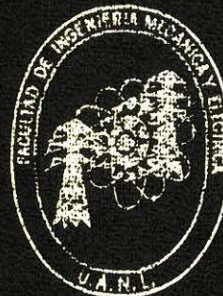


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.



INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION  
INDUSTRIAL EN BASE A PLC S

T E S I N A

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

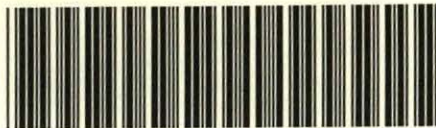
PRESENTA:  
FERNANDO LAZCANO GALVAN

ASESOR

ING. FRANCISCO J. ESPARZA RAMIREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 1997

T  
TJ223  
.P76  
L39  
C.1

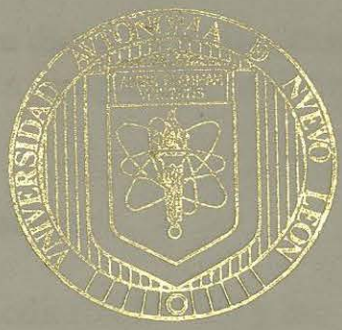


1080086987

14564

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA.



## INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION INDUSTRIAL EN BASE A PLC S

### TESINA

PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA:  
FERNANDO LAZCANO GALVAN

ASESOR

ING. FRANCISCO J. ESPARZA RAMIREZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, ENERO 1997



X 22116  
X 22116  
X 22116  
X 22116  
X 22116



**Agradezco a:**

**Dios:**

Que me dio a los padres mas buenos del mundo, y porque me dio salud y tambien porque estuvo conmigo en los momentos mas dificiles.

**Mis padres:**

Que medieron la vida y me fueron forjando poco a poco desde mi niñez para llegar a ser alguien en esta vida y que con tantos sacrificios hicieron posible que concluyera mi carrera profesional. A ellos les debo todo.

**A mis maestros:**

Que con sus conocimientos y consejos hacen que nosotros, los jovenes realicemos el sueño de alguien importante en nuestro pais y en nuestra vida personal.

## INDICE

### I.- Intruducción

1.1 Definición	1
1.2 Historia del PLC	2
1.3 Circuitos PLC y simbología de contactos	3

### II.- Procesador, fuente del sistema y dispositivos de programación.

2.1 Introducción	5
2.2 Barrido del procesador	6
2.3 Fuente del sistema	6
2.4 Dispositivo de programación	7

### III.- Sistemas de memoria e interacción de I/O

3.1 Memoria	8
3.2 Estructura y capacidad de memoria	8
3.3 Consideraciones de memoria	8

### IV.- Sistemas de I/O dscretas

4.1 Introducción	9
4.2 Mapeo y racks de I/O	9
4.3 Sistemas de I/O	10
4.4 Entradas discretas	10
4.5 Salidas discretas	15

## **V.- Sistemas de I/O analógicas**

5.1 Introduccion	21
5.2 Entradas analógicