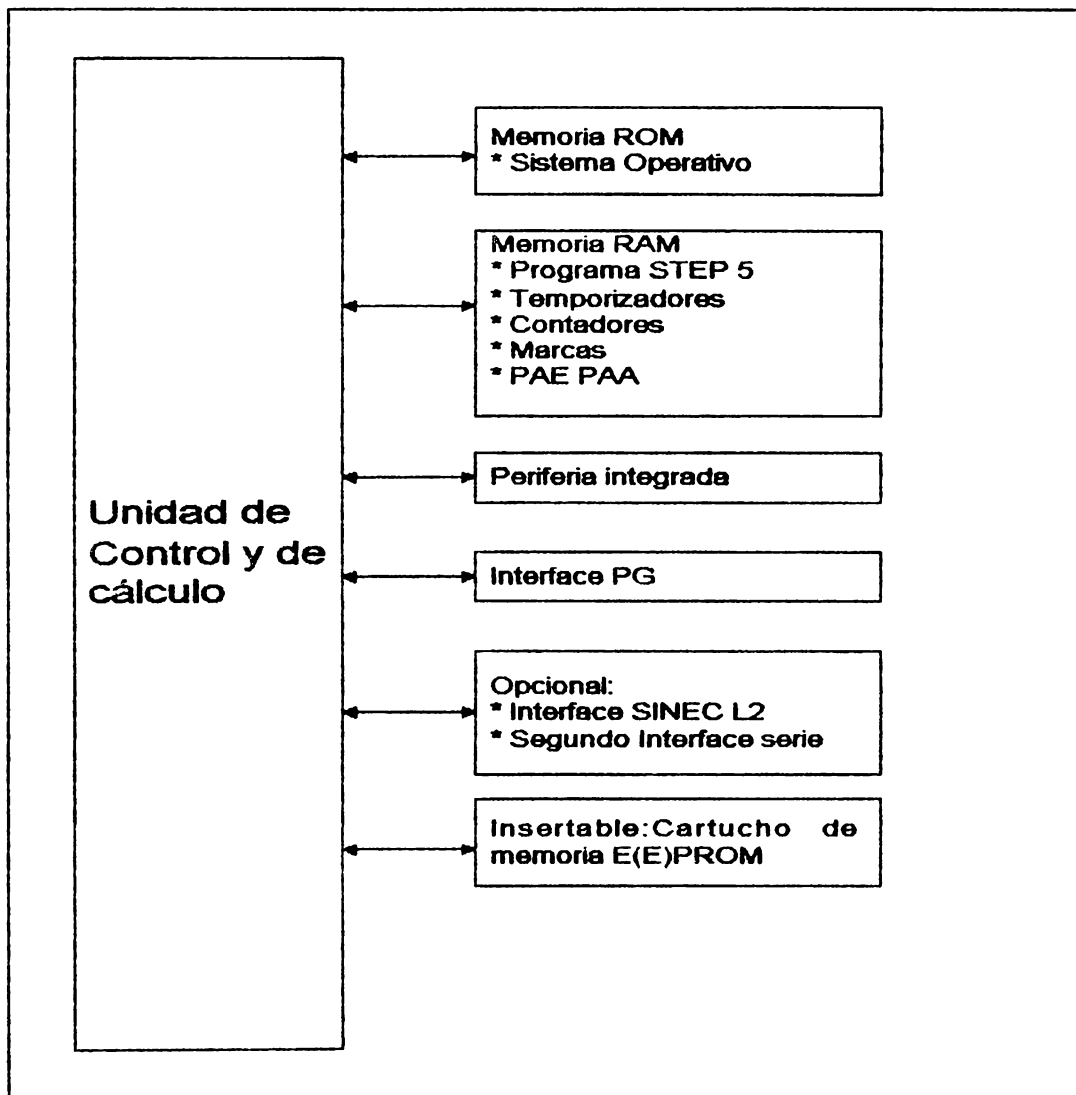


Fig. 1.7

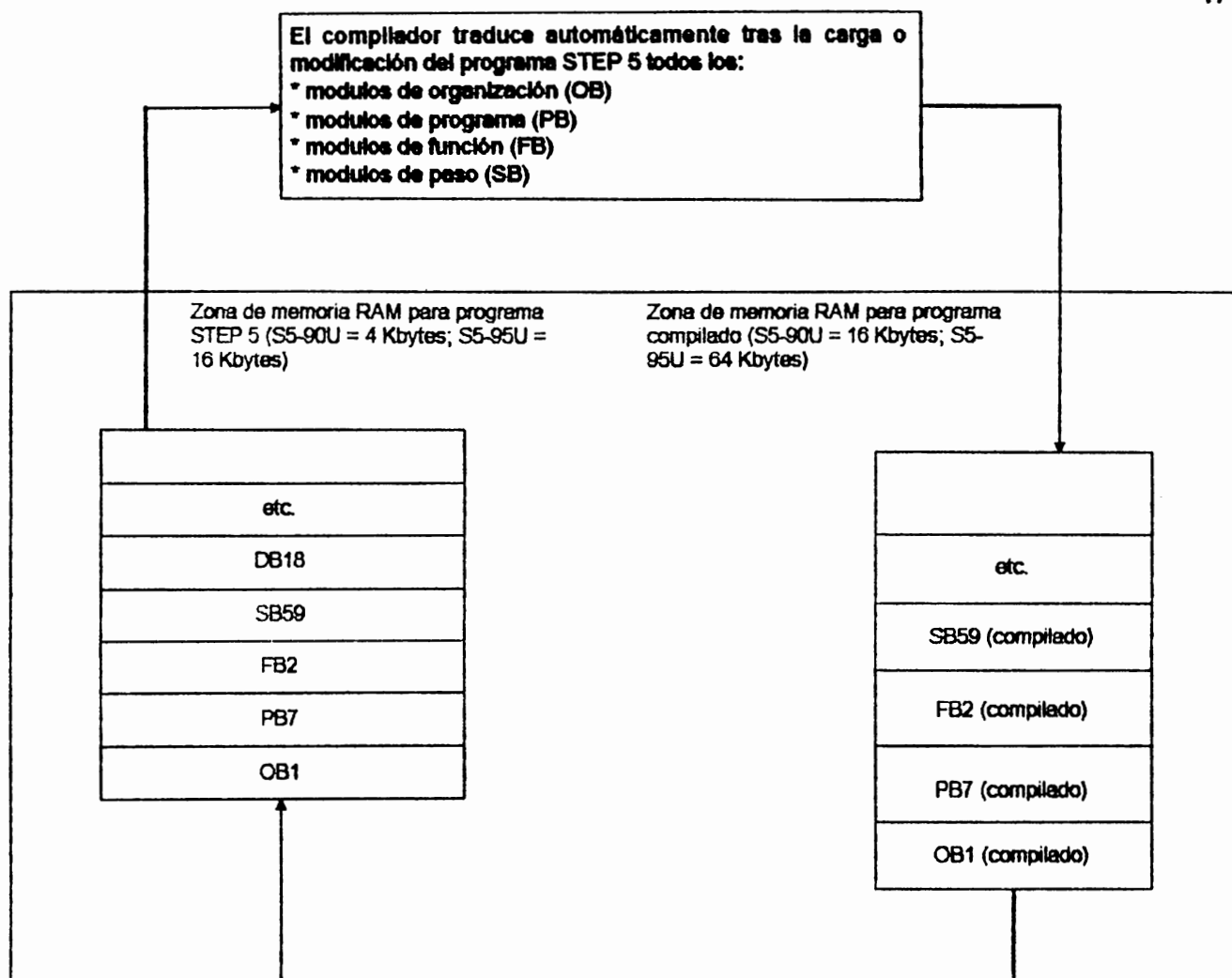


Fig. 1.8

El programa de usuario no es ejecutado directamente por la unidad de control y de cálculo. Previamente debe ser traducido por un compilador en un programa interpretable para la unidad de control y cálculo.

Por tal motivo, la memoria de usuario interna incorpora, entre otros, una zona para el programa y una zona para el programa compilado, tal y como se muestra en la Fig. 1.8

### Memoria ROM

La memoria ROM está dada por el fabricante y en ella se incluye al sistema operativo, el cual no puede ser alterado por el usuario.

### **Memoria RAM**

Llamada también memoria de usuario, en ella se depositan todas las magnitudes modificables tales como:

- El programa creado por el usuario y el programa compilado
- Imagen del proceso e imagen de alarmas del proceso
- Temporizadores y contadores
- Datos del sistema
- Marcas

Cada una de éstas magnitudes será discutida en capítulos posteriores.

### **Periferia Integrada**

La periferia integrada para el caso del Simatic S5 - 95U está compuesta de :

- Entradas y salidas digitales y analógicas
- Entradas de alarmas
- Entradas de contador

### **Interfase PG.**

Al conectar un aparato de programación o de visualización, el interfase PG permite hacerlo en calidad de estación esclava de un bus al S5-95U.

### **Cartucho de Memoria E(E)PROM**

Para proteger contra fallos de alimentación un programa de usuario es necesario almacenarlo en un cartucho EPROM o EEPROM. Cuando se enciende el autómeta, el programa de usuario es cargado automáticamente del cartucho a la memoria RAM. Si se ha borrado totalmente el autómeta o se produjo antes un corte de red y no había batería de respaldo.

### **Bus Interno**

Este constituye el enlace entre el autómeta y los módulos con los que puede ampliarse.

### **Módulos de Entradas y Salidas**

Debido a la diversidad de aplicaciones en las que el S5-95U puede estar involucrado, se requiere de diferentes tipos de entradas y salidas, por lo que en este aspecto el autómeta ofrece diferente

equipamiento y así se tienen los diferentes tipos de entrada y sus capacidades representadas en la siguiente tabla:

	S5 - 95U	
Entradas/Salidas	Integradas	Máximas
Digitales	32	480
Analógicas	9	41
De contador	2	66
De alarma	4	4

Los autómatas ofrecen entradas y salidas digitales integradas; en caso de necesidad se suplementan utilizando módulos periféricos de otro autómata de la familia Simatic; el S5-100U.

Las entradas de contador posibles en el S5-95U son las siguientes:

- Un contador adelante (16 bit) frecuencia de conteo: 2 KHz.
- Un contador adelante (16 bit) frecuencia de conteo: 5 KHz

Ambos contadores adelante pueden configurarse en cascada para formar un contador adelante de 32 bits.

#### Características Generales

##### Programación Estructurada

Para mantener la claridad de los programas, una secuencia de instrucciones dispuesta linealmente se estructura en diferentes secciones, con entidad tecnológica propia, que se programan en módulos de software.

##### Procesamiento de Alarmas de Proceso

Cuando es necesario considerar inmediatamente señales de alarmas procedentes del proceso y activar en el autómata reacciones adecuadas; es posible interrumpir el ciclo normal del programa a fin de procesar dichas alarmas. Esto corre a cargo del sistema operativo que llama entonces al módulo de organización correspondiente.

### Programación Controlada por Tiempo

Si desea interrumpir a intervalos prefijados su programa cíclico a fin de correr otra rutina, entonces puede hacer uso de la programación controlada por tiempo. Para ello se interrumpe el programa cíclico y se llama el módulo organización que incluye la rutina a ejecutar.

### Tiempo de Ejecución

De acá depende la velocidad con que el autómata pueda responder a señales procedentes del proceso. La tabla siguiente muestra el tiempo de ejecución para 1024 instrucciones binarias (cada instrucción correspondiente a 2 bytes).

### Módulos Periféricos Inteligentes (IP)

Este tipo de módulos se hacen cargo de tareas de control, regulación y posicionamiento, ejecutándolas normalmente de forma autónoma. De esta forma descarga a la CPU del autómata

Característica	S5-95U
RAM	16 Kbytes
Tiempo de ejecución	2 ms.
Marcas	2048
Contadores	128
Temporizadores	128

### Marcas/Contadores/Temporizadores

Son elementos imprescindibles en las tareas de control, la tabla siguiente muestra las cantidades de éstos remanentes y no remanentes (Se mantiene o no su contenido al desconectar la alimentación), para el autómata S5-95U.

Característica	S5 - 95U	
	Remanente	No Remanente
Marcas	0.0...63.7	64.0...255.7
Contadores	0...7	8...127
Temporizadores	———	0...127

### **Regulador P.I.D.**

Numerosas aplicaciones exigen resolver no solo tareas de control sino también de regulación, para este fin el sistema operativo de S5-95U incorpora un regulador PID llamable desde el programa. Este controlador esta fijamente integrado en las funciones del autómata por lo que no ocupa espacio adicional de memoria de usuario.

### **Módulos Funcionales Cargables**

Se ofrecen este tipo de módulos que incluyen estructuras de programa ya terminadas para resolver secuencias funcionales complejas de uso frecuente. Estos son fáciles de integrar al programa y reducen el esfuerzo de programación.

Junto a las funciones de control lógico, en procesos de producción se presentan también otras tareas como por ejemplo, la regulación o funciones de comunicación con periféricos. Para estas misiones se ofrecen también módulos de ampliación especiales para el autómata.

### **Procesadores de Comunicación (CP)**

Gracias a sus interfases integradas, los procesadores de comunicaciones permiten establecer enlaces punto a punto con impresoras, computadores o periféricos.

### **Aparatos de Comunicación y Visualización (TD, OP)**

El funcionamiento de la instalación automatizada puede seguirse con aparatos de operación y visualización especialmente adaptados al autómata. Los visualizadores de textos (TD) informan del curso del proceso; los paneles de operador (OP) permiten intervenir en el proceso en caso de necesidad.

## CAPITULO II

### DISEÑO DEL PANEL DE SIMULACION

---

#### 2.1 Introduccion

En el presente capítulo, se describe al módulo de simulación, con sus respectivos esquemas, tipos de entradas y salidas, sus características y especificaciones técnicas.

Primeramente, se establece qué es un módulo de simulación y cual es el objeto de este en nuestro estudio, seguidamente, se analiza cada una de sus entradas y salidas, así como los cálculos realizados para el diseño de cada uno de los componentes a utilizar.

Para la realización del diseño de el módulo de simulación, se establecen criterios de protección para las salidas y entradas, además, como se detallará mas adelante, la parte de diseño también involucra la realización mecánica del módulo para lo cual se dan esquemas acotados elementales que han sido desarrollados.

#### 2.2 El Módulo de Simulación

##### 2.2.1 Función del Módulo de Simulación

Todos los procesos industriales pueden ser representados a escala para tener de ellos una mejor visualización y comprensión de sus formas de control, esto es, tener a las entradas y salidas de nuestro autómatas señales de voltaje y corriente adecuadas a sus niveles de trabajo, y de esa manera poder tener un prototipo de proceso controlado a escala. Pero tal representación para cada uno de los miles de procesos que se pueden dar en todos los campos de aplicación de los PLC's sería aparte de complicada, de costos muy elevados. Pero sin embargo, algunos de los procesos mas típicos si han sido representados en tal forma para fines didácticos.

Otra desventaja de este tipo de representación es en cuanto a su poca flexibilidad para tener por ejemplo un número específico de señalización de entradas y salidas; ante todas estas situaciones, se presenta la alternativa de simulación de entradas y salidas de cualquier proceso, presentando esto la ventaja de poder ampliar a los procesos ya representados en la forma arriba descrita.

Es decir, que para mejorar la forma de visualización de un determinado proceso y poder probar el correcto funcionamiento de un programa de control se plantea la opción del módulo de simulación, el cual con sus respectivos y adecuados niveles de voltaje y corriente permite concentrar todas estas ventajas sin tener que depender de la implementación de un modelo a escala.

### 2.2.2 Módulo de Entradas Digitales

Dentro de los tipos de señales que el SU-95U es capaz de manejar, se encuentran las señales digitales, las cuales para nuestro caso, se accesan al autómatas desde el módulo de simulación de tres formas diferentes, siendo estas :

- Por medio de representación BCD
- Por medio de interruptores de simulación y
- Por medio de conectores para procesos externos

Cada uno de éstas formas de entradas digitales son necesarias en módulo de acuerdo a la naturaleza de la práctica que se desarrolle.

El acceso de señales en código BCD hace necesario para cuando se deben trabajar con elementos específicos de la programación del autómatas. Esta forma de entradas digitales, se establece por medio de micro interruptores, cuyo funcionamiento establece el orden de activado o desactivado para las respectivas entradas dependiendo del número representado.

El funcionamiento de este elemento del simulador permite accesar un número que es inmediatamente representado mecánicamente y cuyo efecto eléctrico es la apertura o cierre de interruptores internos, los cuales establecen la representación en código BCD del mismo. El número BCD es representado por medio de un conjunto binario de cuatro bits, pudiéndose representar hasta cuatro números en código BCD.

Otra de las formas de entradas digitales es por medio de interruptores de simulación los cuales están conectados en paralelo a las otras señales y envían al autómatas la información de qué



entrada está siendo activada en ese momento. El funcionamiento de este interruptor activa una luz (LED) que nos indica el cierre de un circuito y la consecuente habilitación de la entrada.

Finalmente dentro de las formas de entradas de las señales digitales, se tienen los conectores o terminales para conectores de procesos externos al simulador, su funcionamiento activa también una luz y se utilizan más que todo con las tabletas didácticas que acompañan al resto del equipo del laboratorio.

El diagrama de bloques de las entradas digitales en sus diferentes formas de acceso, se representa en la Fig. 2.1. Para este caso, el esquema representado es casi exactamente el mismo esquema real de conexiones puesto que ningún elemento contiene elementos internos que necesiten una mayor profundidad de análisis; por lo que lo único que ha sido necesario calcular en el diagrama es la resistencia del diodo emisor de luz, cuyo cálculo es como sigue:

$$R = \frac{(V - V_d)}{I_d}$$

y donde:

V , voltaje de trabajo del autómata (24vdc)

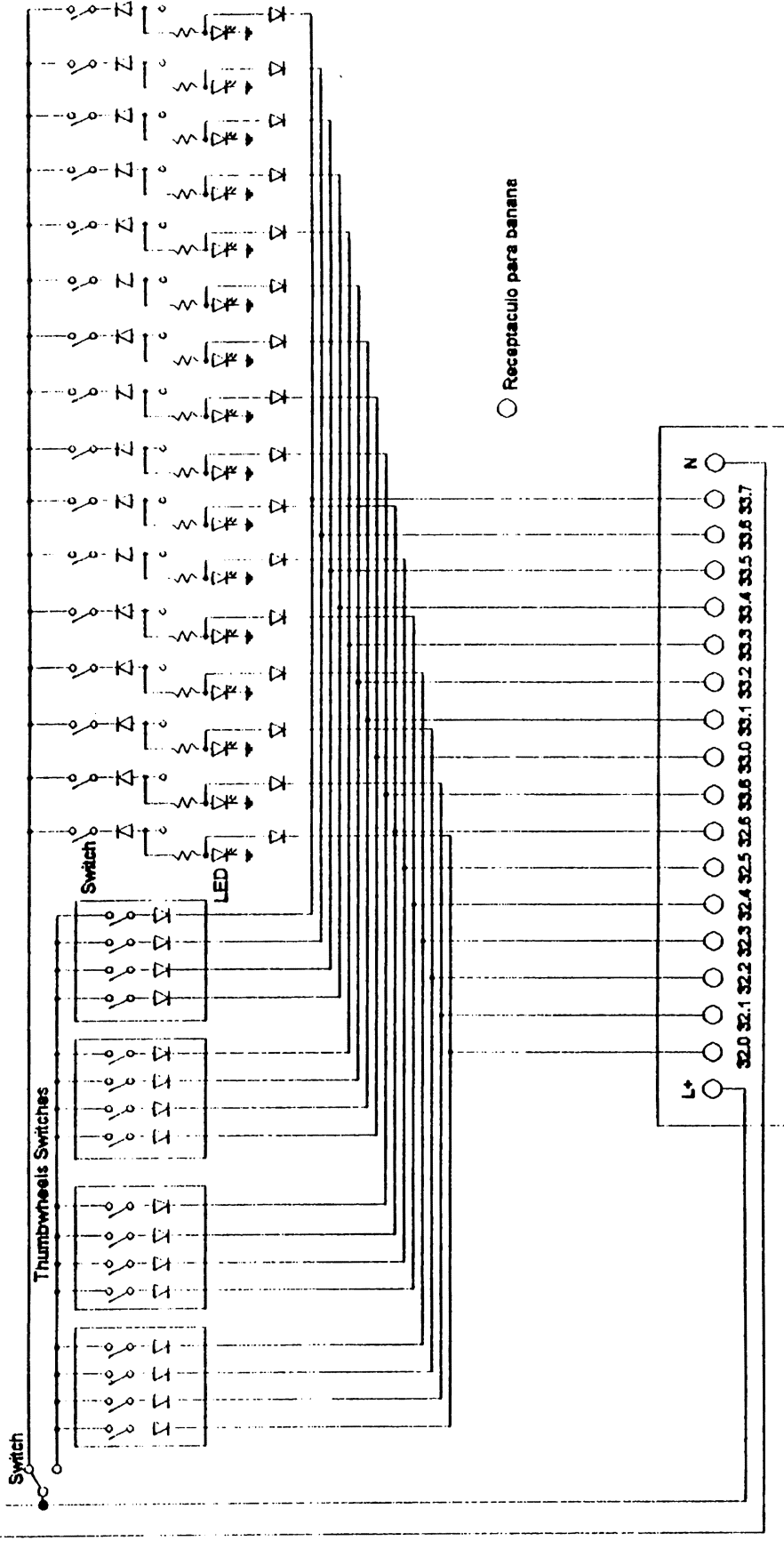
$V_d$  , caída de tensión del diodo en directa (1.1vdc)

$I_d$  , corriente nominal de trabajo para el diodo (10mA)

con lo que la resistencia aproximada es de 330Ω

0 Vdc

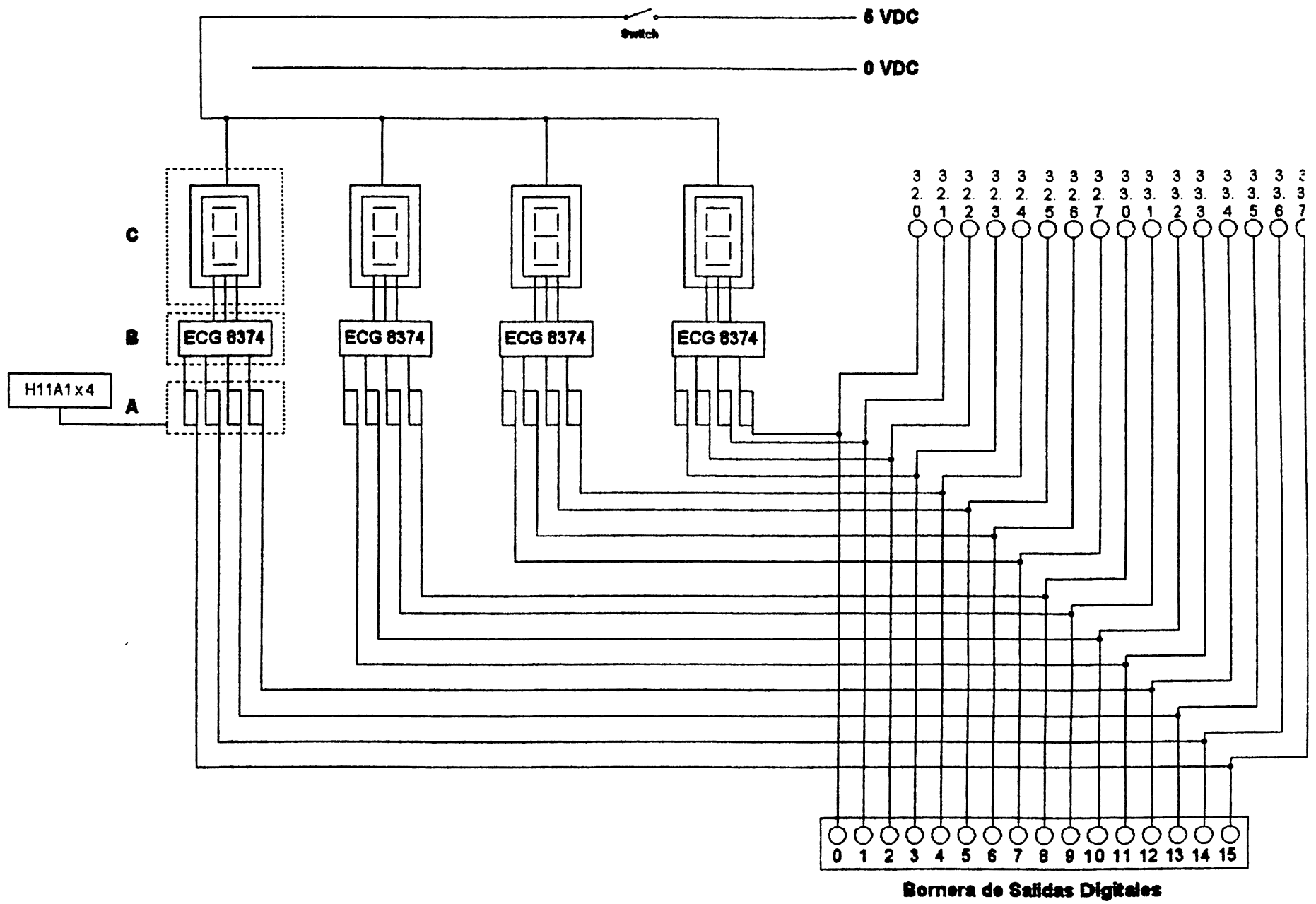
24 Vdc



○ Receptaculo para banana

### Borrera de Entradas Digitales

Fig. 2.1 Diagrama Esquemático de Entradas Digitales



### 2.2.3 Módulo de Salidas Digitales.

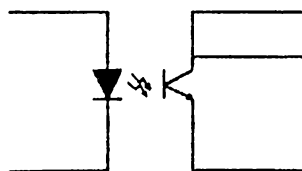
Luego de procesadas las señales por el autómata, este las envía a los elementos dentro de el simulador con los cuales el usuario puede interpretarlas, visualizarlas e introducir las a un proceso. Para esto, los elementos dentro del módulo de simulación que han sido diseñados para su respectiva presentación y visualización son el presentador de siete segmentos y los diodos emisores de luz.

El diagrama de bloques es el que se muestra en la Fig. 2.2 y en él se pueden ver varias partes las cuales serán descritas a continuación, presentando a su vez los circuitos internos que dichos bloques conllevan, así como sus respectivos cálculos para la implementación de los mismos.

#### a) Circuito acondicionador de señal.

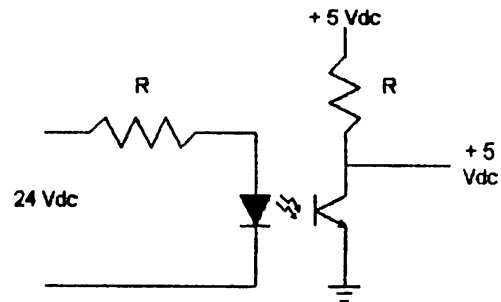
Una vez procesadas las señales por el autómata, éste las envía al simulador para su respectiva representación o para poder enviarla hacia otro proceso, pero como una medida de protección así como para convertir al adecuado nivel de voltaje de operación de los decodificadores (Lógica TTL), existe una parte de éste circuito que separa a los posibles efectos de una falla en la entrega de dicha señal (La cuál puede ser un cortocircuito o inversión de polaridad); este circuito de protección se ha diseñado a partir de optocopladores y los cálculos de sus parámetros son mostrados a continuación:

De las características eléctricas del optocoplador (H11A1x4), se tiene que la caída de voltaje en el diodo es de 1.1 V y su valor de corriente de trabajo respectivo es de 10 mA.



**Fig. 2.3 (a) Modelo Eléctrico**

El circuito que representa el modelo eléctrico del optocoplador se muestra en la Fig. 2.3 (a) y en la Fig. 2.3 (b) puede verse el esquema de conexiones de la misma.



**Fig. 2.3(b) Circuito de aislamiento y conversión de nivel**

Resolviendo la malla de la Fig. 2.3 (b) para R, se tiene:

$$24 + (R * 10mA) + 1.1 = 0$$

con lo que R es aproximadamente igual a 2.3 K $\Omega$ .

De la misma manera, para la resistencia del lado del transistor, con  $V = 5 \text{ Vdc}$ , y  $V_o = 5 \text{ Vdc}$ , se tiene un valor de resistencia de 10 K $\Omega$ .

#### b) El Circuito del Decodificador de BCD a Siete Segmentos.

Una vez protegido el circuito y fijado el voltaje de 5 Vdc, la señal continúa hasta el decodificador de señal BCD a siete segmentos (IC-74LS48). Este recibe la señal BCD para ser visualizada en los presentadores de siete segmentos.

Para los optocopladores, así como para otros elementos de la circuitería del simulador, se ha tenido la necesidad de establecer un nivel de voltaje fijo de 5 Vdc por medio de reguladores (LM7805 y LM7905).

#### c) El Grupo de Presentadores de Siete Segmentos.

Finalmente, la señal es presentada en forma BCD, mediante cuatro presentadores de siete segmentos, para los cuales se ha tomado el valor de resistencia de 330 $\Omega$  (Valor promedio sugerido por el fabricante para una mejor vida útil del elemento presentador).

#### **d) Salida de Señales a Procesos.**

Otra forma de salida desde el panel de simulación, es a través de los receptáculos de salida para procesos externos. Este tipo de salida tiene particular importancia para cuando se trabaja con las tabletas didácticas que acompañan al resto del equipo o bien para cuando se ha montado algún proceso simulado especial que necesite señal digital a 24 Vdc y cuya demanda de corriente para la salida no exceda los 0.5 A.

Para el caso de la salida a procesos, los diagramas esquemáticos son similares a los de entrada digital, por lo que no necesitan mayor profundidad de análisis y su representación circuital se puede ver en el diagrama de bloques de la Fig. 2.2

#### **2.2.4 Módulo de Entradas Analógicas.**

Muchas de las funciones en las que un autómata de la familia Simatic puede ser empleado, tienen que ver con un tipo diferente de señales de entradas y salidas, esto es, manejar señales diferentes a las digitales a 24 Vdc y considerar a éstas dentro de la gama de selección necesaria para la completa implementación de nuestro módulo de simulación.

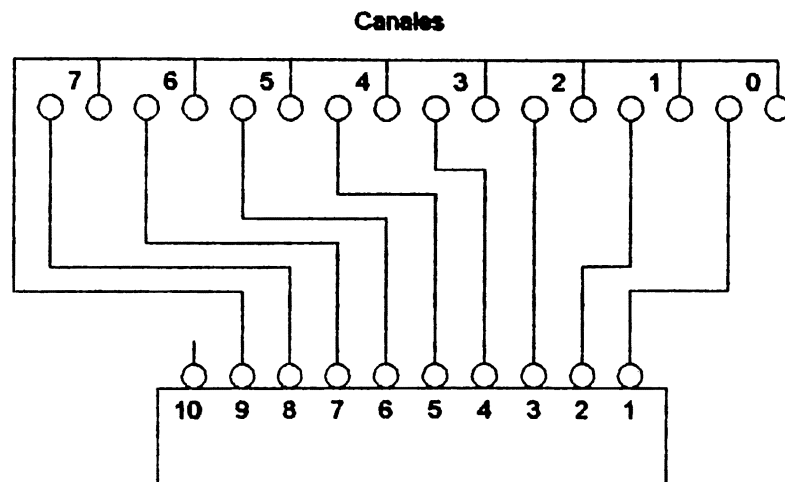
Una señal analógica es aquella que varía su valor en forma continua en el tiempo, para el autómata se tiene que esos valores analógicos oscilan en el rango de 0 a +10 Vdc. En los apartados siguientes, se describen los diferentes circuitos para las entradas y salidas analógicas, siendo éstos accesados al S5-95U por medio de canales que posteriormente serán descritos.

Para poder establecer la comunicación correcta con el autómata y poder simular diferentes tipos de procesos o implementar circuitos a diferentes valores de voltaje y corriente, se hace necesario poder contar con los siguientes circuitos con los cuales es posible obtener información de parámetros, ajustar esos parámetros a niveles adecuados de voltaje y corriente, poder visualizarlos y, por supuesto poder enviarlos a algún proceso exterior.

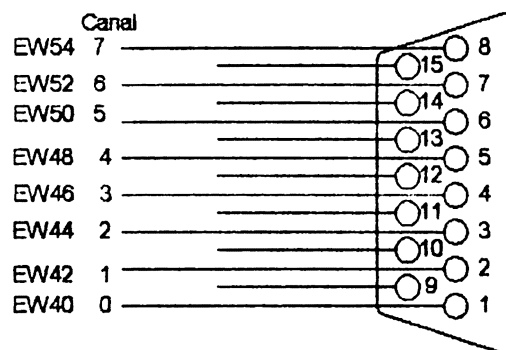
#### **□ Receptáculos de Entradas Analógicas.**

La Fig.2.4 muestra los diferentes canales de entradas analógicas mediante los cuales es posible llevar la información al autómata (8 en total); además se muestra la forma en que han sido

distribuidos en el cable interfase de conexión al autómata; el cuál posee quince pines y es conectado a la parte frontal del mismo.



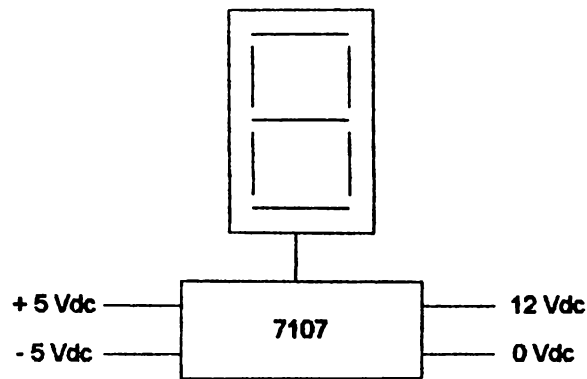
**Fig. 2.4(a) Bornera de Entradas Analógicas**



**Fig. 2.4(b) Conector para los canales de entrada**

#### □ Circuito Decodificador Análogo - Digital

Es el circuito que ha sido implementado para el voltímetro digital, el cuál permitirá leer el valor exacto de voltaje proporcionado por la fuente variable. La Fig. 2.5 muestra el diagrama de bloques del mismo.

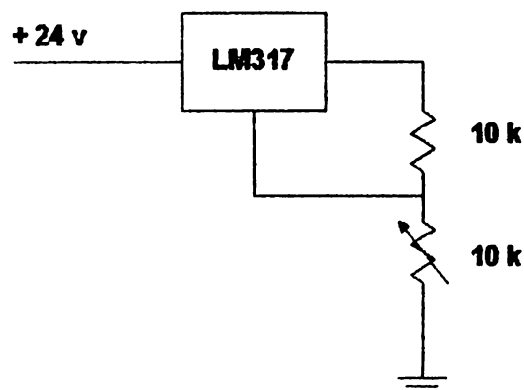


**Fig. 2.5 Diagrama de bloques del voltímetro digital**

El convertidor análogo - digital, ocupa para su operación dos fuentes separadas de voltaje de +5 Vdc y -5 Vdc aplicados a los pines 1 y 26 respectivamente y permite un margen de variación de +6 Vdc a -9Vdc. La Fig. 2.6 muestra la circuitería necesaria para la operación del voltímetro digital proporcionada por el fabricante; esta es la encargada de ayudarle al integrado a la conversión del valor análogo para ser presentado en el conjunto de siete segmentos.

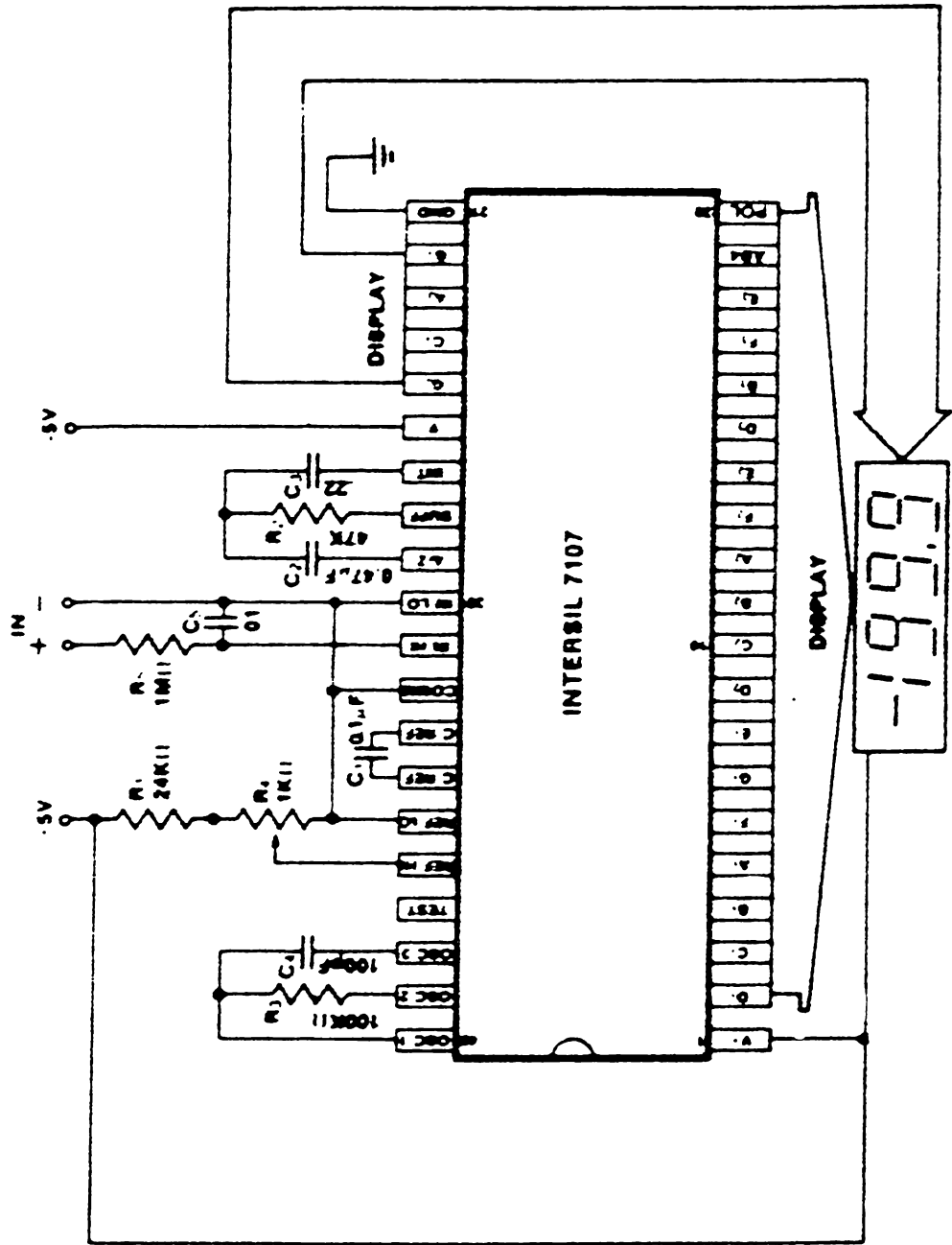
❑ Fuente Variable.

Otro de los circuitos útiles en la parte de entradas analógicas, es el de la fuente variable, la cuál nos permite alimentar a diferentes voltajes los elementos que necesitan ser conectados a los canales de entrada analógica del autómata. Este circuito ha sido implementado a partir de un regulador de voltaje que puede ser variado desde (para este caso en particular) 0 a 10 Vdc y este es el LM317, cuya configuración circuital para este caso el mostrada en la Fig. 2.7



**Fig. 2.7 Fuente variable para entradas analógicas**





Los valores de resistencias han sido calculados a partir de la ecuación:

$$V_o = V_r * \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) + I_{aj} R_2$$

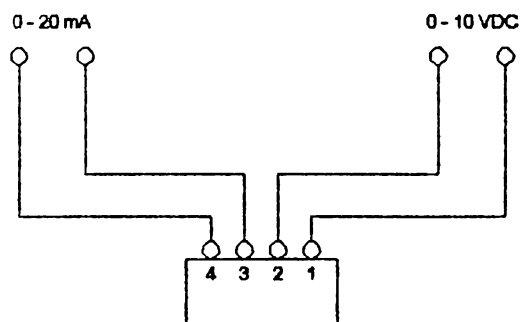
y donde:  $V_o$ , voltaje deseado a la salida

$V_r$ , voltaje de referencia entre el ajuste y la salida (1.25 V)

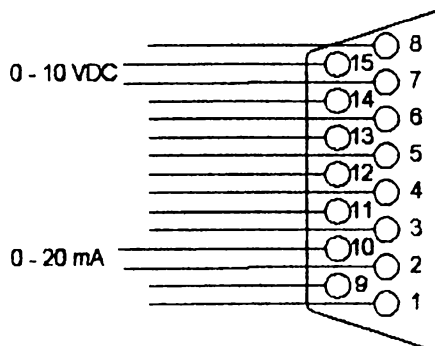
$I_{aj}$ , corriente nominal del integrado (100 mA)

### 2.2.5 Módulo de Salidas Analógicas

Una vez procesada la información por el PLC, éste permite al usuario el acceso a la misma a través de dos canales de salida analógica; uno de los cuales está diseñado para corrientes desde 0 a 20 mA y el otro para voltajes desde 0 a 10 Vdc. Esto se consigue a través de una interfase de 15 pines (junto con las entradas analógicas), y desde el modulo de simulación es posible manejar la señal en un proceso externo cualquiera. El diagrama de conexiones y la asignación de los pines respectivos en el interfase se muestra en la Fig. 2.8



**Fig. 2.8(a) Bornera de salidas analógicas**



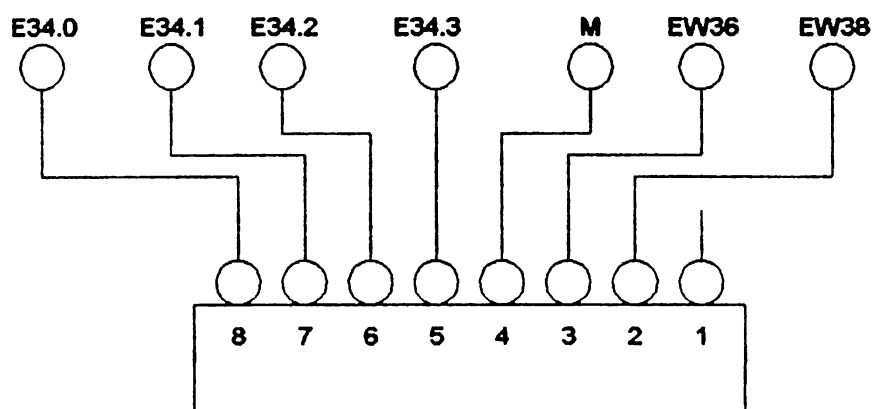
**Fig. 2.8(b) Conector de entradas/salidas analógicas**

### 2.2.6 Entradas de Alarma y Contador

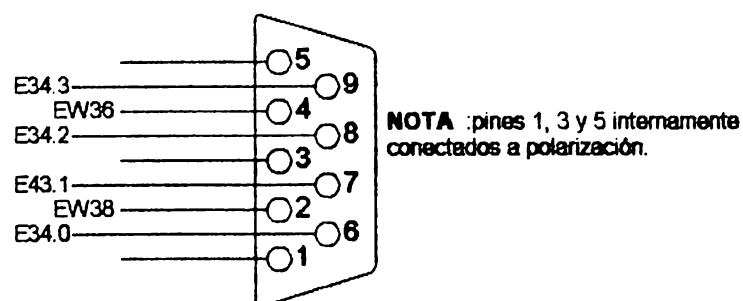
Como se mencionó en el capítulo precedente, el S5 - 95 U, posee entradas de alarma que permiten el envío de una señal de alarma o la interrupción de un proceso determinado si algo anormal se presentase en el mismo, este tipo de señales se introducen al PLC a través de los canales de alarmas respectivos.

Además el PLC es capaz de manejar entradas de contador a dos diferentes frecuencias de conteo (2 y 5 KHz).

Todo esto se consigue a través de una interfase de 9 pines conectada directamente al PLC y prevista en las borneras adecuadas dentro del módulo de simulación, tal y como se muestra en la Fig. 2.9



**Fig. 2.9(a) Bornera de alarma y contador**



**Fig. 2.9(b) Conector de entradas de alarma y contador**

### 2.2.7 Nomenclatura de Direccionamiento y Acceso

El módulo de simulación, posee la misma nomenclatura y direccionamiento del autómata para su respectiva periferia integrada, la cuál está formada por las entradas y salidas situadas en el propio autómata.

El módulo de simulación las designa de la siguiente forma:

Las entradas digitales siempre están precedidas de una letra "E" y para las salidas se antepone la letra "A"; en el caso de entradas y salidas analógicas, deberá escribirse "EW" y "AW" respectivamente.

\* Entradas y Salidas Digitales (32)

Numeradas desde E/A 32.0 a E/A32.7 y desde E/A33.0 a E/A33.7

\* Entradas y Salidas Analógicas (9)

Numeradas desde EW40 a EW54 para las entradas y AW40 para la salida

\* Entradas de Alarma y Contador

Para las alarmas numeradas desde E34.0 a E34.3

Para el contador A (2Khz): EW 36, contador B (5 Khz) : EW 38

### 2.2.8 Fuente de Alimentación

Para la fuente general de alimentación ha sido implementado el circuito de la Fig. 2.10 y para el mismo se han considerado los valores de carga promedio de los diferentes circuitos que hasta acá se han presentado. Luego de establecer las necesidades de voltaje y corriente, los parámetros eléctricos para los cuales la fuente fue diseñada son:

Voltaje Primario: 120 VAC

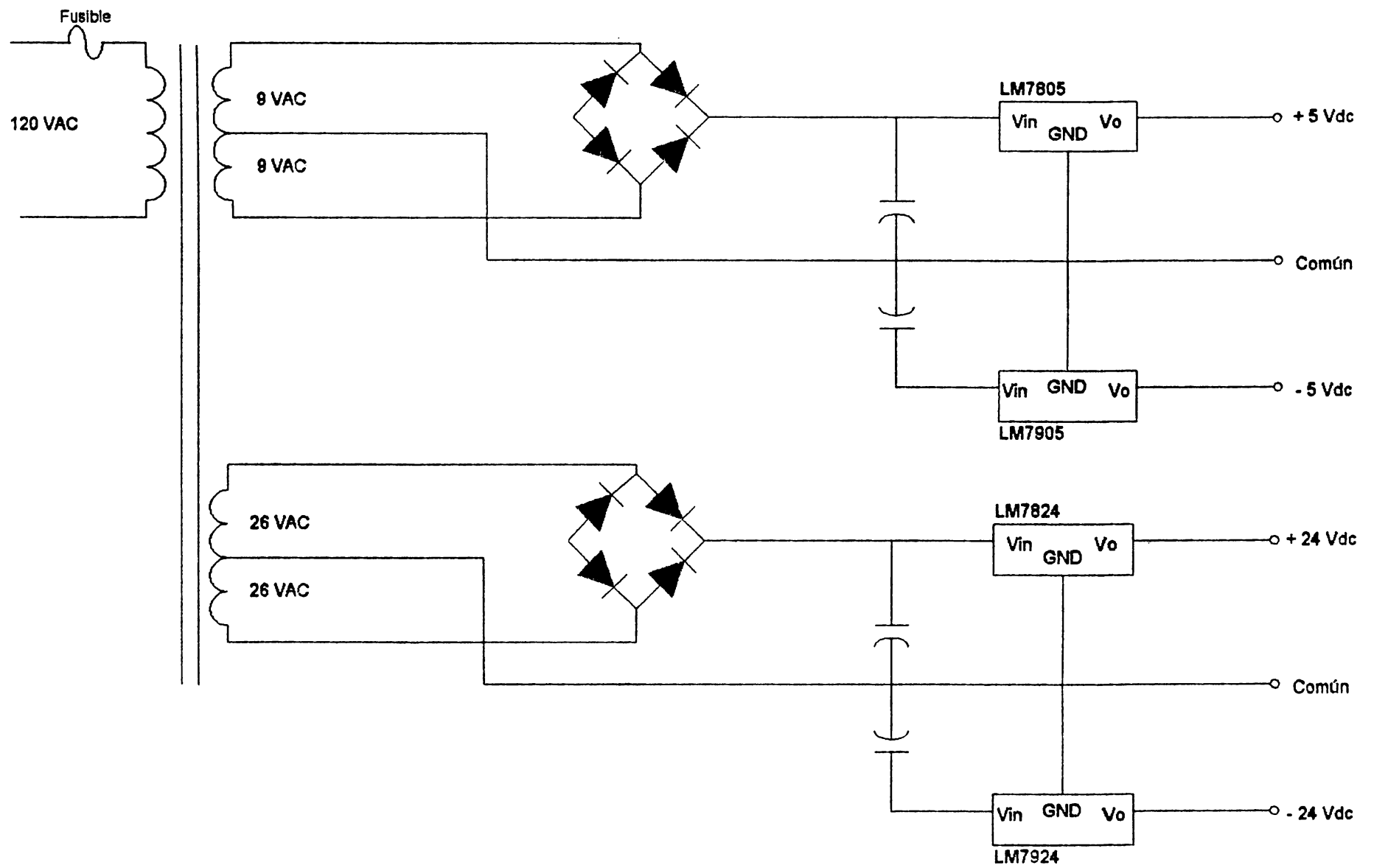
Voltajes Secundarios: 18 VAC y 52 VAC ambos con derivación central

Corrientes Secundarias: 1.7 A y 2.5 A

Fusible estimado de acuerdo al consumo: 3 A

Tipo de ventilación: Forzada por medio de ventilador y a través de disipadores de calor en los reguladores de voltajes.

Los dos circuitos secundarios poseen una etapa de filtrado consistente en capacitores electrolíticos y una etapa de regulación que consiste en reguladores de voltaje positivos y negativos.



**Fig. 2.10 Fuente de Alimentación General**

Las especificaciones de cada uno de los elementos utilizados en la implementación de la fuente así como del resto de circuitería del simulador es presentada en el apartado de listado de componentes y en las hojas de especificaciones técnicas en los anexos.

### 2.2.8 Listado de Componentes

Los diferentes elementos que fueron necesarios para la realización de el módulo de simulación son mencionados a continuación con algunas de sus características técnicas; para algunos de ellos se puede encontrar mayor información en los anexos del documento.

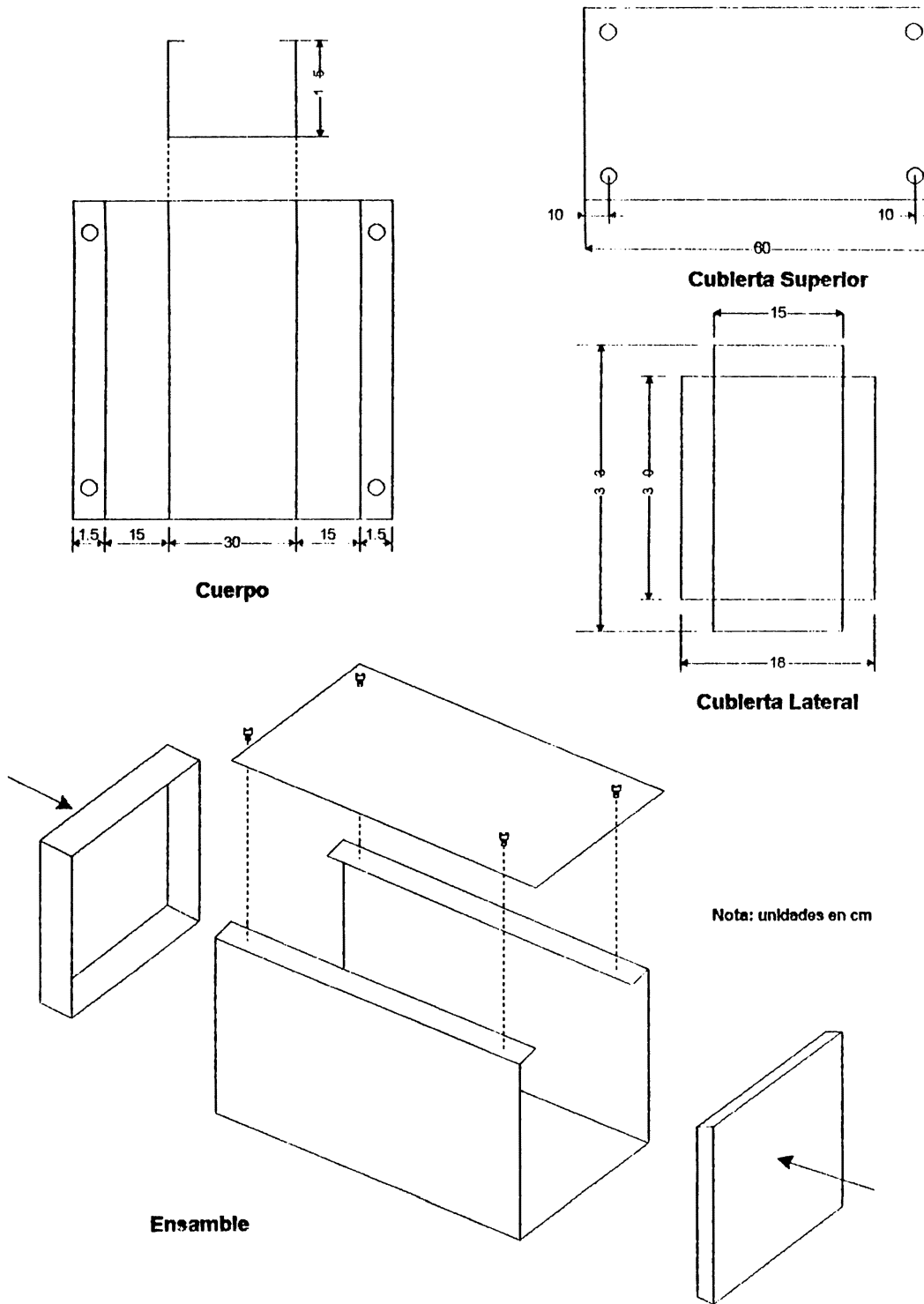
<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
65	Receptáculos para banana
17	Interruptores corrientes
4	Interruptores Thumbwheels
16	Diodos Emisores de Luz
8	Display's de siete segmentos
2	Potenciometro de 10 K $\Omega$
4	Borneras corrientes
1	Ventilador 120 VAC
36	Diodos 1N4104
4	Diodos 1N4105
4	Decodificadores IC74LS48
4	Optocopladores H11A1x4
1	Interfase 15 pines
1	Interfase 9 pines
1	IC7107 convertidor A/D
6	Reguladores LM78xx
1	Regulador LM317
2	Condensadores 3300 $\mu$ F/50 V
2	Condensadores 2200 $\mu$ F/30 V
1	Transformador 2 secundarios
1	Fusible 3 A
60	Resistencias varias
15	Capacitores varios

Los valores de capacitores y resistencias que se denominan como varios, pueden ser leídos en los diagramas correspondientes de los circuitos descritos anteriormente.

### 2.2.9 Esquemas Acotados

Finalmente, para la elaboración de el módulo de simulación se diseño la estructura física en donde todos los circuitos estarían contenidos, los diagramas a partir de los cuales se ha desarrollado la misma se pueden ver en la Fig. 2.11; y estos son:

- Esquemas de desarrollo de piezas
- Esquema de montaje
- Vistas laterales de piezas



**Fig. 2.11 Diagrama Esquemático del Panel Simulador**



## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DE GUÍAS**

---

#### **3.1 Introducción.**

En este capítulo, se describe a los elementos que nos ayudarán para el desarrollo y elaboración de las guías que correspondan al nivel de ingeniería. Tales elementos corresponden a conceptos, el lenguaje de programación propio de la familia Simatic STEP5, así como la forma en que se evaluarán los resultados de aprendizaje que se espera alcanzar con dichas guías de laboratorio.

El capítulo describe la forma de programación del autómatas S5-95U, sus diferentes módulos y por supuesto se dan las guías separadas en nivel básico y avanzado al final del capítulo.

Cabe acá mencionar, que el propósito de este tipo de guías, es proporcionarle al estudiante las herramientas de programación para que esté en la posibilidad de responder en la solución de un problema real planteado haciendo uso de sus propios criterios. Con este tipo de guías, se pretende salir del típico esquema de aprendizaje de verificación de resultados y se enfocan más los problemas a casos reales.

#### **3.2 Conceptos Generales.**

Antes de elaborar cualquier material con fines de enseñanza, se hace necesario plantear una metodología a seguir para lograr una maximización del recurso por medio del cual se transmitirá el conocimiento; y todo esto nos lleva a definir una serie de conceptos que para nuestro caso nos permiten visualizar hacia adonde queremos llegar y el camino a seguir.

En los capítulos precedentes, se definieron algunos conceptos que serán de gran utilidad para la mejor comprensión de este trabajo; sin embargo, es necesario definir algunos otros conceptos adicionales a medida que nos vamos adentrando en el tema.

### 3.2.1 Método de Enseñanza.

Según el pedagogo Emideo G. Nérci, el método de enseñanza, es el conjunto de momentos y técnicas lógicamente coordinados para dirigir el aprendizaje del alumno hacia determinados objetivos.

Los métodos de enseñanza tienen, diferentes formas de clasificación, pero para este caso se le clasifica de acuerdo a la forma de razonamiento en método deductivo y método inductivo, siendo los dos de particular importancia para el trabajo que se pretende realizar.

Se sabe además, que dentro de la formación profesional, los conocimientos no deben ser suministrados como un fin, sino como un medio para alcanzar el dominio de métodos y técnicas de investigación para que el estudiante sea capaz de enfrentar las diferentes situaciones de su ejercicio profesional.

### 3.2.2 Método Inductivo.

Cuando el asunto estudiado se presenta por medio de casos particulares, sugiriéndose que se descubra el principio general que los rige, se está refiriéndose al método inductivo. La importancia de este es que en lugar de partir de la conclusión final, se ofrecen al alumno los elementos que originan las generalizaciones y se lo lleva inducir, dado que es un método que se basa en la experiencia, en la observación, en los hechos.

Ahora, se puede establecer que parte del material didáctico a realizar, basará su estrategia en este método, debido a que primeramente, se pretende dar al estudiante las herramientas necesarias

para el conocimiento de programación del autómeta, y esto no puede establecerse de otra manera, sino a través del método inductivo.

### 3.2.3 Método Deductivo.

Cuando el asunto estudiado procede de lo general a lo particular, el método es deductivo; En el método deductivo, se presentan definiciones, principios, afirmaciones o conceptos de los cuales van siendo extraídas conclusiones y consecuencias. Para el caso de búsqueda de soluciones al problema de control de procesos en el laboratorio de PLC's, se presentan conceptos de programación, formas lógicas y estructuradas de búsqueda de soluciones de las cuales el estudiante va formando su propio criterio y razonamiento en la solución de un problema particular.

Una vez definidos los dos métodos que se utilizarán como base para el material a elaborar, se define en que parte del mismo serán utilizados. Primeramente para dar toda la conceptualización y transmisión de conocimientos de programación, se partirá del método inductivo, por cuanto como ya se dijo es la única forma de hacerlo; posteriormente a esta etapa, ya cuando el estudiante tenga todas las herramientas de programación, se le pedirá la solución de un problema real planteado para lo cuál el método deductivo le permitirá encontrar las soluciones.

### 3.3 Estructura de las Guías.

Partiendo de la metodología definida, las guías de laboratorio se estructuran de la siguiente forma :

#### Objetivos.

Es la sección de la guía en donde se definen el o los objetivos que la práctica pretende alcanzar; es decir lo que el estudiante debe ser capaz de hacer una vez finalizada la misma.

#### □ Introducción Teórica.

Es la parte de la guía en donde se dan los conceptos de programación referidos al tema a desarrollar y en donde se da un pequeño resumen de la práctica anterior.

#### □ Ejemplos.

En donde al estudiante se le presentan ejercicios resueltos con los conceptos de programación que se pretende enseñar; así como la forma de dar las instrucciones desde el teclado hacia el autómata.

#### □ Resumen de la Práctica.

Es la sección de la guía en donde se elabora el resumen de lo mas importante a recordar en la práctica realizada y que servira de base para la siguiente práctica.

#### □ Problemas Propuestos.

Una vez desarrollados los conceptos teóricos, los ejemplos y alguna información adicional según sea el caso, se plantean problemas reales para que el estudiante sea capaz de dar soluciones apropiadas.

#### □ Hoja de Instructor.

En la cuál se tienen las soluciones a los problemas propuestos en la guía del estudiante con los respectivos comentarios del programa, puntos claves a tratar en la práctica y la hoja de evaluación o lista de cotejo.

Las guías a elaborar han sido divididas en nivel básico y nivel avanzado, en las primeras, será necesario ir desarrollando paso a paso el concepto a enseñar, pero a medida que el estudiante vaya conociendo la forma de dar las instrucciones al PLC, el proceso de enseñanza será un poco mas dinámico.

En la primera guía se da la información necesaria para que el estudiante conozca al autómata, entrenador, teclado y paquete de programación STEP5, como una forma de que este material sea de apoyo o consulta para el resto de guías; por lo que a ésta se le ha llamado guía del usuario.

## **CAPITULO IV**

### **PLAN DE MANTENIMIENTO Y CONTROL DE INVENTARIO**

---

#### **4.1 Introducción.**

En este capítulo, se desarrollan los conceptos relacionados a los controles de inventario y mantenimientos preventivos de los diferentes equipos del laboratorio de automatización con PLC's del departamento de electrónica de la Universidad Don Bosco.

Tales mantenimientos, son los recomendados por el fabricante de los equipos según el número de horas de servicio de los mismos. El control de inventario se ha desarrollado a partir de un programa en FOXPRO el cual contiene la respectiva base de datos de los diferentes equipos clasificados por códigos de inventario.

En este capítulo se describen las diferentes rutinas de mantenimiento y al programa y se presenta el respectivo manual de usuario para la operación del mismo.

#### **4.2 Tipos de Mantenimientos.**

Los tipos de mantenimiento se dividen en dos grandes grupos los cuales son :

- 1. Mantenimiento Correctivo**
- 2. Mantenimiento Preventivo.**

El primero de ellos consiste en el mantenimiento para corrección de fallas que se dan en los equipos y es realizado después que ésta se ha presentado. Dependiendo de la falla este tipo de mantenimiento puede ser dividido en muchos otros grupos.

El mantenimiento preventivo, tiene como objetivo principal minimizar los paros no programados en el sistema, así como el de maximizar la vida útil del equipo.

Dentro de este último concepto, se ha desarrollado un control de mantenimiento preventivo para los diferentes elementos que lo requieran dentro de los equipos del laboratorio de automatización

con PLC's de la Universidad Don Bosco. Los equipos que deben someterse a un chequeo de este tipo son básicamente los autómatas de la familia SIMATIC y las rutinas de mantenimiento sugeridas por el fabricante y el tiempo en que deben de realizarse están descritas e identificadas alfabéticamente en la siguiente tabla :

<b>TIPO</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FRECUENCIA</b>
A	Cambio de batería de respaldo	1 vez al año
B	Comprobar buen funcionamiento	1 Vez al año o después de un préstamo
C	Revisión de bananas y accesorios	cada 2 meses
D	Limpieza y revisión física externa	cada mes

Los elementos dentro del laboratorio para los cuales se especifican las anteriores rutinas de mantenimiento se muestran en la siguiente tabla :

<b>EQUIPO/TIPO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Autómatas programables SIMATIC	X	X	X	X
Cables de conexión PG e interfases		X	X	
Módulos periféricos externos		X	X	X
Fuentes de poder		X		X
Entrenadores y tabletas de simulación		X	X	X

#### 4.3 Control de Inventario.

Para el control de inventario ha sido desarrollado un programa en FOXPRO para el laboratorio, en el cuál se presentan las diferentes opciones que sirven de herramientas para controlar el buen y eficiente manejo de los equipos del laboratorio.

Los siguientes párrafos, describen la forma de operación del programa así como las bondades con las cuales fue creado.

## **Programa de Mantenimiento y Control de Inventario**

El programa ha sido creado en FOXPRO y en el mismo se maneja una gran cantidad de información respecto de los equipos que se utilizan en el laboratorio de automatización del departamento de electrónica.

Para acceder al programa, se puede hacer desde dos formas posibles :

Desde FOXPRO

Desde MS-DOS

Para ingresar a través de FOXPRO, debe darse el comando de ejecución DO y el respectivo archivo ejecutable del programa "LOPEZ".

Pero la manera mas sencilla de entrar al programa es a través de MS-DOS digitando directamente "LOPEZ".

Una vez en el programa, se pide la palabra clave para poder acceder la información dentro del mismo<sup>1</sup>. Digitando la misma, se accesa a la primera pantalla del programa la cuál se denomina MENU PRINCIPAL y que contiene las siguientes opciones :

1. Inventarios
2. Consultas
3. Reportes
4. Misceláneos
5. Salir

### **1. Inventarios.**

Dentro de este menú, se encuentran los submenús Instrumentos y Movimientos, por medio de los cuales, se actualizan los diferentes registros de la base de datos.

#### **Instrumentos.**

Acá se encuentran las opciones necesarias para actualizar los registros de los instrumentos del laboratorio de automatización, siendo éstas :

- a) Agregar; que es la opción que permite agregar un instrumento nuevo dentro de la base de datos. Al seleccionar esta opción se pregunta el código de inventario asignado para el nuevo elemento, la descripción, marca y fecha de compra del mismo.
- b) Modificar. Por si se cometió algún error al digitar cualquier dato o se desea cambiar algo de las especificaciones dadas en Agregar, es posible hacerlo a través de esta opción.

---

1. Palabra en mención solo se encuentra en el manual del usuario proporcionado para el departamento de electrónica.



- c) **Elim/Recu.** Que es la opción para marcas registros que se quieran eliminar o recuperar los que estén marcados como eliminados. El termino de eliminado marca al registro para evitar que existan con este operaciones en el submenú de Movimientos.
- d) **Salir,** que es la opción por medio de la cual regresa al menu Mantenimientos.

Respecto de las longitudes creadas para cada dato solicitado para la base de datos, estas han sido asignadas con los siguientes valores:

<b>Código del instrumento :</b>	<b>5 caracteres (numeros o letras)</b>
<b>Descripción del instrumento :</b>	<b>30 caracteres (numeros o letras)</b>
<b>Marca :</b>	<b>15 caracteres (numeros o letras)</b>
<b>Fecha de compra :</b>	<b>bajo el formato día/mes/año (dd/mm/yy)</b>

## **Movimientos**

Dentro del cuál se encuentran las opciones para actualizar los diferentes movimientos que tienen los elementos. Las opciones bajo este submenú son las siguientes :

- a) **Préstamo:** Para acceder información referente a la persona que entrega el equipo, descripción y uso, departamento y nombre de la persona que presta el equipo, y fecha prevista de devolución.
- b) **Devoluciones.** Una vez prestado algún instrumento, los datos se guardan en el archivo de devoluciones. Cuando estos equipos regresan al laboratorio, se ingresan los datos relativos a la fecha de devolución, quien recibe y en que estado el equipo.

## **2. Consultas.**

A este menu pertenecen las operaciones que puede acceder el usuario para obtener información de los elementos de la base de datos del sistema de inventario, siendo estas :

- a) **Por código;** que nos permite al acceder un código específico de inventario de un elemento, obtener la información de este contenida en el submenú Instrumentos.
- b) **General;** la cuál da un listado en pantalla de todos los registros en el submenú Instrumentos.
- c) **Prestados;** para obtener un listado en pantalla de los equipos que han sido prestados y no han sido devueltos; es decir, presenta la información del archivo Prestamos en pantalla.

- d) **Mantenimientos;** para obtener el listado de los equipos que a la fecha de consulta deben de someterse a la rutina de mantenimiento respectiva.

El menu Consultas es básicamente una opción para presentar reportes en pantalla de los registros contenidos en otros archivos.

### **3. Reportes.**

A diferencia del menu Consultas, este menu permite la impresión de los reportes solicitados y esto es posible a través de las siguientes opciones:

- a) **General;** que permite imprimir un listado de los elementos dentro de la base de datos del sistema de control de inventario, presentando en dicha impresión datos del menu Instrumentos.
- b) **Prestados;** el cual imprime un reporte de todos los elementos que están prestados en ese momento.
- c) **Historial;** por medio del cual, al escribir el código del elemento deseado, imprime todos los movimientos de préstamo que este ha tenido hasta la fecha.

### **4. Misceláneos.**

Por medio de este menu, es posible ejecutar diferentes operaciones dentro de la base de datos.

Las opciones presentadas son:

- a) **Indexar.** Permite ordenar la base de datos en forma secuencial (En caso que los códigos sean numéricos) o alfabética.
- b) **Empacar.** Permite borrar los registros marcados con eliminar en el submenú ELIM/RECU.
- c) **Back Up.** Es la base de respaldo con la que cuenta el sistema para el almacenamiento de todos los registros.
- d) **Restore.** Permite llamar al Back Up del sistema cuando es necesario.

### **5. Salir.**

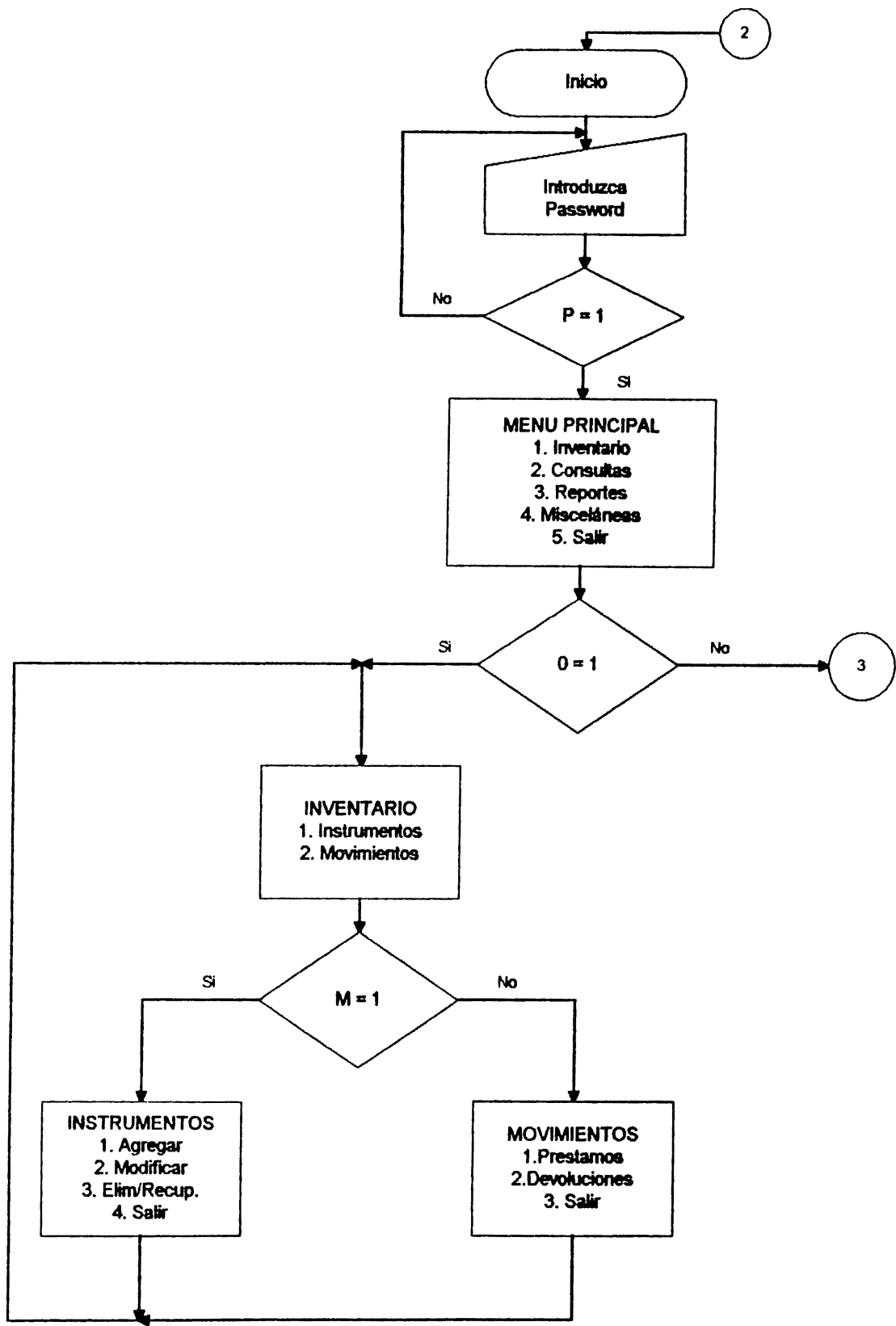
Que permite la salida del sistema de control de inventarios con las dos opciones:

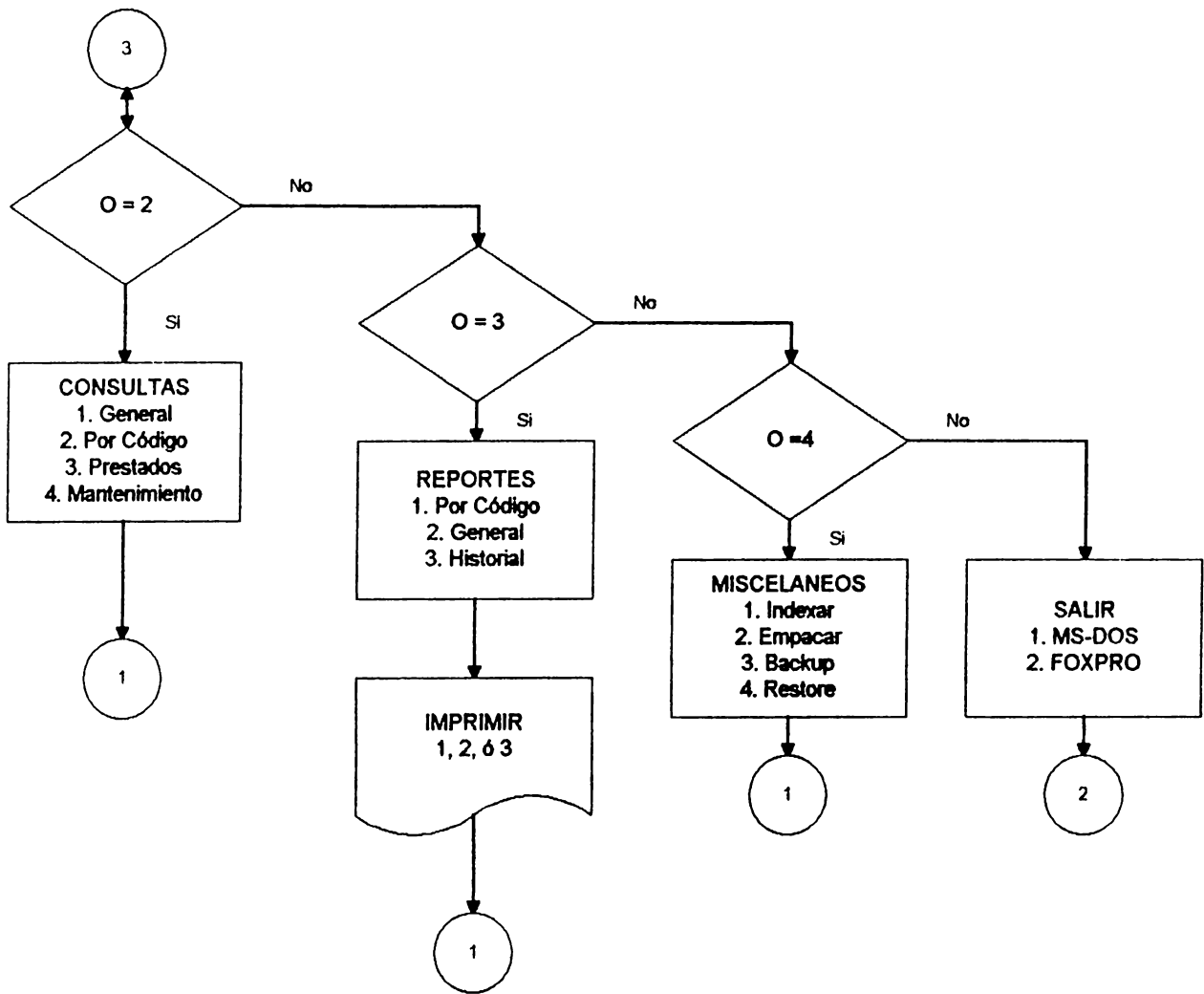
- a) **MS-DOS;** devuelve al prompt del DOS bajo el directorio SISTEMA.
- b) **FOXPRO;** devuelve a la pantalla principal del FOXPRO, para hacer algún ajuste o visualizar alguna parte del programa

El programa desarrollado para el control de inventario, puede ser perfectamente utilizado para el control de los mantenimientos de los diferentes equipos por medio de las opciones de los reportes impresos de Historial y los reportes en pantalla Consultas; debido a que las fechas de compra y el uso dado a los equipos son de particular importancia para el mantenimiento sugerido en los párrafos precedentes.

#### 4.4 Flujoograma de Operación del Programa de Control de Inventario

En la siguiente figura, se describe la forma lógica en que el programa de control de inventario opera con las diferentes opciones y la interconexión entre estas.





#### 4.5 Listado del Programa de Control de Inventario.

Las siguientes líneas describen las instrucciones en y comandos en FOXPRO con los cuales ha sido posible la elaboración del programa de control de inventario. Aunque en ellas pudieran cambiarse algunas instrucciones de acuerdo a la conveniencia del usuario; dichos cambios no pueden realizarse al programa de instalación bajo el archivo LOPEZ contenido dentro del directorio SISTEMA.

```

1 ***** PROGRAMA MENU MAESTRO DEL SISTEMA *****
2 ***** IDENTIFICADO TESIS.PRS *****
3 -----*
4
5
6
7 GET TALK OFF
8 SET SCOREBOARD OFF
9 SET BELL OFF
10 SET CONFIRM OFF
11 SET MESSAGE TO 24
12 SET DEVICE TO SCREEN
13 SET PROCEDURE TO PROCESS
14
15 SET COLOR OF SCHEME 2 TO 6,7
16 SET COLOR OF NORMAL TO 2
17 SET COLOR OF BOX TO 2
18
19 PUBLIC RESP,CLAVE,LLAVE
20 LLAVE='TESIS'
21
22 CLEAR
23 DO PRESENTACION
24 DO PASSWORD WITH 'ENTER YOUR PASSWORD ---->',20,CLAVE
25 CLEAR
26 DO PORTADA
27 DO CENTRA WITH 'M E N U P R I N C I P A L' 4
28
29 DEFINE MENU MAESTRO
30 DEFINE PAD MANTENIMIENTOS OF MAESTRO PROMPT '\<MANTENIMIENTOS' AT 8,4:
31 MESSAGE '-- MANTENIMIENTOS DE ARCHIVOS DEL SISTEMA --'
32 DEFINE PAD CONSULTAS OF MAESTRO PROMPT '\<CONSULTAS' AT 8,24:
33 MESSAGE '-- CONSULTAS DEL SISTEMA --'
34 DEFINE PAD REPORTES OF MAESTRO PROMPT '\<REPORTES' AT 8,39:
35 MESSAGE '-- REPORTES DEL SISTEMA --'
36 OFFLINE PAD MISCELANEOS OF MAESTRO PROMPT 'M\<MISCELANEOS' AT 8,54:
37 MESSAGE '-- PROCESOS MISCELANEOS DEL SISTEMA --'
38 DEFINE PAD SALIR OF MAESTRO PROMPT '\<SALIR' AT 8,58:
39 MESSAGE '-- FIN DEL PROGRAMA --'
40
41 DEFINE POPUP MANTENIMIENTOS FROM 8,5
42 DEFINE BAR 1 OF MANTENIMIENTOS PROMPT '\<INSTRUMENTOS':
43 MESSAGE '-- MANTENIMIENTO A LOS INSTRUMENTOS --'
44 DEFINE BAR 2 OF MANTENIMIENTOS PROMPT '\<MOVIMIENTOS':
45 MESSAGE '-- PRESTAMOS Y DEVOLUCIONES DE INSTRUMENTOS --'
46
47 DEFINE POPUP CONSULTAS FROM 8,24
48 DEFINE BAR 1 OF CONSULTAS PROMPT 'PER \<CODIGO':
49 MESSAGE '-- CONSULTA POR CODIGO DEL INSTRUMENTO --'
50 DEFINE BAR 2 OF CONSULTAS PROMPT '\<GENERAL':
51 MESSAGE '-- CONSULTA DE INSTRUMENTOS EXISTENTES EN EL LABORATORIO --'
52
53 DEFINE BAR 3 OF CONSULTAS PROMPT '\<PRESTADOS':
54 MESSAGE '-- CONSULTA DE INSTRUMENTOS PRESTADOS Y NO DEVUELTOS --'
55
56 DEFINE POPUP REPORTES FROM 8,39
57 DEFINE BAR 1 OF REPORTES PROMPT '\<GENERAL':
58 MESSAGE '-- REPORTE DE INSTRUMENTOS EXISTENTES EN EL LABORATORIO --'
59 DEFINE BAR 2 OF REPORTES PROMPT '\<PRESTADOS':
60 MESSAGE '-- REPORTE DE INSTRUMENTOS PRESTADOS Y NO DEVUELTOS --'
61 DEFINE BAR 3 OF REPORTES PROMPT '\<HISTORIAL':
62 MESSAGE '-- REPORTE DEL HISTORIAL DE UN INSTRUMENTO --'
63
64 DEFINE POPUP MISCELANEOS FROM 8,54
65 DEFINE BAR 1 OF MISCELANEOS PROMPT '\<INDEXAR':
66 MESSAGE '-- RECONSTRUCCION DE INDICES --'

```

```

        MESSAGE  --*-- ELIMINACION DE REGISTROS MARCADOS --*--
65 DEFINE BAR 3 OF MISCELANEOS      PROMPT '\<BACK UP ;
66     MESSAGE  --*-- COPIA DE RESPALDO DE ARCHIVOS DEL SISTEMA --*--
70 DEFINE BAR 4 OF MISCELANEOS      PROMPT '\<RESTORE ;
71     MESSAGE  --*-- RESTAURA COPIA DE RESPALDO DE ARCHIVOS DEL SISTEMA --*--
72
73 DEFINE POPUP SALIR                FROM 8,68
74 DEFINE BAR 1 OF SALIR             PROMPT '\<MS-DOS';
75     MESSAGE  '--*-- SALIR AL SISTEMA OPERATIVO --*--'
76 DEFINE BAR 2 OF SALIR             PROMPT '\<FOXPRO';
77     MESSAGE  '--*-- SALIR A FOX-PRO --*--'
78
79 ACTIVADO=.T.
80 SAVE SCREEN TO SALVAPANTAMENU
81 DO WHILE ACTIVADO
82     RESTORE SCREEN FROM SALVAPANTAMENU
83     ON SELECTION PAD MANTENIMIENTOS OF MAESTRO ACTIVATE POPUP
84 MANTENIMIENTOS
85     ON SELECTION PAD CONSULTAS     OF MAESTRO ACTIVATE POPUP CONSULTAS
86     ON SELECTION PAD REPORTES      OF MAESTRO ACTIVATE POPUP REPORTES
87     ON SELECTION PAD MISCELANEOS   OF MAESTRO ACTIVATE POPUP MISCELANEOS
88     ON SELECTION PAD SALIR         OF MAESTRO ACTIVATE POPUP SALIR
89     ON SELECTION POPUP MANTENIMIENTOS DO MANTENI WITH BAR()
90     ON SELECTION POPUP CONSULTAS   DO CONSART WITH BAR()
91     ON SELECTION POPUP REPORTES     DO REPOART WITH BAR()
92     ON SELECTION POPUP MISCELANEOS DO MISCART WITH BAR()
93     ON SELECTION POPUP SALIR       DO SALIART WITH BAR()
94     ACTIVATE MENU MAESTRO
95 ENDDO
96 RELEASE SALVAPANTAMENU
97 RELEASE MENU MAESTRO
98 CLOSE ALL
99 CLEAR MEMORY
100
101 PROCEDURE SALIART
102 PARAMETERS BAR
103     HIDE MENU MAESTRO
104     HIDE POPUP SALIR
105     DO CASE
106         CASE BAR = 1
107             QUIT
108         CASE BAR = 2
109             DO FIN-PROG
110     ENDCASE
111     DEACTIVATE POPUP SALIR
112 RETURN
113
114 PROCEDURE FIN-PROG
115     ACTIVADO=.F.
116     CLEAR
117     DEACTIVATE MENU MAESTRO
118 RETURN
119
120 PROCEDURE MISCART
121 PARAMETERS BAR
122     HIDE MENU MAESTRO
123     HIDE POPUP MISCELANEOS
124     DO CASE
125         CASE BAR = 1
126             DO INDEXAR
127         CASE BAR = 2
128             DO EMPACAR
129         CASE BAR = 3
130             DO BACKUP

```



```

132 ENDCASE
133 DEACTIVATE POPUP MISCELANEOS
134 RETURN
135
136 PROCEDURE INDEXAR
137 USE ARTICULO
138 INDEX ON COD_ART TO INARTCOD
139 USE PRESTAMO
140 INDEX ON COD_ART TO INPRECOD
141 USE ARCHIVO
142 INDEX ON COD_ART TO INARCCOD
143 CLOSE DATABASE
144 RETURN
145
146 PROCEDURE EMPACAR
147 USE ARTICULO INDEX INARTCOD
148 PACK
149 CLOSE DATABASE
150 RETURN
151
152 PROCEDURE BACKUP
153 COPY FILE ARTICULO.DBF TO ARTICULO.COP
154 COPY FILE PRESTAMO.DBF TO PRESTAMO.COP
155 COPY FILE ARCHIVO.DBF TO ARCHIVO.COP
156 COPY FILE INARTCOD.IDX TO INARTCOD.COP
157 COPY FILE INPRECOD.IDX TO INPRECOD.COP
158 COPY FILE INARCCOD.IDX TO INARCCOD.COP
159 RETURN
160
161 PROCEDURE RESTORE
162 COPY FILE ARTICULO.COP TO ARTICULO.DBF
163 COPY FILE PRESTAMO.COP TO PRESTAMO.DBF
164 COPY FILE ARCHIVO.COP TO ARCHIVO.DBF
165 COPY FILE INARTCOD.COP TO INARTCOD.IDX
166 COPY FILE INPRECOD.COP TO INPRECOD.IDX
167 COPY FILE INARCCOD.COP TO INARCCOD.IDX
168 RETURN
169
170 PROCEDURE REPOART
171 PARAMETERS BAR
172 HIDE MENU MAESTRO
173 HIDE POPUP REPORTES
174 DO CASE
175 CASE BAR = 1
176 DO REPO1
177 CASE BAR = 2
178 DO REPO2
179 CASE BAR = 3
180 DO REPO3
181 ENDCASE
182 DEACTIVATE POPUP REPORTES
183 RETURN
184
185 PROCEDURE REPO1
186 IF SYS(13) = "OFFLINE"
187 DO MENSAJE WITH IMPRESOR NO PREPARADO >>>'.23
188 RETURN
189 ENDIF
190 IF PROW() # 0
191 SET PRINTER TO NUL
192 EJECT
193 SET PRINTER TO
194 ENDIF
195 COPY ARTICULO INDEX INARTCOD

```

```

203     PAGINA=1
204     DO WHILE ! EOF(
205         IF PROW()=0
206             @PROW()      . 0 SAY CHR(27) + 4
207             @PROW()      . ) SAY CHR(27) + 'E'
208             @PROW() + 1,70 SAY 'PAGINA'
209             @PROW()      ,76 SAY PAGINA PICT '999'
210             SET PROC TO PROCESS
211             DO CENTRAR WITH '--' UNIVERSIDAD DON BOSCO '--',3
212             DO CENTRAR WITH '--' DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA '--',1
213             DO CENTRAR WITH '--' LABORATORIO DE AUTOMATIZACION CON PLC
214             '--',1
215             DO CENTRAR WITH '--' REPORTE DE INSTRUMENTOS EXISTENTES '--',1
216             @PROW()+ 3, 1 SAY 'CODIGO'
217             @PROW()      ,10 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO'
218             @PROW()      ,45 SAY 'MARCA'
219             @PROW()      ,65 SAY 'F.COMPRA'
220             @PROW()+ 1, 0 SAY REPLICATE('= ',80)
221             @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + 'E'
222             ENDIF
223             @PROW()+ 1, 1 SAY COD_ART PICT '@!'
224             @PROW()      ,10 SAY NOMB ART PICT '@!'
225             @PROW()      ,45 SAY MAR_ART PICT '@!'
226             @PROW()      ,65 SAY FED_COM PICT '99/99/99'
227             @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + 'E'
228             IF PROW() >=54
229                 PAGINA = PAGINA+1
230                 EJECT
231             ENDIF
232             SKIP
233         ENDDO
234         @PROW )+ 1, 0 SAY REPLICATE('= ',80)
235         @PROW )+ 1, 0 SAY CHR(27) + 'F'
236         @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + '5'
237         EJECT
238         SET DELETED OFF
239         SET DEVICE TO SCREEN
240         CLOSE DATABASE
241     RETURN
242
243 PROCEDURE REPO2
244     SELECT 1
245     USE ARTICULO INDEX INARTCOD
246     SELECT 2
247     USE PRESTAMO INDEX INPRECOD
248     IF SYS(13)="OFFLINE"
249         DO MENSAJE WITH      IMPRESOR NO PREPARADO      ,23
250         RETURN
251     ENDIF
252     IF PROW() # 0
253         SET PRINTER TO NUL
254         EJECT
255         SET PRINTER TO
256     ENDIF
257     SELECT 2
258     SET DEVICE TO PRINTER
259     PAGINA=1
260     DO WHILE ! EOF(
261         IF PROW()=0
262             @PROW()      . 0 SAY CHR(27) + '4
263             @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + 'E'
264             @PROW()+ 1,70 SAY 'PAGINA'
265             @PROW()      ,76 SAY PAGINA PICT '999'
266             SET PROC TO PROCESS

```

```

266 *** 1
267 DO CENTRAR WITH *** LABORATORIO DE AUTOMATIZACION CON PLO
268 DEUELTOF *** ,1
269 @PROW()+ 3, 0 SAY 'CODIGO'
270 @PROW() , 7 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO'
271 @PROW() ,39 SAY 'PRESTADO A'
272 @PROW() ,70 SAY 'F.PRESTAMO'
273 @PROW()+ 1, 0 SAY REPLICATE('= ',80)
274 @PROW() , 0 SAY CHR(27) + 'E'
275 ENDIF
276 @PROW()+ 1, 0 SAY COD_ART PICT '@!'
277 MCODIGO=COD_ART
278 SELECT 1
279 SEEK MCODIGO
280 @PROW() , 7 SAY NOMB_ART PICT '@!'
281 SELECT 2
282 @PROW() ,39 SAY NOMB_PRE PICT '@!'
283 @PROW() ,71 SAY FEC_PRE PICT '99/99/99'
284 @PROW() , 0 SAY CHR(27) + 'E'
285 IF PROW() >= 54
286 PAGINA=PAGINA+1
287 EJECT
288 ENDIF
289 SKIP
290 ENDDO
291 @PROW() , 0 SAY CHR(27) + 'E'
292 @PROW()+ 1, 0 SAY REPLICATE('= ',80)
293 @PROW() , 0 SAY CHR(27) + 'F'
294 @PROW() , 0 SAY CHR(27) + '5'
295 EJECT
296 SET DEVICE TO SCREEN
297 CLOSE DATABASE
298 RETURN
299
300 PROCEDURE REPOS
301 DO WHILE .T.
302 SELECT 1
303 USE ARTICULO INDEX INARTCOD
304 SELECT 2
305 USE ARCHIVO INDEX INARCCOD
306 IF SYS(13)="OFFLINE"
307 DO MENSAJE WITH IMPRESOR NO PREPARADO >>>',23
308 RETURN
309 ENDIF
310 SELECT 1
311 NREG=RECNO()
312 MCODIGO=SPACE(LEN(COD_ART))
313 @ 8,35 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
314 @ 8, 3 SAY INGRESA CODIGO DEL INSTRUMENTO:
315 @ 8,35 SET MCODIGO PICT '@!'
316 READ
317 IF EMPTY(MCODIGO)
318 @ 8, 2 CLEAR TO 8.50
319 EXIT
320 ENDIF
321 SEEK MCODIGO
322 IF .FOUND()
323 DO MENSAJE WITH INSTRUMENTO NO EXISTENTE, VERIFIQUE CODIGO
324 ,23
325 GOTO NREG
326 @ 8, 2 CLEAR TO 8.50
327 EXIT
328 ENDIF

```

```

133         SET PRINTER TO
134     ENDF
135 SET DEVICE TO PRINTER
136 PAGINA=1
137 SELECT 2
138 DO WHILE EOF()
139     IF PROW()=0
140         @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + '4'
141         @PROW()      , 0 SAY CHR(27) + 'E'
142         @PROW()+ 1,70 SAY 'PAGINA'
143         @PROW()      ,76 SAY PAGINA PICT '999'
144     SET PROC TO PROCESS
145     DO CENTRAR WITH '--- UNIVERSIDAD DON BOSCO ---',3
146     DO CENTRAR WITH '--- DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA ---',1
147     DO CENTRAR WITH '--- LABORATORIO DE AUTOMATIZACION CON PLC
148     ---',1
149     DO CENTRAR WITH '--- HISTORIAL DE UN INSTRUMENTO ---',1
150     SELECT 1
151     @PROW()+ 3, 1 SAY 'CODIGO:'
152     @PROW()      , 9 SAY COD_ART PICT '@'
153     @PROW()      ,20 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO:'
154     @PROW()      ,50 SAY NOMB_ART PICT '@'
155     @PROW()+ 1, 1 SAY 'MARCA:'
156     @PROW()      , 9 SAY MAR_ART PICT '@'
157     @PROW()      ,20 SAY 'FECHA DE COMPRA:'
158     @PROW()      ,50 SAY FEC_COM PICT '99/99/99'
159     @PROW()+ 2, 0 SAY REPLICATE(' ',50)
160     @PROW()+ 1, 1 SAY 'F.PRESTAMO'
161     @PROW()      ,13 SAY 'PRESTADO A'
162     @PROW()      ,44 SAY 'DEPARTAMENTO'
163     @PROW()      ,60 SAY 'F.DEVOLUCION'
164     @PROW()+ 1, 0 SAY REPLICATE(' ',50)
165     ENDF
166     SELECT 2
167     IF cod_art=acodigo
168         @PROW()+ 1, 1 SAY FEC_PRE PICT '99/99/99'
169         @PROW()      ,13 SAY NOMB_PRE PICT '@'
170         @PROW()      ,44 SAY DEP_PRE PICT '@'
171         @PROW()      ,60 SAY FEC_DEV PICT '99/99/99'
172     IF PROW() >= 54
173         PAGINA=PAGINA+1
174     EJECT
175     endif
176     skip
177     else
178         skip
179     endif
180     ENDDO
181     @PROW()+ 1, 0 SAY REPLICATE(' ',50)
182     EJECT
183     SET DEVICE TO SCREEN
184     @ 3,2 CLEAR TO 8,50
185     CLOSE DATABASE
186 ENDDO
187 RETURN
188
189 PROCEDURE COMART
190     PARAMETERS BAR
191     DE MENU BARBRO
192     HIDE POPUP CONSULTAS
193     DO CASE
194         CASE Bar =
195             DO COME1

```

```

399          DO CONSB
400      ENDPAGE
401      DEACTIVATE POPUP CONSULTAS
402      TURN
403
404  PROCEDURE CONS1
405      DO CENTRA WITH '--' CONSULTA POR CODIGO DEL INSTRUMENTO '--',4
406      DO WHILE .T.
407          USE ARTICULO INDEX INARTCOD
408          @ 6, 5 SAY CODIGO DEL INSTRUMENTO : COLOR G+
409          NREG=RECNO()
410          MCODIGO=SPACE(LFN(COD_ART))
411          @ 6,36 GET MCODIGO PICT '@!'
412          READ
413          IF EMPTY(MCODIGO)
414              @ 6, 1 CLEAR TO 6,78
415              @ 8, 1 CLEAR TO 15,78
416              EXIT
417          ENDF
418          SEEK MCODIGO
419          IF ! FOUND()
420              DO MENSAJE WITH INSTRUMENTO NO EXISTENTE>> ,23
421              GOTO NREG
422          ELSE
423              DO MASCARA_ART
424              DO REG_ACT_ART
425          ENDF
426      ENDDO
427      @ 4, 1 CLEAR TO 4,78
428      DO CENTRA WITH 'M E N U P R I N C I P A L',4
429      CLOSE DATABASE
430      RETURN
431
432  PROCEDURE CONS2
433      USE ARTICULO INDEX INARTCOD
434      LINEA= 8
435      DO CENTRA WITH '--' CONSULTA GENERAL DE INSTRUMENTOS EXISTENTES--',4
436      @ 6, 1 SAY 'CODIGO' COLOR G+
437      @ 6,10 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO' COLOR G+
438      @ 6,45 SAY 'MARCA' COLOR G+
439      @ 6,65 SAY 'F. COMPRA' COLOR G+
440      DO WHILE ! EOF()
441          @ LINEA, 1 SAY COD_ART PICT '@!'
442          @ LINEA,10 SAY NOMB_ART PICT '@!'
443          @ LINEA,45 SAY MAR_ART PICT '@!'
444          @ LINEA,65 SAY FEC_COM PICT '99/99/99'
445          LINEA=LINEA+1
446          IF LINEA >=23
447              DO MENSAJE WITH '<<< PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR' ,23
448              @ 8, 1 CLEAR TO 22,78
449              LINEA= 8
450          ENDF
451          SKIP
452      ENDDO
453      DO MENSAJE WITH ULTIMO INSTRUMENTO ,23
454      @ 4, 1 CLEAR TO 4,78
455      @ 6, 1 CLEAR TO 6,78
456      @ 8, 1 CLEAR TO 22,78
457      DO CENTRA WITH 'M E N U P R I N C I P A L',4
458      CLOSE DATABASE
459      RETURN
460
461  PROCEDURE CONS3

```

```

462 USE ARTICULO INDEX INARTCOD
463 SELECT 2
464 USE PRESTAMO INDEX INPRECOD
465 LINEA = 3
466 DO CENTRA WITH '--- CONSULTA DE INSTRUMENTOS PRESTADOS Y NO DEVUELTOS
467 ---',4
468 @ 6, 1 SAY 'CODIGO' COLOR G+
469 @ 6, 8 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO' COLOR G+
470 @ 6,39 SAY 'PRESTADO A' COLOR G+
471 @ 6,69 SAY 'F.PRESTAMO' COLOR G+
472 SELECT 2
473 DO WHILE ! EOF()
474 @ LINEA,1 SAY COD_ART PICT '@!'
475 MCODIGO=COD_ART
476 SELECT 1
477 SEEK MCODIGO
478 @ LINEA,8 SAY NOMB_ART PICT '@!'
479 SELECT 2
480 @ LINEA,39 SAY NOMB_PRE PICT '@!'
481 @ LINEA,70 SAY FEC_PRE PICT '99/99/99'
482 LINEA= LINEA+1
483 IF LINEA >= 23
484 DO MENSAJE WITH 'PULSE UNA TECLA PARA CONTINUAR'
485 @ 9,1 CLEAR TO 22,75
486 LINEA=5
487 ENDIF
488 SKIP
489 ENDDO
490 DO MENSAJE WITH '---<<< ULTIMO INSTRUMENTO' .23
491 @ 4, 1 CLEAR TO 4,79
492 @ 5, 1 CLEAR TO 6,78
493 @ 9, 1 CLEAR TO 22,78
494 DO CENTR WITH 'M E N U P R I N C I P A L',4
495 CLOSE DATABASE
496 RETURN
497
498 PROCEDURE MANTENI
499 PARAMETERS BAR
500 HIDE MENU MAESTRO
501 HIDE POPUP MANTENIMIENTOS
502 DO CASE
503 CASE BAR = 1
504 DO MANTART
505 CASE BAR = 2
506 DO MANTMOV
507 ENDCASE
508 DEACTIVATE POPUP MANTENIMIENTOS
509 RETURN

```

```
*****PROCESOS VARIOS DEL SISTEMA*****
*****CONOCIDO COMO PROCESOS.PAB*****
*****
```

```
PROCEDURE CENTRA
  PARA FRASE,FIL
3   COL=(80-LEN(FRASE))/2
4   FOR POSI=1 TO LEN(FRASE)
5     CAR=RIGHT(FRASE,POSI)
6     @FIL,COL SAY CAR COLOR G+
7     FOR TIEMPO=1 TO 140
8     ENDFOR
9   ENDFOR
10  RETURN
11
12 PROCEDURE MENSAJE
13  PARA FRASE,FIL
14  COL=(80-LEN(FRASE))/2
15  SAVE SCREEN TO PANTAMEN
16  DO CENTRA WITH FRASE,FIL
17  WAIT
18  RESTORE SCREEN FROM PANTAMEN
19  RETURN
20
21 PROCEDURE PASSWORD
22  PARA FRASE,FIL,CLAVE
23  COL=(80-LEN(FRASE))/2
24  POS=COL+LEN(FRASE)
25  CLAVE=SPACE(3)
26  CONTA=0
27  DO WHILE .T.
28    CONTA=CONTA+1
29    DO CENTRA WITH FRASE,FIL
30    @FIL,POS SET CLAVE PICT '@!  COLOR N,N/N
31    READ
32    IF CLAVE=LLAVE
33      EXIT
34    ENDFIF
35    IF CONTA=3
36      QUIT
37    ENDFIF
38  ENDDO
39  RETURN
40
41 PROCEDURE PRESENTACION
42  CLEAR
43  DO CENTRAR WITH  C   C   C C C   C CCCCC CCCC   CCC  C CCCC
44  @C,C  CCCC  , 3
45  DO CENTRA WITH  'C   C CC  C C E   C C   C  C C   C  L   E
46  @C,C  C', 4
47  DO CENTRAR WITH  C   C CCC  C E  E   E  E   E  E E   C C   C C
48  @C,C  C', 5
49  DO CENTRA WITH  'C   C C CC  C E  E   CCC  CCCC  CCC  C C   C
50  @C,C,C C  C', 6
51  DO CENTRAR WITH  C   C C  CCC C  C C   E   C  C   C C C   C C
52  @C,C  C', 7
53  DO CENTRA WITH  C   C C  CC C   C  E   C  E   C  C E   C C   C C
54  @C,C  C', 8
55  DO CENTRAR WITH  CCCC   C   CCCCC   C  CCC   CCCC
56  @C,C,C  C', 9
57  DO CENTRA WITH   CCCC   CCC  C   CCCC   CCC   CCC   CCC
58  @C,C,C  ,12
59  DO CENTRAR WITH
```

```

66      DD CENTRA WITH      C  C      C CCC C      C  C C
67      E',14
68      DD CENTRAR WITH     C  C C      C CC C      CCCC C  C  C C
69      E',15
70      DD CENTRA WITH     C  C      C C  CCC      C  C C  C  C  C
71      E',16
72      DD CENTRAR WITH     C  C C      C C  CC      C  C C  C C  C  C
73      E',17
74      DD CENTRA WITH '    CCCC  CCC C  C      CCCC  CCC  CCC  CCC
75      E',18
76      RETURN
77
78
79  PROCEDURE CENTRAR
80      PARA FRASE,LINEAS
81      COL=(80-LEN(FRASE))/2
82      @PROW()+LINEAS,COL SAY FRASE COLOR G+
83  RETURN
84
85  PROCEDURE MASCARA_ART
86      @ 8, 3 SAY '      CODIGO DEL INSTRUMENTO :   COLOR G+
87      @ 9, 3 SAY 'DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO :   COLOR G+
88      @10, 3 SAY '      MARCA DEL INSTRUMENTO :   COLOR G+
89      @11, 3 SAY          FECHA DE COMPRA :   COLOR G+
90  RETURN
91
92  PROCEDURE MASCARA_PRE
93      @13, 2 SAY          NOMBRE A QUIEN SE PRESTA :   COLOR G+
94      @14, 2 SAY          DEPARTAMENTO :   COLOR G+
95      @15, 2 SAY          FECHA DE PRESTAMO :   COLOR G+
96      @16, 2 SAY          NOMBRE DE QUIEN ENTREGA :   COLOR G+
97      @17, 2 SAY          USO QUE TENDRA :   COLOR G+
98      @18, 2 SAY 'FECHA PREVISTA DE DEVOLUCION :   COLOR G+
99  RETURN
100
101  PROCEDURE MASCARA_DEV
102      @20, 2 SAY          FECHA DE ENTREGA :   COLOR G+
103      @21, 2 SAY          NOMBRE DE QUIEN RECIBE :   COLOR G+
104      @22, 2 SAY          OBSERVACIONES :   COLOR G+
105  RETURN
106
107  PROCEDURE REG_ACT_ART
108      @ 6,36 SAY COD_ART  PICT '@!'
109      @ 9,36 SAY NOMB_ART PICT '@!'
110      @10,36 SAY MAR_ART  PICT '@!'
111      @11,36 SAY FEC_DOM  PICT '99/99/99'
112  RETURN
113
114  PROCEDURE REG_ACT_PRE
115      @13,36 SAY NOMB_PRE PICT '@!'
116      @14,36 SAY DEP_PRE  PICT '@!'
117      @15,36 SAY FEC_PRE  PICT '99/99/99'
118      @16,36 SAY NOMB_ENT PICT '@!'
119      @17,36 SAY USO_PRE  PICT '@!'
120      @18,36 SAY POS_ENT  PICT '99/99/99'
121  RETURN
122
123  PROCEDURE REG_ACT_DEV
124      @19,36 SAY FEC_DEV  PICT '99/99/99'
125      @20,36 SAY NOMB_REC PICT '@!'
126      @21,36 SAY OBSERVAC PICT '@!'
127  RETURN
128
129  PROCEDURE PORTADA
130      @ 0, 0 TO 23.79

```



```
111    GO CENTRAR WITH  UNIVERSIDAD DON BOSCO ,
112    GO CENTRAR WITH  DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA , 2
113    GO CENTRAR WITH  LABORATORIO DE AUTOMATIZACION CON PLC ,
114    9.7, 1 TO 7,7E
115 RETURN
116
```

```
***** MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS *****
***** IDENTIFICADO MANTART.PRG *****
```

```
*****
SET TALK OFF
SET SCOREBOARD OFF
8 SET BELL OFF
9 SET CONFIRM OFF
10 SET MESSAGE TO 24
11 SET ESCAPE OFF
12 SET DEVICE TO SCREEN
13 SET PROCEDURE TO PROCESS
14
15 SET COLOR OF SCHEME 2 TO 6,7
16 SET COLOR OF NORMAL TO 2
17 USE ARTICULO INDEX INARTCOD
18
19 CLEAR
20 DO PORTADA
21 DO CENTRA WITH '--- MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS ---', 4
22 DO MASCARA_ART
23
24 DEFINE MENU INSTRUMENTOS
25 DEFINE PAD AGREGAR OF INSTRUMENTOS PROMPT '<AGREGAR>' AT 6,7:
26 MESSAGE '--- ADICION DE NUEVOS INSTRUMENTOS ---'
27 DEFINE PAD MODIFICAR OF INSTRUMENTOS PROMPT '<MODIFICAR>' AT 6,25:
28 MESSAGE '--- MODIFICAR DATOS DEL INSTRUMENTO ACTUAL ---'
29 DEFINE PAD ELIMINAR OF INSTRUMENTOS PROMPT '<ELIM/RECUP>' AT 6,45:
30 MESSAGE '--- ELIMINAR/RECUPERAR EL INSTRUMENTO ACTUAL ---'
31 DEFINE PAD SALIR OF INSTRUMENTOS PROMPT '<SALIR>' AT 6,65:
32 MESSAGE '--- SALIR AL MENU PRINCIPAL ---'
33 ACTIVADO=.T.
34 SAVE SCREEN TO SALVAPANT2
35 DO WHILE ACTIVADO
36 RESTORE SCREEN FROM SALVAPANT2
37 ON SELECTION PAD AGREGAR OF INSTRUMENTOS DO SELECCIONA WITH DO
38 ABREBA'
39 ON SELECTION PAD MODIFICAR OF INSTRUMENTOS DO SELECCIONA WITH DO
40 MODIFICA'
41 ON SELECTION PAD ELIMINAR OF INSTRUMENTOS DO SELECCIONA WITH DO
42 ELIMINA'
43 ON SELECTION PAD SALIR OF INSTRUMENTOS DO SELECCIONA WITH DO
44 SALIR'
45 ACTIVATE MENU INSTRUMENTOS
46 ENDDO
47 RELEASE MENU INSTRUMENTOS
48 CLOSE DATABASE
49 RETURN
50
51 PROCEDURE SELECCIONA
52 PARAMETERS OPCION
53 HIDE MENU INSTRUMENTOS
54 &OPCION
55 DEACTIVATE MENU INSTRUMENTOS
56 RETURN
57
58 PROCEDURE SALIR
59 ACTIVADO=.F.
60 CLEAR
61 DO PORTADA
62 DO CENTRA WITH 'M E N U P R I N C I P A L', 4
63 DEACTIVATE MENU INSTRUMENTOS
RETURN
```

```

63         @ 8,60 SAY          ELIMINADO          COLOR 8+*
64     ELSE
65         @ 8,60 SAY REPLICATE( ' ',17)
66     ENDIF
67 RETURN
68
69 PROCEDURE ELIMINA
70 DO CENTRA WITH '--- ELIMINAR / RECUPERAR ---', 6
71 DO WHILE .T.
72     @ 8,36 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
73     NREG=RECNO()
74     MCOODIGO=SPACE(LEN(COD_ART))
75     @ 8,36 GET MCOODIGO PICT '@!'
76     READ
77     IF EMPTY(MCOODIGO)
78         EXIT
79     ENDIF
80     SEEK MCOODIGO
81     IF ! FOUND()
82         DO MENSAJE WITH          INSTRUMENTO NO EXISTENTE          ,23
83         GOTO NREG
84     ELSE
85         DO REG_ACT_ART
86         IF DELETED()
87             RECALL
88             DO ELIMINADO
89         ELSE
90             DELETE
91             DO ELIMINADO
92         ENDIF
93     ENDIF
94 ENDWHILE
95 RETURN

```

```

96 PROCEDURE MODIFICA
97 DO CENTRA WITH '--- MODIFICAR ---', 6
98 DO WHILE .T.
99     @ 8,60 SAY REPLICATE( ' ',17)
100    @ 8,36 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
101    @ 9,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_ART))
102    @10,36 SAY SPACE(LEN(MAR_ART))
103    @11,36 SAY SPACE(6)
104    NREG=RECNO()
105    MCOODIGO=SPACE(LEN(COD_ART))
106    @ 8,36 GET MCOODIGO PICT '@!'
107    READ
108    IF EMPTY(MCOODIGO)
109        EXIT
110    ENDIF
111    SEEK MCOODIGO
112    IF ! FOUND()
113        DO MENSAJE WITH          INSTRUMENTO NO EXISTENTE          ,23
114        GOTO NREG
115    ELSE
116        DO REG_ACT_ART
117        DO ELIMINADO
118        MNOMBRE=NOMB_ART
119        MMARCA=MAR_ART
120        MFECCHA=FEC_COM
121        @ 9,36 GET MNOMBRE PICT '@!'
122        @10,36 GET MMARCA PICT '@'
123        @11,36 GET MFECCHA PICT '@/##/##'
124        READ

```

```

        REPLACE MAR_ART WITH MMARCA
        REPLACE REC_COM WITH MFECHA
    ENDIF
ENDDO
RETURN
--
--
33 -PROCEDURE AGREGA
39 DO CENTRA WITH '-- AGREGAR --' 6
40 DO WHILE .T.
41 @ 8,36 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
42 @ 9,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_ART))
43 @10,36 SAY SPACE(LEN(MAR_ART))
44 @11,36 SAY SPACE(5)
45 NREG=RECNO()
46 MCOODIGO=SPACE(LEN(COD_ART))
47 @ 8,36 GET MCOODIGO PICT '@!'
48 READ
49 IF EMPTY(MCOODIGO)
50 EXIT
51 ENDIF
52 SEEK MCOODIGO
53 IF FOUND()
54 DO MENSAJE WITH INSTRUMENTO YA EXISTE .23
55 GOTO NREG
56 ELSE
57 MNOMBRE=SPACE(LEN(NOMB_ART))
58 MMARCA=SPACE(LEN(MAR_ART))
59 MFECHA=DATE()
60 @ 9,36 GET MNOMBRE PICT '@!'
61 @10,36 GET MMARCA PICT '@!'
62 @11,36 GET MFECHA PICT '99/99/99'
63 READ
64 APPEND BLANK
65 REPLACE COD_ART WITH MCOODIGO
66 REPLACE NOMB_ART WITH MNOMBRE
67 REPLACE MAR_ART WITH MMARCA
68 REPLACE REC_COM WITH MFECHA
69 ENDIF
70 ENDDO
71 RETURN

```

```

2 ***** MANTENIMIENTO DE ARTICULOS *****
3 ***** IDENTIFICADO MANTMOV.PRG *****
4 *****

```

```

      TALK OFF
      SET SCORECARD OFF
9     SET BELL OFF
9     SET CONFIRM OFF
10    SET MESSAGE TO 24
11    SET ESCAPE OFF
12    SET DEVICE TO SCREEN
13    SET PROCEDURE TO PROCESS
14
15    SET COLOR OF SCHEME 2 TO 6,7
16    SET COLOR OF NORMAL TO 2
17    SELECT 1
18    USE ARTICULO INDEX INARTCOD
19    SELECT 2
20    USE PRESTAMO INDEX INFRECOD
21    SELECT 3
22    USE ARCHIVO INDEX INARCCOD
23    CLEAR
24    DO PORTADA
25    DO CENTRA WITH '--' MANTENIMIENTO DE MOVIMIENTOS '--' , 4
26    DO MASCARA_APT
27
28    DEFINE MENU MOVIMIENTOS
29    DEFINE PAD PRESTAMOS OF MOVIMIENTOS PROMPT '\<PRESTAMOS' AT 6.12:
30    MESSAGE '--' PRESTAMO DE INSTRUMENTOS '--'
31    DEFINE PAD DEVOLUCIONES OF MOVIMIENTOS PROMPT '\<DEVOLUCIONES' AT 6.35:
32    MESSAGE '--' DEVOLUCIONES DE INSTRUMENTOS '--'
33    DEFINE PAD SALIR OF MOVIMIENTOS PROMPT '\<SALIR' AT 6.60:
34    MESSAGE '--' SALIR AL MENU PRINCIPAL '--'
35    ACTIVADO=.T.
36    SAVE SCREEN TO SALVAPANTAS
37    DO WHILE ACTIVADO
38    RESTORE SCREEN FROM SALVAPANTAS
39    ON SELECTION PAD PRESTAMOS OF MOVIMIENTOS DO SELECCIONA WITH
40    'PRESTAMOS'
41    ON SELECTION PAD DEVOLUCIONES OF MOVIMIENTOS DO SELECCIONA WITH '00
42    'DEVOLUCIONES'
43    ON SELECTION PAD SALIR OF MOVIMIENTOS DO SELECCIONA WITH '00
44    'SALIR'
45    ACTIVATE MENU MOVIMIENTOS
46    ENDO
47    RELEASE MENU MOVIMIENTOS
48    CLOSE DATABASE
49    RETURN
50
51    PROCEDURE SELECCIONA
52    PARAMETERS OPCION
53    HIDE MENU MOVIMIENTOS
54    &OPCION
55    DEACTIVATE MENU MOVIMIENTOS
56    RETURN
57
58    PROCEDURE SALIR
59    ACTIVADO=.F.
60    CLEAR
61    DO PORTADA
62    DO CENTRA WITH 'M E N U   P R I N C I P A L' , 4
63    DEACTIVATE MENU MOVIMIENTOS
64    RETURN

```

```

        PROCEDURE ELIMINADO
        IF DELETED()
        @ 8,36 SAY          ELIMINADO          COLOR 6+*
        ELSE
        @ 8,60 SAY REPLICATE(' ',17)
        ENDIF
        RETURN
    73
    74 PROCEDURE ELIMINA
    75     DO CENTRA WITH '--' ELIMINAR  RECUPERAR '--', 6
    76     DO WHILE .T.
    77         @ 8,36 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
    78         NREG=RECNO()
    79         MCODEGO=SPACE(LEN(COD_ART))
    80         @ 8,36 GET MCODEGO PICT '@!'
    81         READ
    82         IF EMPTY(MCODEGO)
    83             EXIT
    84         ENDIF
    85         SEEK MCODEGO
    86         IF ! FOUND()
    87             DO MENSAJE WITH          ARTICULO NO EXISTENTE          ,23
    88             GOTO NREG
    89         ELSE
    90             DO REG_ACT_ART
    91             IF DELETED()
    92                 RECALL
    93                 DO ELIMINADO
    94             ELSE
    95                 DELETE
    96                 DO ELIMINADO
    97             ENDIF
    98         ENDIF
    99     ENDDO
    100 RETURN
    101
    102 PROCEDURE PRESTAMOS
    103     SELECT 1
    104     USE ARTICULO INDEX INARTCOD
    105     SELECT 2
    106     USE PRESTAMO INDEX INPRECOD
    107     SELECT 3
    108     USE ARCHIVO INDEX INARCOD
    109     DO CENTRA WITH '--' PRESTAMOS '--', 6
    110     @12,1 TO 12,78
    111     DO MASCARA_PEE
    112     DO WHILE .T.
    113         SELECT 1
    114         @ 8,60 SAY REPLICATE(' ',17)
    115         @ 8,36 SAY SPACE(LEN(COD_ART))
    116         @ 9,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_ART))
    117         @10,36 SAY SPACE(LEN(MAR_ART))
    118         @11,36 SAY SPACE(8)
    119         SELECT 2
    120         @13,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_PRE))
    121         @14,36 SAY SPACE(LEN(DEP_PRE))
    122         @15,36 SAY SPACE(8)
    123         @16,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_ENT))
    124         @17,36 SAY SPACE(LEN(USD_PRE))
    125         @18,36 SAY SPACE(8)
    126         NREG=RECNO()
    127         MCODEGO=SPACE(LEN(COD_ART))
    128         @ 8,36 GET MCODEGO PICT '@!'
    129         READ

```

```

130         ENDIF
131     SELECT 1
132     SEEK MCODEIGO
133     IF ! FOUND()
134         DO MENSAJE WITH '<<<INSTRUMENTO NO EXISTENTE>>>' ,23
135     LOOP
136     ELSE
137         DO REG_ACT_ART
138         DO ELIMINADO
139         IF DELETED()
140             DO MENSAJE WITH 'INSTRUMENTO ELIMINADO, NO PUEDE
141 PRESTARSE>>>' ,23
142         LOOP
143     ENDIF
144     SELECT 2
145     SEEK MCODEIGO
146     IF FOUND()
147         DO REG_ACT_PRES
148         DO MENSAJE WITH '<<<INSTRUMENTO HA SIDO PRESTADO NO HA
149 SIDO DEVUELTO>>>' ,23
150     LOOP
151     ELSE
152         MNOMBPRE=NO ME _PRE
153         MDEPPRE =DEP _PRE
154         MFECPRE =DATE()
155         MNOMBENT=NOMB _ENT
156         MUSOPRE =USO _PRE
157         MPOSENT =DATE()
158         @13,36 GET MNOMBPRE PICT '@!'
159         @14,36 GET MDEPPRE PICT '@!'
160         @15,36 GET MFECPRE PICT '99/99/99'
161         @16,36 GET MNOMBENT PICT '@!'
162         @17,36 GET MUSOPRE PICT '@!'
163         @18,36 GET MPOSENT PICT '99/99/99'
164         READ
165         APPEND BLANK
166         REPLACE COD_ART WITH MCODEIGO
167         REPLACE NOMB_PRE WITH MNOMBPRE
168         REPLACE DEP_PRE WITH MDEPPRE
169         REPLACE FEC_PRE WITH MFECPRE
170         REPLACE NOMB_ENT WITH MNOMBENT
171         REPLACE USO_PRE WITH MUSOPRE
172         REPLACE POS_ENT WITH MPOSENT
173     ENDIF
174     ENDOIF
175     RETURN
176
177 PROCEDURE DEVOLUCIONES
178     SELECT 1
179     USE ARTICULO INDEX INARTCOD
180     SELECT 2
181     USE PRESTAMO INDEX INPRECOD
182     SELECT 3
183     USE ARCHIVO INDEX INARCOD
184     DO CENTRA WITH '-*- DEVOLUCIONES -*-', 6
185     @12,1 TO 12,79
186     @19,1 TO 19,78
187     DO MASCARA_PRE
188     DO MASCARA_DEV
189     DO WHILE .T.
190     SELECT
191     @ 3,36 SAY SPACE(LEN(MCODE_ART))
192     @ 5,36 SAY SPACE(LEN(MCODE_PRE))

```

```

201      SAY SPACE(8)
202      SELECT 2
203      @17,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_PRE))
204      @14,36 SAY SPACE(LEN(DEP_PRE))
205      @15,36 SAY SPACE(8)
206      @16,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_ENT))
207      @17,36 SAY SPACE(LEN(USD_PRE))
208      @18,36 SAY SPACE(8)
209      SELECT 3
210      @20,36 SAY SPACE(8)
211      @21,36 SAY SPACE(LEN(NOMB_REC))
212      @22,36 SAY SPACE(LEN(OBSERVAC))
213      NREG=RECNO()
214      MCODEGO=SPACE(LEN(COD_ART))
215      @ 8,36 GET MCODEGO PICT '@!'
216      READ
217      IF EMPTY(MCODEGO)
218          CLOSE DATABASE
219          EXIT
220      ENDIF
221      SELECT 1
222      SEEK MCODEGO
223      IF ! FOUND()
224          DO MENSAJE WITH          INSTRUMENTO NO EXISTENTE. VERIFIQUE CODIGO
225          ,25
226          LOOP
227      ELSE
228          DO REG_ACT_ART
229          SELECT 2
230          SEEK MCODEGO
231          IF ! FOUND()
232              DO MENSAJE WITH          INSTRUMENTO NO HA SIDO PRESTADO.
233              VERIFIQUE CODIGO          ,25
234              LOOP
235          ELSE
236              DO REG_ACT_PRE
237              MNOMBPRE=NOMB_PRE
238              MDEPPRE =DEP_PRE
239              MFECPRE =FEC_PRE
240              MNOMBENT=NOMB_ENT
241              MUSOPRE =USD_PRE
242              MPOSENT =POS_ENT
243              MFECDEV  =DATE(
244              MNOMBREC =NOMB_REC
245              MOBSERVAC=OBSERVAC
246              @20,36 GET MFECDEV  PICT '99/99/99'
247              @21,36 GET MNOMBREC PICT '@!'
248              @22,36 GET MOBSERVAC PICT '@!'
249              READ
250              SELECT 3
251              APPEND BLANK
252              REPLACE COD_ART  WITH MCODEGO
253              REPLACE NOMB_PRE WITH MNOMBPRE
254              REPLACE DEP_PRE  WITH MDEPPRE
255              REPLACE FEC_PRE  WITH MFECPRE
256              REPLACE NOMB_ENT WITH MNOMBENT
257              REPLACE USD_PRE  WITH MUSOPRE
258              REPLACE POS_ENT  WITH MPOSENT
259              REPLACE FEC_DEV  WITH MFECDEV
260              REPLACE NOMB_REC WITH MNOMBREC
261              REPLACE OBSERVAC WITH MOBSERVAC
262              SELECT 2
263              DELETE
264              PACK

```



TABLE ARCHIVO.DBF

Structure for database: C:\FOX\ARCHIVO.DBF

Number of data records: 13

Date of last update : 11/22/95

Field Name	Type	Width	Dec
COD_ART	Character	5	
NOMB_PRE	Character	30	
DEP_PRE	Character	15	
FEC_PRE	Date	8	
NOMB_ENT	Character	30	
USO_PRE	Character	40	
POS_ENT	Date	8	
FEC_DEV	Date	8	
NOMB_REC	Character	30	
OBSERVAC	Character	40	
Total **		215	

Structure for database: C:\FOX\ARTICULO.DBF

Number of data records: 47

Date of last update : 11/22/95

Field Name	Type	Width	Dec
COD_ART	Character	5	
NOMB_ART	Character	30	
MAR_ART	Character	15	
FEC_COM	Date	8	
Total **		55	

Structure for database: C:\FOX\PRESTAMO.DBF

Number of data records: 16

Date of last update : 11/23/95

Field Name	Type	Width	Dec
COD_ART	Character	5	
NOMB_PRE	Character	30	
DEP_PRE	Character	15	
FEC_PRE	Date	8	
NOMB_ENT	Character	30	
USO_PRE	Character	40	
POS_ENT	Date	8	
FEC_DEV	Date	8	
NOMB_REC	Character	30	
OBSERVAC	Character	40	
Total **		215	

#### 4.6 Rutinas Sugeridas para la Prueba de Entradas y Salidas Digitales y Analógicas del S5-95U.

Para la prueba de entradas y salidas digitales y analógicas del autómata S5-95U, se recomiendan dos programas para ser corridos por el AG y verificar así que el mismo está operando adecuadamente.

Para las entradas y salidas digitales se recomienda el siguiente programa :

```
-    EW  32
Γ    AW  32
3E
```

Con lo que al activar mediante el entrenador las entradas externas desde E32.0 hasta E33.7, deberán activarse los leds asociados a las salidas A32.0 hasta E33.7 tanto del AG como del entrenador, con lo que se asegura que el AG está funcionando adecuadamente.

Para las entradas y salidas analógicas, se recomienda correr el programa del ejercicio propuesto de la guía de manejo de señales analógicas, mediante el cual se debe medir los valores de salida del AG y comprobar así que se están obteniendo las variaciones deseadas de corriente y voltaje.

## RECOMENDACIONES

El documento que ha sido presentado como trabajo de graduación, ha pretendido ser una herramienta para el departamento de electrónica de la universidad a fin de lograr un mejor aprovechamiento del equipo de automatización con PLC's del que se dispone.

Las guías presentadas corresponden al nivel básico y avanzado de programación con STEP 5 y en ellos se describen los conceptos más relevantes para el aprendizaje de esta importante herramienta de programación.

Junto con el trabajo, se ha presentado un módulo de entrenamiento con su respectiva circuitería, forma constructiva y demás especificaciones que permitirán al laboratorio proveer del medio didáctico en donde las guías u otros programas pueden ser probados y/o ejecutados.

Sin embargo, durante la elaboración de este documento, se encontraron tópicos que quedan sin cubrir y que son de gran importancia para aquel que pretende profundizar en la programación de los autómatas ó con otros de los campos de los que se facilita con los mismos.

Los temas sugeridos para profundizar ó para enriquecimiento de este material didáctico son:

- Programación con módulos funcionales.
- Programación con módulos de tiempo y de conteo.
- Red Local SINEC L1 o SINEC L2.
- Uso de tabletas didácticas de entrada-salida analógica.
- Uso de sensores de proximidad para autómatas con señales compatibles de voltaje o corriente.
- Uso del paquete de simulación de procesos PROSIM.
- Uso del paquete de visualización de procesos CHOROS.

Los temas que se sugieren, tienen respaldo físico-técnico dentro del laboratorio y constituyen el complemento de la maximización del recurso existente en el laboratorio.-

Carlos Alexander Lopez Barillas

## GLOSARIO

- **Actuador.** Medio físico por medio del cual un proceso o variable es afectada.
- **Aislador Eléctrico-Óptico.** Un aparato que proporciona aislamiento eléctrico utilizando un fuente de luz y un detector que se encuentra en el mismo paquete.
- **AND.** Una operación booleana, la cual es verdadero si ambas entradas son verdaderas.
- **Automata (PLC ó AG).** Un aparato digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones que implementen funciones específicas, tales como secuenciales, lógicas, de tiempo, para el control de máquinas y procesos
- **BCD (Binary-coded decimal).** Un sistema de numeración que utiliza para expresar cada dígito decimal individual (0 hasta 9) de una serie de notaciones binarias de 4 bits.
- **Binario.** Es un sistema de numeración que utiliza como base 2. El sistema de numeración binario solo emplea dos dígitos, cero (0) y uno (1), para expresar la cantidad que quiera ser expresada por el usuario.
- **Bit.** Un acrónimo de las palabras *binary digit*. El bit es la más pequeña unidad de información en el sistema de numeración binario.
- **Byte.** Se le conoce al conjunto formado por 8 bits.
- **Cableado.** Acción de interconectar uno o más puntos por medios físicos con el fin de establecer una ruta para el paso de la corriente eléctrica.
- **Conmutación.** Acto de cambiar de un estado de señal a otro. En el autómata el paso de estado de 0 a 1 ó viceversa.
- **EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory).** Un tipo de memoria ROM que es programada y borrada por pulsos eléctricos.
- **Emisor.** Dispositivo que envía señales dentro del autómata para el procesamiento de estos.
- **Equipo Analógico.** Aparato encargado de medir información continua (p.e. voltaje-corriente). Las medidas analógicas tienen un número infinito de posibles valores.
- **EPROM (Erasable Programmable Read-Only Memory).** Una memoria ROM programable que puede ser borrada por luz ultravioleta y luego reprogramada por pulsos eléctricos.
- **Hardware.** Son las partes tangibles de un PLC.
- **Interface.** Un circuito que permite la comunicación entre el CPU y un dispositivo de entrada/salida.
- **LED.** Diodo Emisor de Luz.

- **Marca.** Elemento de la programación en STEP 5 que nos permite almacenar valores intermedios de estado de señales dentro de la ejecución sw un programa.
- **Microprocesador.** Es la unidad central de procesamiento en un solo Chip.
- **Mnémonico.** Un término, usualmente una abreviación, que es fácil de recordar.
- **Módulo.** Un equipo de fácil conexión, intercambiable que contiene partes electrónicas.
- **Módulo de Entrada Análogo.** Es un circuito de entrada que se encarga de convertir una señal analoga a una digital para que dicha señal pueda ser analizada por el procesador.
- **Módulo de Salida Análogo.** Es un circuito de salida encargado de convertir las señales digitales a analógicas de forma que se puedan conectar aparatos analógicos a estos.
- **Monitor.** Aparato de visualización.
- **MOS (Metal-Oxide Semiconductor).** Un tipo de semiconductor en el cual un campo eléctrico controla la conductancia de un canal bajo un electrodo de metal llamado puerta (gate).
- **NEMA (National Electrical Manufacturers Association).** Una asociación de fabricantes de equipo eléctrico. Esta es la encargada de dictar los standards para los diseños y construcción de equipo eléctrico.
- **PID (Proporcional Integral Derivativo).** Una fórmula matemática que da un control de lazo cerrado de un proceso. Las entradas y salidas son variables continuas y típicamente pueden ser señales analógicas.
- **PLC.** Acrónimo del inglés Programmable Logic Controller. Controlador Lógico Programable.
- **Proceso.** Una operación de fabricación continua.
- **Pulsador.** Dispositivo electromecánico utilizado para la apertura ó cierre momentáneo de un circuito eléctrico.
- **Registro.** Un area de memoria ocupada para almacenar en forma temporal los datos a ocupar en funciones matemáticas, lógicas y transferencia.
- **Relevador (Relay).** Dispositivo electromecánico ó electrónico utilizado en circuitos de control de máquinas.
- **Remanencia.** Efecto de almacenar información dentro de las marcas de la programación cuando falta el suministro de energía.
- **RAM (Random Access Memory).** Un tipo de memoria en la cual se puede escribir y leer fácilmente.
- **ROM (Read Only Memory).** Un tipo de memoria que almacena permanentemente instrucciones y datos.

- **Simulador.** Aparato con circuitería electrónica interna que permite "simular" un proceso cualquiera en términos de entradas y salidas antes de implementar un modelo real o a escala.
- **Solenoides.** Bobina ó arrollamiento de alambre.
- **Software.** Es el término aplicado a los programas que controlan el procesamiento de datos en un sistema.
- **Transformador.** Un aparato eléctrico que cambia el voltaje y corriente entre un circuito y otro.
- **TTL (Transistor Transistor Logic).** Una familia de semiconductores en la cual el elemento básico es el transistor de múltiples emisores. Esta familia se caracteriza por su alta velocidad y bajo consumo de potencia.
- **Señal Análogica.** Es una señal que tiene las características de ser continua.
- **Señal Digital.** Una señal que tiene las características de ser discreta o discontinua. Esta puede ser representada por un valor numérico.
- **Unidad Central de Procesamiento (CPU).** Es la parte del Controlador Lógico Programable (PLC) encargada de controlar las actividades del sistema, incluyendo la interpretación y ejecución de instrucciones del programa.

## **BIBLIOGRAFIA**

- **PLC Diseño y Construcción.** Tesis de Ingeniería Eléctrica. Universidad de El Salvador, 1987.
- **Diseño de un Controlador Lógico Programable.** Tesis Universidad Don Bosco, Soyapango 1984.
- **Hacia una didáctica general dinámica.** Nerici, Imideo Guisepe; Argentina 1982.
- **Pedagogía. El Arte de Enseñar.** Hignet, Gilbert; Barcelona 1982.
- **Manual de Operación S5-95U.** Siemens; Munich 1991.
- **Manual de Operación S5-90U.** Siemens; Segunda Edición, Munich 1991.
- **Manual de Operación S5-100U.** Siemens; Primera Edición, Munich 1978.
- **El ABC de la programación.** Siemens, Barcelona 1984.
- **Automatización con S5-115U, Automátas Programables Simatic S5.** Bergen, Hans; Munich 1987.
- **Electrónica, Fundamentos y Aplicación.** Ryder, Jhon; Madrid 1972.
- **Electrónica, Teoría de Circuitos.** Boylestad, Robert; México 1989.
- **Electronic Design.** Savant-Roden-Carpenter; California 1987.
- **Fox-Pro 2.5 Para DOS y Windows a su alcance.** Bader, Luis; Barcelona 1993.
- **Sistemas de Control Automático.** Ogata, Katsuhico; México 1993.
- **Fundamentos de Máquinas Eléctricas.** Chapman, Stephen J.; México 1985.
- **Control Industrial de Máquinas Eléctricas.**
- **Semiconductors Master Replacement Guide. ECG.** Sylvania Electronic Components; Pensylvania, 1982.
- **Aparatos de Señalización y Mando.** Siemens. Munich 1993.
- **Simatic S5, Programmable Controllers.** Siemens. Munich 1993.
- **TTL Data Book. TTL Logic Data Book.** Texas Instruments. USA 1988.

# **ANEXO 1**

(Especificaciones técnicas)



# Optoisolators

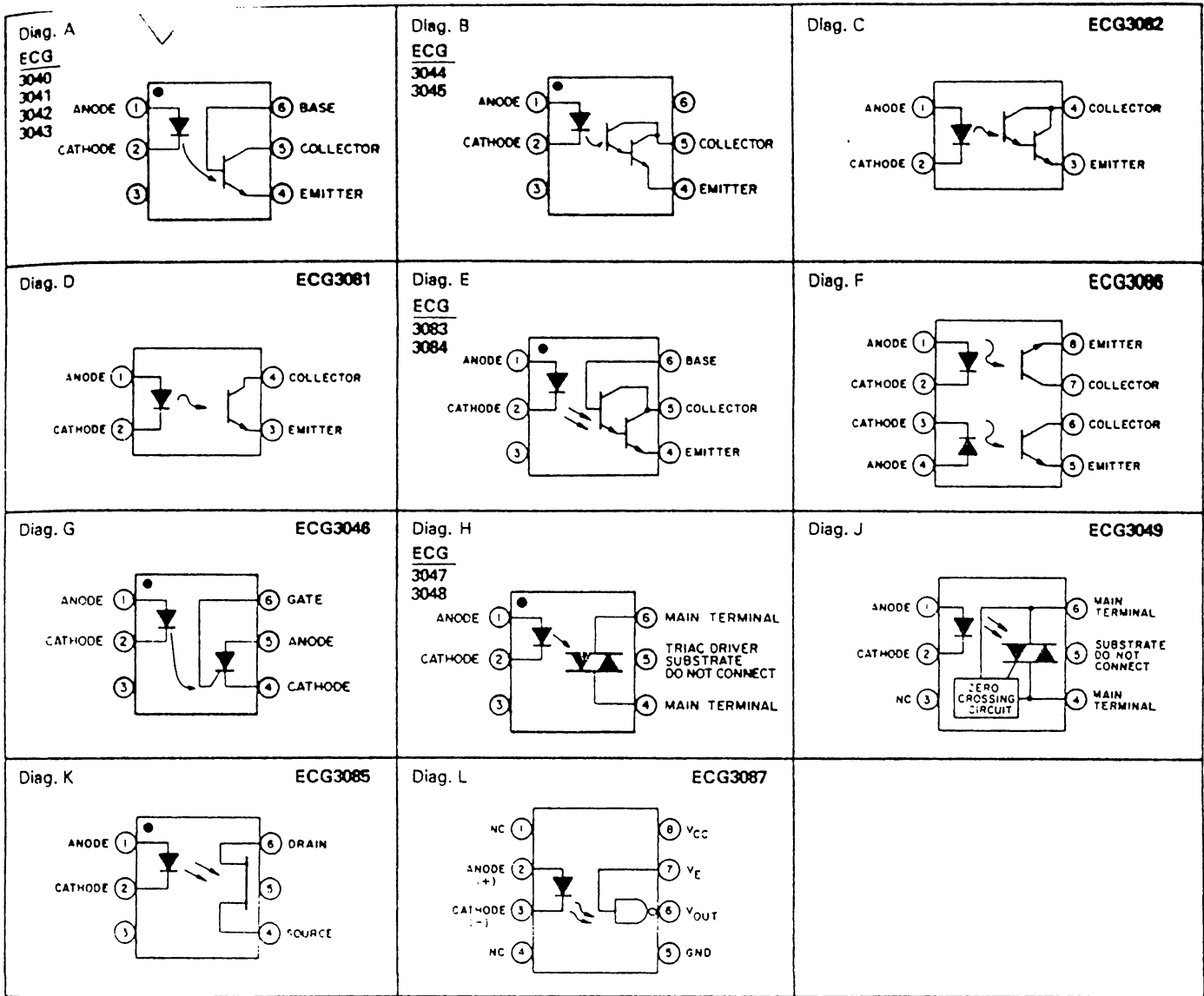
Phototransistors		Total Device Ratings			LED Max Ratings		Phototransistor Ratings				Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage Viso Surge (V)	Total Power P <sub>t</sub> (mW)	DC Current Transfer Ratio % *	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	Collector to Base Voltage BV <sub>CB0</sub> (V)	Collector to Emitter Voltage BV <sub>CEO</sub> (V)	Collector Current I <sub>c</sub> (mA)	Typ Freq KHz		
ECG3040	NPN Transistor	7500	250	20	80	3	70	30	3.5 Typ	300	A	P28
ECG3041	NPN Transistor	7500	250	100	60	6	70	30	100 Max	150	A	
ECG3042	NPN Transistor	7500	250	20	60	3	70	30	50 Max	150	A	
ECG3043	NPN Transistor	3550	260	70	60	3	70	80	50 Max	100	A	
ECG3044	NPN Darlington	7500	300	300	80	3	--	80	150 Max	75	B	
ECG3045	NPN Darlington	7500	300	500	80	3	--	80	150 Max	75	B	
ECG3081	NPN Transistor	6000	250	20	60	3	30	30	100	100	D	P27
ECG3082	NPN Darlington	6000	250	400	60	3	30	30	100	75	C	
ECG3083	NPN Darlington	7500	250	200	60	3	30	30	100	75	E	P28
ECG3084	NPN Darlington	7500	250	100	60	3	55	55	100	75	E	
ECG3086	NPN Dual Transistor	7500	400	50	60	3	30	30	30	200	F	P29

\* DC Current Transfer Ratio is the output transistor collector current divided by the LED forward current -  $hFE = I_c/I_F$

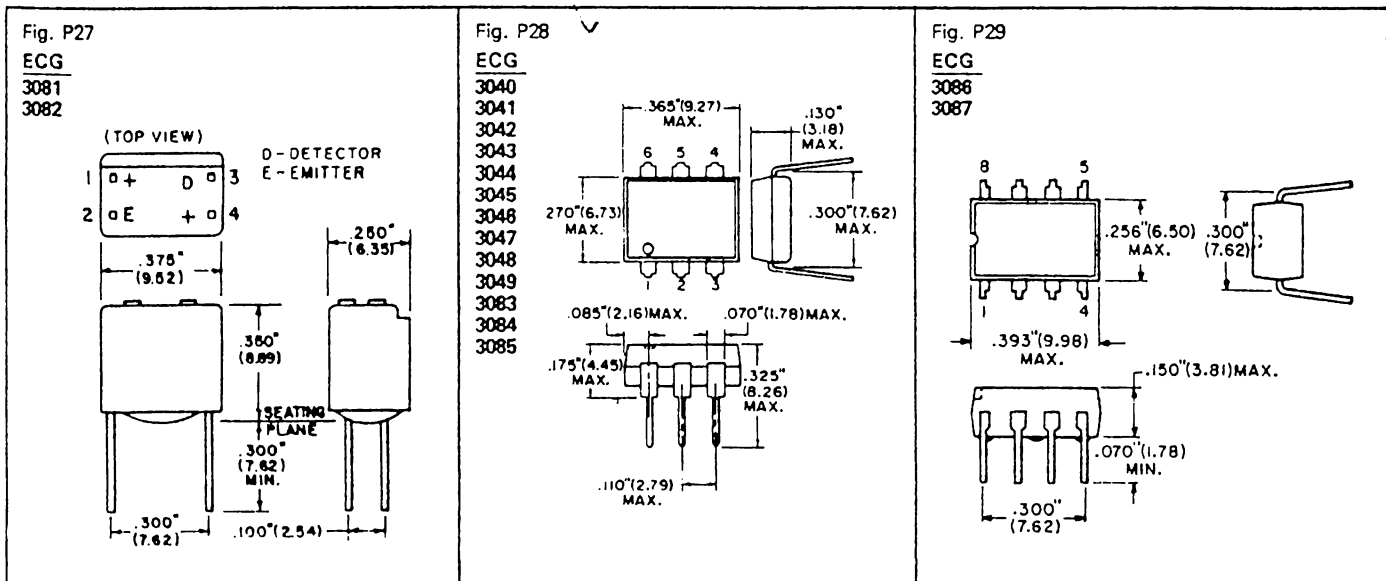
Photothyristors		Total Device Ratings		LED Max Ratings		Photothyristor Ratings					Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage Viso Surge (V)	Power P <sub>t</sub> (mW)	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	V <sub>DRM</sub> (V)	I <sub>T</sub> RMS (mA)	I <sub>FT</sub> (mA)	V <sub>F</sub> (on) (V) 100 mA	I <sub>HOLD</sub> (mA)		
ECG3046	SCR	3550	260	60	3	400	100	14	1.3	.5	G	P28
ECG3047	TRIAC	7500	330	50	3	250	100	10	3.0	.1	H	
ECG3048	TRIAC	7500	330	50	3	400	100	10	3.0	.1	H	
ECG3049	TRIAC with Zero Crossing Circuit	7500	330	50	3	250	100	15	3.0	.1	J	

Photo FET		Total Device Ratings		LED Max Ratings		Photo FET Ratings					Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage Viso Surge (V)	Power P <sub>t</sub> (mW)	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	Drain to Source Breakdown Voltage BV <sub>DSS</sub> (V)	Drain Current I <sub>D</sub> (mA)	R <sub>DSon</sub> (Ohms)	T <sub>on</sub> (μsec)	T <sub>off</sub> (μsec)		
ECG3085	FET	2500	300	60	6	± 30	± 100	200	15	15	K	P28

TTL Compatible Photo Coupled Logic Gate		Total Device Ratings		LED Max Ratings			Max Output Ratings			Ckt. Diag.	Fig. No.
ECG Type	Output Configuration	Isolation Voltage Viso Surge (V)	Power P <sub>t</sub> (mW)	Supply Voltage V <sub>CC</sub> (V)	Forward Current I <sub>F</sub> (mA)	Reverse Voltage V <sub>R</sub> (V)	Enable Voltage V <sub>E</sub> (V)	Output Current I <sub>O</sub> (mA)	Propagation Delay Time (nsecs)		
ECG3087	Hi Speed Open Collector, Logic Gate	3000	100	5.0	10	5.0	5.0	50	75	L	P29



## Optoisolator Outlines



ECG Type	Description	Color	Digit Des.	Current Per Segment (mA)	Reverse Voltage Per Segment (V)	Power Diss. P <sub>t</sub> (mW)	Fig. No.
ECG3050	.270"; Com Anode; LHDP	Red		30	10	750	P30
ECG3051	.270"; Com Anode; Polarity/Overflow	Red		30	10	480	P31
ECG3052	.3"; Com Anode; RHDP	Red		30	5	700	P32
ECG3053		Orange		20	3	400	
ECG3054		Green		20	3	400	
ECG3055		Yellow		20	3	400	
ECG3056	.3"; Com Cathode; RHDP	Red		30	5	700	P32
ECG3057		Red		25	3	700	
ECG3058		Orange		20	3	400	
ECG3059		Green		20	3	400	
ECG3060		Yellow		20	3	400	
ECG3061	.3"; Com Anode; LHDP	Red		30	5	700	P33
ECG3062		Orange		20	3	400	
ECG3063		Green		20	3	400	
ECG3064		Yellow		20	3	400	
ECG3065	.3"; Com Anode; RHDP; Polarity/Overflow	Red		30	5	350	P34
ECG3068	.4"; Com Anode; RHDP	Red		30	5	700	P35
ECG3069	.4"; Com Cathode; RHDP	Red		30	5	700	P36
ECG3070	.4"; Com Anode; RHDP	Orange		20	5	400	P35
ECG3071	.4"; Com Cathode; RHDP	Orange		20	5	400	P36
ECG3074	.560"; Com Anode; RHDP; 2-Digit	Red		20	5	800	P37
ECG3075	.560"; Com Cathode; RHDP; 2-Digit	Red		20	5	800	
ECG3076	.560"; Com Anode; RHDP; 1-1/2 Digit	Red		20	5	650	P38
ECG3077	.560"; Com Cathode; RHDP; 1-1/2 Digit	Red		20	5	650	
ECG3078	.560"; Com Anode; RHDP	Red		20	5	400	P39
ECG3079	.560"; Com Cathode; RHDP	Red		20	5	400	
ECG3080	.8"; Com Anode; RHDP	Red		20	3	400	

LHDP - Left Hand Decimal Point  
RHDP - Right Hand Decimal Point

Fig. P30

ECG3050

- 1 Cathode
- 2 Cathode
- 3 Common Anode
- 4 No Pin
- 5 No Pin
- 6 Dec Pt Cathode
- 7 Cathode
- 8 Cathode
- 9 Common Anode
- 10 Cathode
- 11 Cathode
- 12 No Pin
- 13 Cathode
- 14 Common Anode

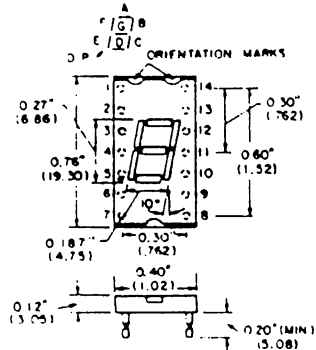


Fig. P31

ECG3051

- 1 Anode Common C/D
- 2 No Connection
- 3 No Connection
- 4 No Connection
- 5 No Connection
- 6 No Connection
- 7 D - Cathode
- 8 C - Cathode
- 9 No Connection
- 10 B - Cathode
- 11 A - Cathode
- 12 No Connection
- 13 No Connection
- 14 Anode Common A, B

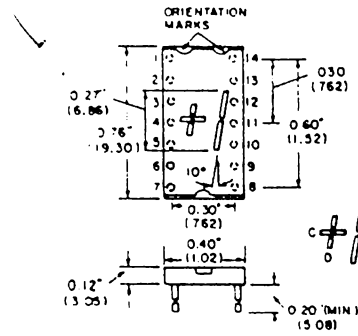


Fig. P32

ECG3052, ECG3053  
ECG3054, ECG3055

- 1 A - Cathode
- 2 F - Cathode
- 3 Common Anode
- 4 No Pin
- 5 No Pin
- 6 No Connection
- 7 E - Cathode
- 8 Cathode
- 9 Dec Pt Cathode
- 10 C - Cathode
- 11 G - Cathode
- 12 No Pin
- 13 B - Cathode
- 14 Common Anode

ECG3056, ECG3058  
ECG3059, ECG3060

- 1 F - Anode
- 2 G - Anode
- 3 No Pin
- 4 Common Cathode
- 5 No Pin
- 6 E - Anode
- 7 D - Anode
- 8 C - Anode
- 9 Dec Pt Anode
- 10 No Pin
- 11 No Pin
- 12 Common Cathode
- 13 B - Anode
- 14 A - Anode

ECG3057

- 1 No Pin
- 2 Common Cathode
- 3 F - Anode
- 4 G - Anode
- 5 E - Anode
- 6 D - Anode
- 7 No Pin
- 8 No Pin
- 9 Common Cathode
- 10 Dec Pt Anode
- 11 C - Anode
- 12 B - Anode
- 13 A - Anode
- 14 No Pin

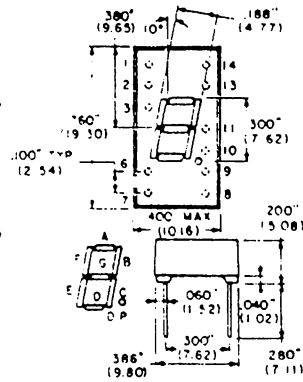


Fig. P33

ECG3061, ECG3062  
ECG3063, ECG3064

- 1 A - Cathode
- 2 F - Cathode
- 3 Common Anode
- 4 No Pin
- 5 No Pin
- 6 Dec Pt Cathode
- 7 E - Cathode
- 8 D - Cathode
- 9 No Connection
- 10 C - Cathode
- 11 G - Cathode
- 12 No Pin
- 13 B - Cathode
- 14 Common Anode

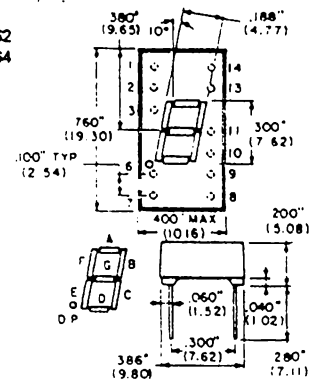


Fig. P34

ECG3065

- 1 Common Anode C/D
- 2 No Pin
- 3 Common Anode C/D
- 4 No Pin
- 5 No Pin
- 6 No Pin
- 7 D - Cathode
- 8 C - Cathode
- 9 No Connection
- 10 B - Cathode
- 11 A - Cathode
- 12 No Pin
- 13 No Pin
- 14 Common Anode A/B

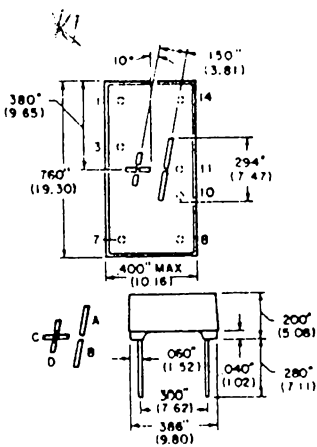


Fig. P35

ECG3068, ECG3070

- 1 A - Cathode
- 2 F - Cathode
- 3 Common Anode
- 4 No Pin
- 5 No Pin
- 6 No Connection
- 7 E - Cathode
- 8 D - Cathode
- 9 Dec Pt Cathode
- 10 C - Cathode
- 11 G - Cathode
- 12 No Pin
- 13 B - Cathode
- 14 Common Anode

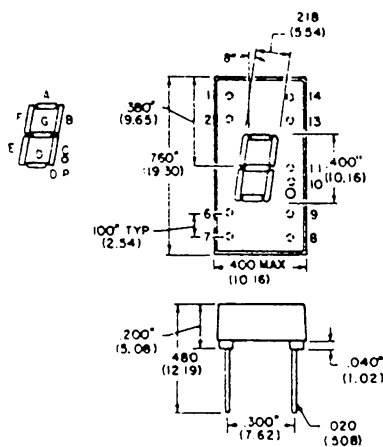
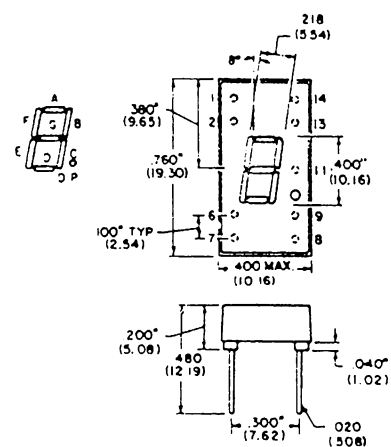


Fig. P36

ECG3069, ECG3071

- 1 F - Anode
- 2 G - Anode
- 3 No Pin
- 4 Common Cathode
- 5 No Pin
- 6 E - Anode
- 7 D - Anode
- 8 C - Anode
- 9 Dec Pt Anode
- 10 No Pin
- 11 No Pin
- 12 Common Cathode
- 13 B - Anode
- 14 A - Anode

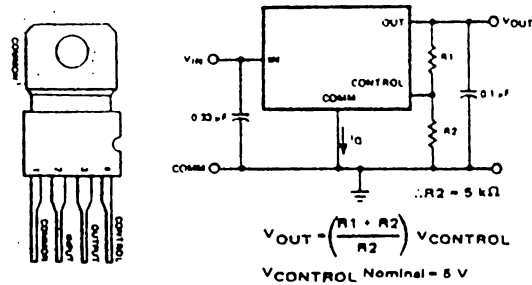


# Linear IC and Module Circuits (cont'd)

**ECG963**

Pos VR, Adjustable 5 to 30 V, 1 A

Fig. L18

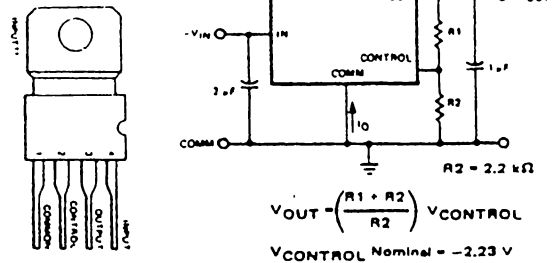


NOTES: Heat sink tabs connected to common through device substrate. Not recommended for direct electrical connection. Recommend R2 current = 1 mA.

**ECG964**

Neg VR, Adjustable -2.2 to -30 V

Fig. L18

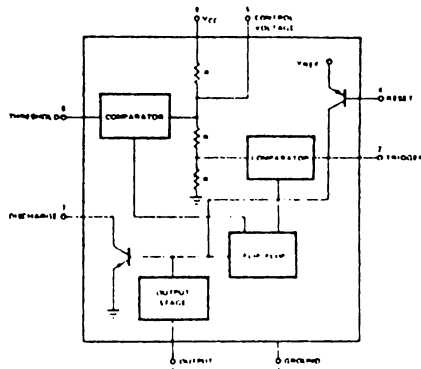


NOTES: Heat sink tabs connected to input through device substrate. Not recommended for direct electrical connection. Recommend R2 current = 1 mA

**ECG955M**

Timer/Oscillator

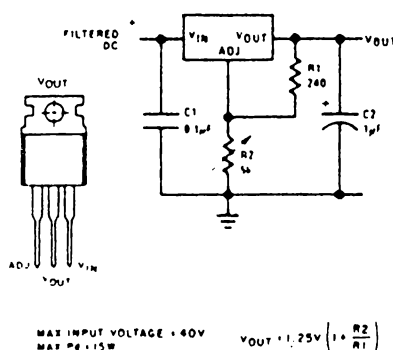
Fig. L98



**ECG956**

Pos VR, 1.2 to 37 V, 1.5 A

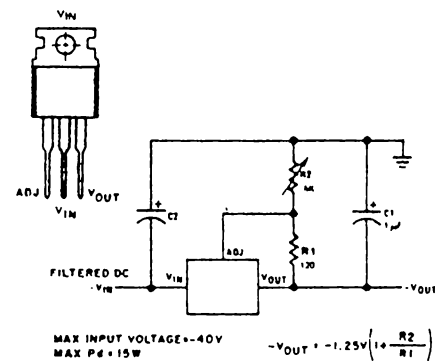
Fig. L17



**ECG957**

Neg VR, 1.2 to 37 V, 1.5 A

Fig. L17



**ECG968**

Pos VR, 18 V, 1 A

Fig. L17

**ECG969**

Pos VR, 5 V, 1 A

**ECG962**

Pos VR, 6 V, 1 A

**ECG964**

Pos VR, 8 V, 1 A

**ECG966**

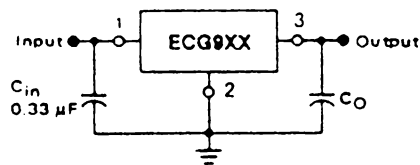
Pos VR, 12 V, 1 A

**ECG968**

Pos VR, 15 V, 1 A

**ECG972**

Pos VR, 24 V, 1 A



**ECG969**

Neg VR, 18 V, 1 A

**ECG961**

Neg VR, 5 V, 1 A

**ECG963**

Neg VR, 6 V, 1 A

**ECG965**

Neg VR, 8 V, 1 A

**ECG967**

Neg VR, 12 V, 1 A

**ECG969**

Neg VR, 15 V, 1 A

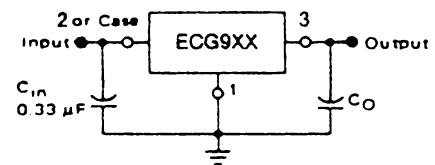
**ECG971**

Neg VR, 24 V, 1 A

**ECG968**

Neg VR, 18 V, 1 A

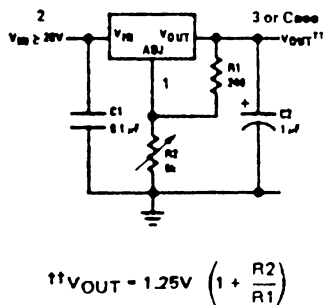
Fig. L17



**ECG970**

Pos VR, 1.2 to 33 V, 3 A

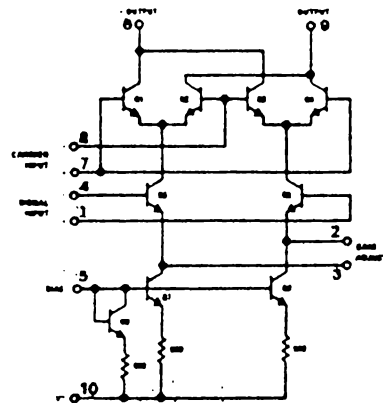
Fig. L11



**ECG973**

Balanced Modulator/Demodulator

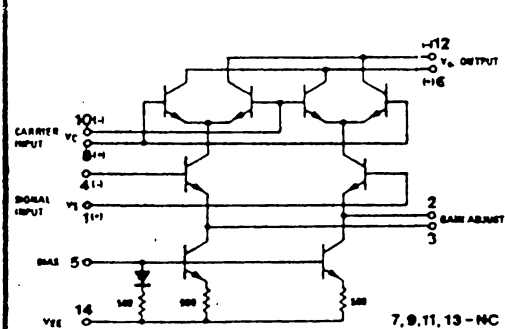
Fig. L7

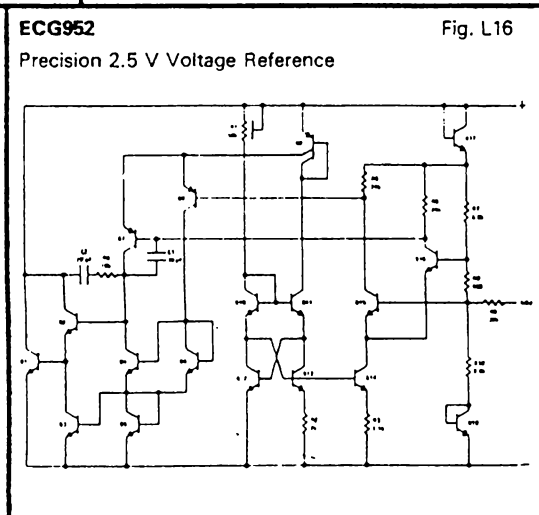
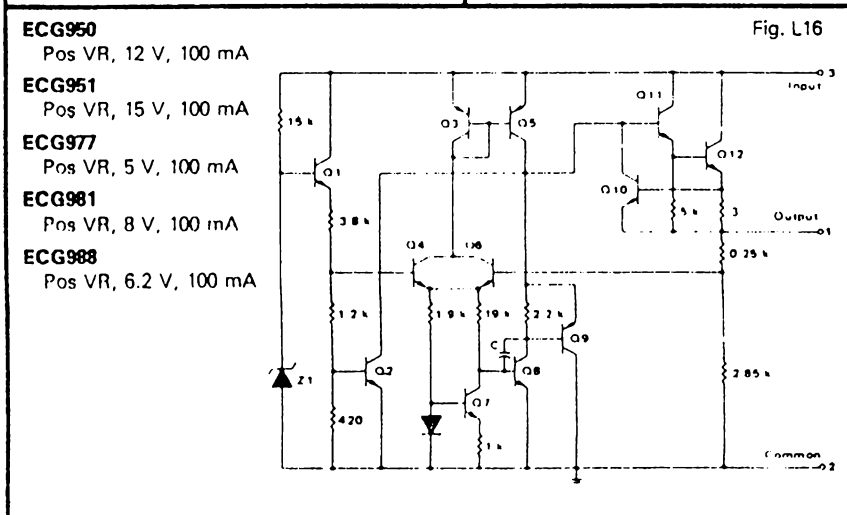
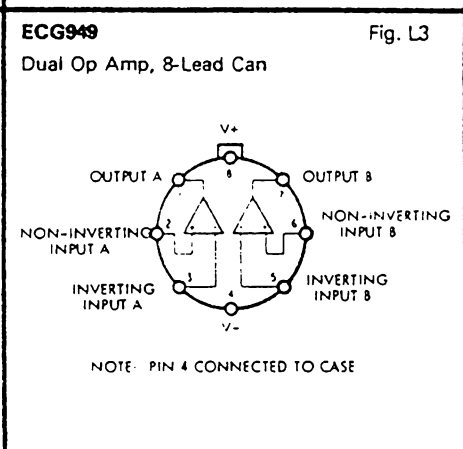
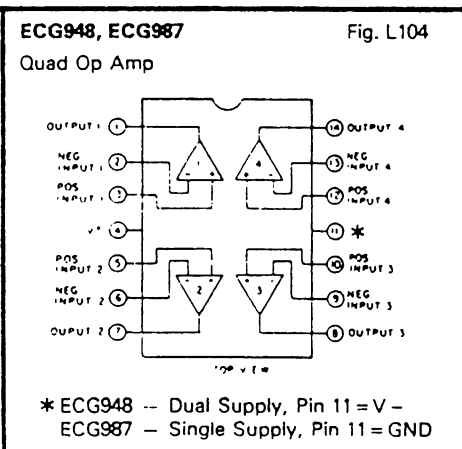
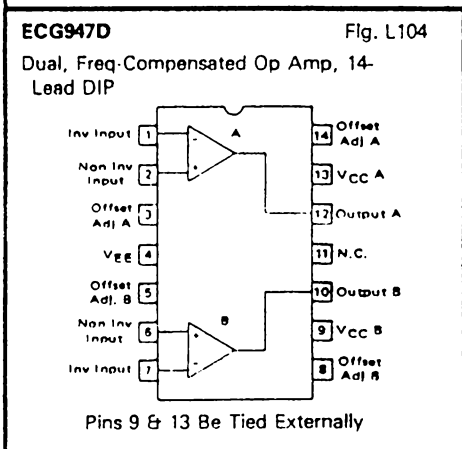
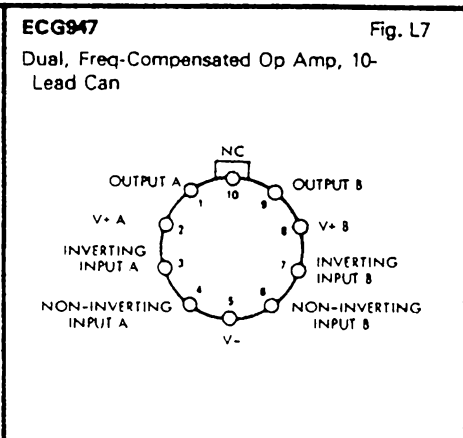
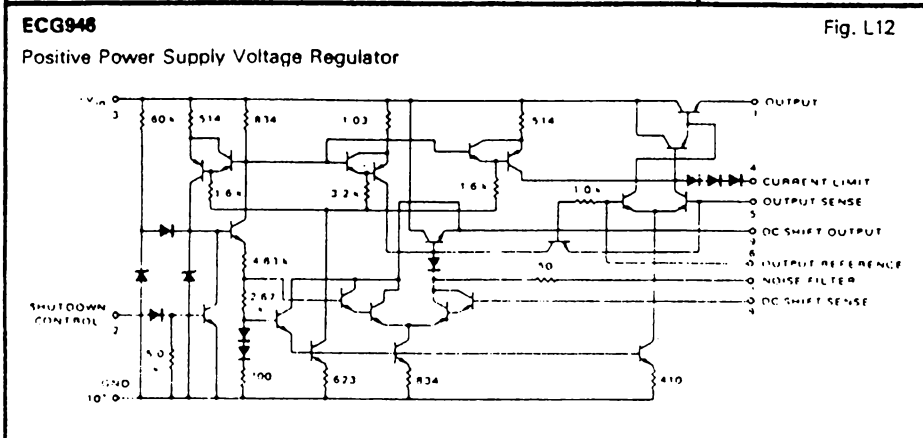
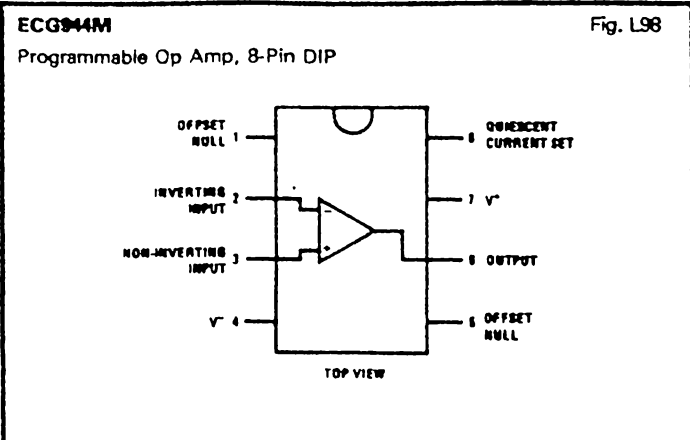
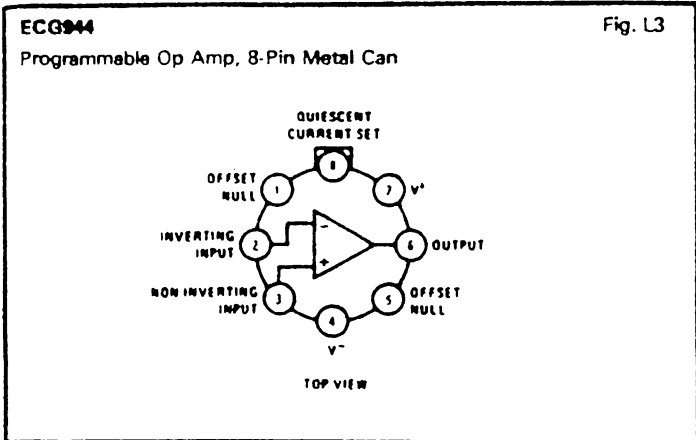


**ECG973D**

Balanced Mod/Demod, 14-Pin DIP

Fig. L104





# **ANEXO 2**

(Pantallas del paquete STEP5)

SELECCION DE PAQUETE

SIMATIC S5 / KOMI

KOP, FUP, AWL ..... V 3.0 C:SSPXSO1X.CMD

TTY / AS 311 - INTERFASE (ESTANDAR)  
F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8  
PAQUETE PROG.SER. INFO VERSION INTERFASE UNIDAD NUEVA SEL: RETORNO

AJUSTES PREVIOS

SIMATIC S5 / PSS01

REPRESENTAC. : KOP FICH. PROGRAMA: ST.350  
SIMBOLICOS : NO FICH. SIMBOL. :  
COMENTARIOS : SI FICH. PIE PAG.:  
PIE DE PAGINA: NO FICH. IMPRES. :  
SUMA SEGUR. : NO FICH. CAMINO :  
MODG SERVICIO: OFF  
NOMBRE CAMINO:

F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8  
ELEGIR ACEPTAR INFO



S A L I D A

SIMATIC S5 / PSS01

---

F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | F 5 | F 6 | F 7 | F 8  
| MODULO | | | MARCADO | | | | RETURN

T E S T

SIMATIC S5 / PSS01

---

F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | F 5 | F 6 | F 7 | F 8  
CONT. REL. CONT. FINI STATUS | | | | | | | RETURN

PROGRAMAS DE SERVICIO

SIMATIC S5 / KOMI

```

EDITOR PIE DE PAGINA ..... V 3.0      C:S50XS02X.CMD
PARAMETROS IMPRESORA ..... V 3.0      C:S50XS06X.CMD

```

```

          TTY / AS 511 - INTERFASE      (ESTANDAR)
F 1      F 2      F 3      F 4      F 5      F 6      F 7      F 8
START    ,        ,        ,        ,        ,        ,        ,        ,
          'NUEVA SEL' RETORNO

```

SELECCION INTERFACE

SIMATIC S5 / KOMI

- > Seleccionar interfase con teclas de cursor
- > AS511: elegir otros protocolos con F3

```

+-----+
! TTY / AS 511 - INTERFASE      (ESTANDAR)      !
! SINEC H1 - INTERFASE        (DIR.ETH:  ??????????) !
+-----+

```

```

          TTY / AS 511 - INTERFASE      (ESTANDAR)
F 1      F 2      F 3      F 4      F 5      F 6      F 7      F 8
          ,        ,        ,        ,        ,        ,        ,        ,
          'ELEGIR'      'ACEPTAR'      'RETORNO'

```

PARAMETRIZACION IMPRESORA

SIMATIC 35 / OSS06

FIC.IMPRESORA: DR.INI

TIPO IMPR. : PT 88 (DIN A4)

SALIDA A : IMPRESORA

F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8  
 EDITAR COPIAR ELEGIR BORRAR ACEPTAR RETORNO

FIC.IMPRESORA: C:#####DR.INI TIPO: PT 88 (DIN A4) MODIFICACION

BUSY : SI T. ESPERA : 05 MS  
 LINEAS/PAGINA : 72 SKIP\_OVER : SI

CARACTERES DE CONTROL	SECUENCIA CARACTER
Secuencia de arranque	:
Secuencia de fin	:
Paso escritura (10 Carac/Pulg)	18.5B,31,77;
Paso escritura (12 Carac/Pulg)	18.5B,32,77;
Paso escritura (17 Carac/Pulg)	18.5B,34,77;
Taculador horizontal	:
margin izquierdo	: 01;

F 1 F 2 F 3 F 4 F 5 F 6 F 7 F 8  
 ELEGIR ACEPTAR INFO

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8  
SEL-BUS | PIE PAG. | IMPRESORA | F400 | CONEXION | BCDMP-PP | OTROS | RETORNO

FICH. PIE PAGINA : F1.INI

ANCHO PIE PAGINA : 80 CARACTERES

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7 F8  
EDITAR | CORRIGIR | ELEJIR | CORRIGIR | | | | RETORNO

F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8
BAL. DIR	ESTRUC.	SYSRAR	ESTACK	LISTACK			RETORNO

F 1	F 2	F 3	F 4	F 5	F 6	F 7	F 8
TRANSF.	ERRRAP	DIR			RECIB. RES.		RETORNO

F 1	:	F 2	:	F 3	:	F 4	:	F 5	:	F 6	:	F 7	:	F 8
START	:	STOP	:	COMPRESOR	:	STAT VAR	:	FORZADO	:	FORZ. VAR:	:		:	RETORNO

OPERANDOS:

FORMATO:

STATUS VAR

F 1	:	F 2	:	F 3	:	F 4	:	F 5	:	F 6	:	F 7	:	F 8
RECIB	:	OPARAR	:		:	BLOCUE	:		:	ACTIVO	:		:	RETORNO



# **ANEXO 3**

(Fiabilidad de los autómatas programables)



## 15 Fiabilidad, disponibilidad y seguridad de los autómatas electrónicos

Las ideas existentes sobre la acepción y la incidencia de los conceptos fiabilidad, disponibilidad y seguridad en los autómatas electrónicos son a menudo erróneas o poco claras. Por un lado, esto se debe a la diferente frecuencia y tipo de las averías en los autómatas electrónicos y en los convencionales (electromecánicos). Por otro lado, en el curso de los últimos años se han endurecido sensiblemente las normas de seguridad en los distintos campos de aplicación. El presente capítulo intenta familiarizar a los numerosos usuarios de los autómatas SIMATIC con los principios de esta problemática.

Lo expuesto tiene validez general y es aplicable a todos los autómatas sin consideración del tipo ni del constructor.

### 15.1 Fiabilidad

Se denomina fiabilidad de un autómata electrónico a la capacidad de satisfacer durante un tiempo dado y dentro de límites prefijados (sus datos técnicos) las exigencias impuestas.

A pesar de todos los esfuerzos no puede excluirse la aparición de averías, por lo que no existe un 100% de fiabilidad.

La tasa de averías  $\lambda$  constituye la medida de la fiabilidad de un aparato

$$\lambda = \frac{n}{N_0 \times t}; \quad \text{donde } \begin{array}{l} n = \text{Número de unidades averiadas} \\ \text{durante el tiempo } t \\ N_0 = \text{Número inicial de unidades} \end{array}$$

### 15.1.1 Evolución de las averías en los aparatos electrónicos

La evolución temporal de las averías puede dividirse simplificada en tres periodos.

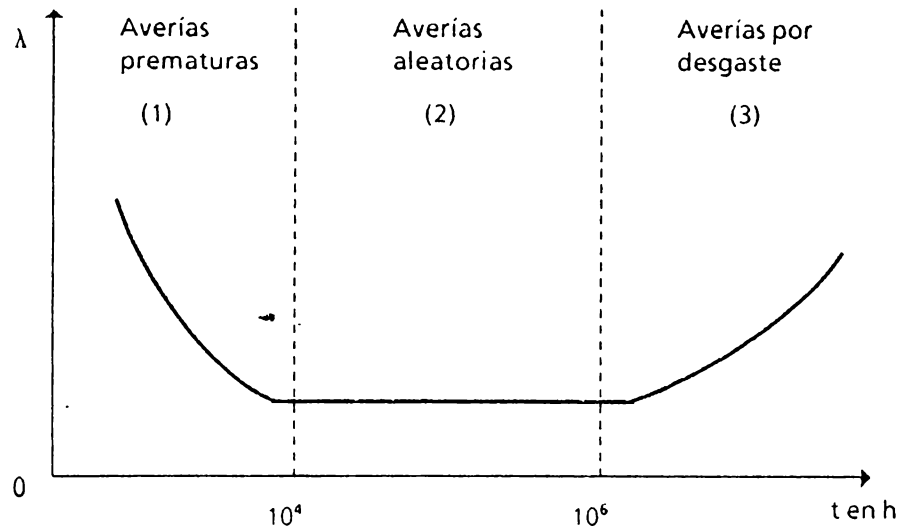


Figura 15.1 Curva de averías en aparatos electrónicos ("Curva en bañera")

- (1) Las averías prematuras o infantiles están causadas por defectos en los materiales y en la fabricación. La tasa de averías cae apreciablemente durante las primeras horas de funcionamiento.
- (2) En la segunda fase se mantiene constante la tasa de averías. Suponiendo que no se sobrepasan los límites técnicos especificados durante este periodo, solo aparecen averías aleatorias. Este "comportamiento normal" constituye la base de cálculo para todas las magnitudes características de la fiabilidad.
- (3) La tasa de averías crece a medida que aumenta el número de horas de servicio. Aparecen con más frecuencia averías por desgaste que anuncian el final del tiempo de servicio. Esta transición es continua; no aparece ninguna elevación abrupta de la tasa de averías.

### 15.1.2 Fiabilidad de los aparatos y componentes SIMATIC S5

Gracias a extensas y eficaces medidas tomadas durante la fase de desarrollo y en el curso de la fabricación se intenta maximizar la fiabilidad de los aparatos y componentes SIMATIC S5.

Entre ellas cabe destacar:

- La selección de componentes de alta calidad,
- el dimensionamiento "worst-case" de todos los circuitos,
- la comprobación sistemática y controlada por computador de todos los componentes suministrados,
- el "burn-in" (rodaje a alta temperatura) de todos los circuitos integrados (p. ej. microprocesadores, memorias, etc.),
- las medidas para impedir cargas electrostáticas durante la manipulación de circuitos MOS,
- los controles visuales en las distintas fases de la fabricación,
- la prueba "in-circuit" de todos los módulos, es decir, el test controlado por computador de todos los componentes y de su funcionamiento conjunto,
- el test funcional durante varios días a temperatura superior a la ambiental,
- la comprobación final metódica y controlada por computador,
- la evaluación estadística de todas las piezas devueltas a fin de activar inmediatamente las medidas correctoras pertinentes.

### 15.1.3 Distribución de las averías

A pesar de todas las medidas tomadas es preciso contar con la aparición de averías. En instalaciones con autómatas programables las averías se distribuyen aproximadamente de la forma siguiente:

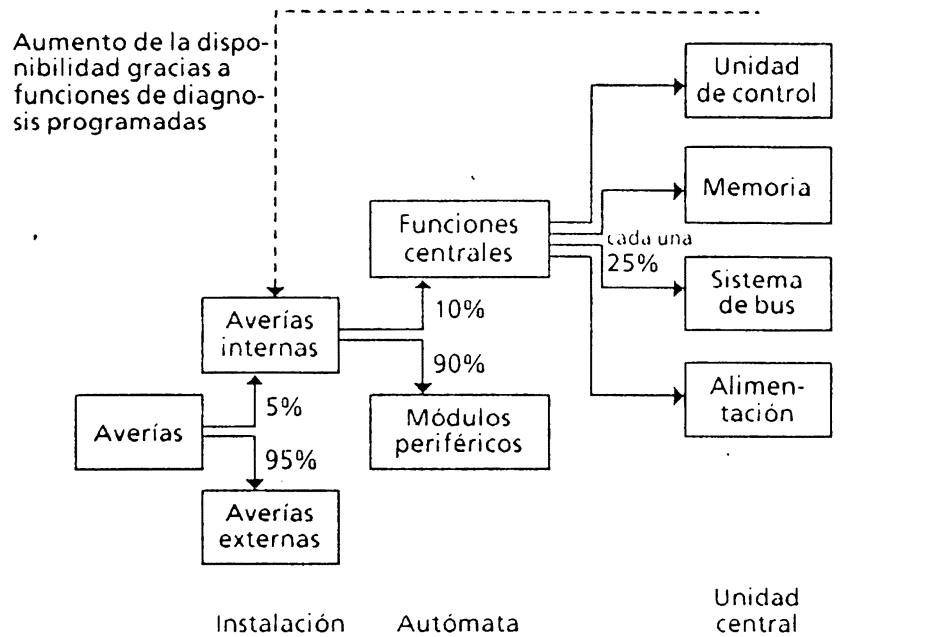


Figura 15.2 Distribución de las averías en instalaciones con autómatas programables

Significado de la distribución de averías:

- Solo una pequeña parte (aprox. 5 %) de las averías aparece dentro del autómata electrónico. Esta proporción se compone de
  - las averías de la unidad central (aprox. 10 %, esto es, solo el 0,5 % de las averías totales); a esta tasa aportan con el mismo porcentaje la unidad de control, la memoria, el sistema de bus y la alimentación.
  - las averías en los módulos periféricos (aprox. 90 %, esto es, solo el 4,5 % de las averías totales)
- La mayor parte de las averías (aprox. 95 %) aparece en los emisores de señal, actuadores, accionamientos, cableado, etc.

## 15.2 Disponibilidad

La disponibilidad se define como la probabilidad de que un sistema se encuentre en condiciones de funcionar en un instante fijado con anticipación.

$$V = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTBF = Meantime-Between-Failure; tiempo medio entre averías  
MTTR = Meantime-To-Repair; tiempo de parada

La disponibilidad ideal  $V = 1$  es imposible de alcanzar debido a las averías residuales, siempre presentes.

Sin embargo, se puede llegar muy cerca del estado ideal si se utilizan autómatas configurados en forma de sistemas redundantes. Entre las configuraciones de este tipo más conocidas cabe destacar:

- Sistemas redundantes
- Sistemas redundantes con lógica de decisión 2 de 3
- Sistemas redundantes de cuatro canales que se controlan mutuamente (cuando se desee la máxima seguridad).

La disponibilidad puede aumentarse también disminuyendo los tiempos de parada. Las siguientes medidas contribuyen a ello:

- Existencia en almacén de piezas de repuesto
- Formación del personal operador
- Indicadores de averías en los aparatos
- Una mayor memoria y un software más complejo para realizar funciones de diagnóstico programadas.

### 15.3 Seguridad

#### 15.3.1 Tipos de averías

Lo decisivo para clasificar una avería es su efecto. Se puede distinguir entre averías activas y pasivas, así como averías peligrosas y no peligrosas.

Ejemplo: Control de una función "F<sub>x</sub>"

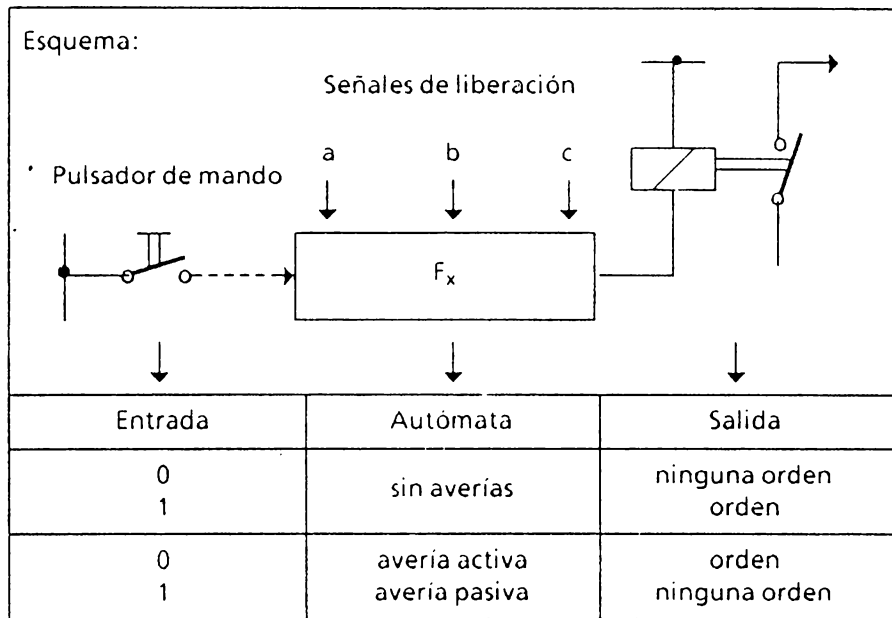


Figura 15.3 Control de una función "F<sub>x</sub>"

Según la aplicación de un autómata pueden tener efectos peligrosos las averías activas o las pasivas.

Ejemplos:

- En un control de accionamiento una avería activa provoca el arranque intempestivo del motor.
- En una función de señalización una avería pasiva bloquea el aviso de un estado peligroso (avería bloqueante o inhibidora).

Siempre que las averías puedan provocar grandes daños materiales o incluso personales, o sea, que puedan transformarse en averías peligrosas, es necesario tomar medidas para elevar la seguridad de la instalación con autómata. En este caso deberán observarse los reglamentos en vigor.

### 15.3.2 Medidas de seguridad

#### Configuración monocanal

En un autómata de estructura monocanal son limitadas las posibles medidas a tomar para aumentar su grado de seguridad:

- Los programas o partes de los mismos pueden depositarse y ejecutarse varias veces en memoria.
- Las salidas pueden vigilarse por software por medio de una realimentación paralela a las entradas del mismo aparato.
- Funciones de diagnóstico integradas en el autómata y que llevan las salidas a un estado definido - en general, desconexión - cuando se presenta una avería interna.

Averías en autómatas electrónicos y electromecánicos:

- Los relés y contactores solo se excitan cuando se aplica una tensión a su bobina. En estos elementos las averías activas son más improbables que las pasivas.
- Por el contrario, en los autómatas electrónicos aparecen con la misma frecuencia las averías activas y las pasivas. Así, un transistor de salida defectuoso puede quedar en estado de bloqueo o de conducción.

Estas propiedades ofrecen la posibilidad de incrementar la seguridad de los autómatas electrónicos.

- Las funciones no relevantes para la seguridad de la instalación se gobiernan de forma electrónica.
- Las funciones que afectan a la seguridad se realizan utilizando elementos de mando convencionales (electromecánicos).

### Configuración multicanal

Si a pesar de todas las medidas los autómatas de estructura monocanal no pueden satisfacer los requisitos de seguridad exigidos, es necesario configurar los autómatas con varios canales (redundantemente).

- **Autómatas de dos canales**  
Los dos "canales" se vigilan mutuamente. La evaluación de las órdenes de salida se realiza siguiendo una lógica de "1 de 2" ó "2 de 2".  
Ejemplo típico: Autómata S5-110F  
Este autómata está compuesto de dos autómatas S5-110A programados de igual forma y que funcionan sincronizados; la vigilancia se realiza a través de dos tarjetas comparadoras. Las averías se señalizan activándose las funciones de seguridad correspondientes.
- **Autómatas de cuatro canales**  
Añadiendo más "canales" se realizan otros sistemas redundantes (p. ej. según redundancia mayoritaria "2 de 3").



## 15.4 Resumen

- En los autómatas electrónicos pueden surgir averías de indole diversa y en cualquier punto.
- A pesar de los máximos esfuerzos destinados a alcanzar una fiabilidad máxima, la probabilidad de aparición de averías no se hace nunca cero.
- Lo importante es el efecto de dichas averías. Según la aplicación es posible que las averías activas o pasivas sean peligrosas o no peligrosas.
- Para aplicaciones de seguridad es necesario tomar disposiciones suplementarias para detectar las averías peligrosas y bloquear sus efectos.
- Las posibilidades son limitadas en el caso de autómatas monocanal. Por ello conviene realizar las funciones de seguridad fuera de la parte electrónica usando componentes convencionales (electromecánicos) a su salida.
- Para cumplir con requisitos de seguridad los autómatas electrónicos deberán configurarse de forma multicanal (redundante).
- Estas consideraciones básicas son independientes
  - del tipo de autómata (de lógica cableada o lógica programada)
  - del fabricante
  - del país de origen (Europa, América, etc.).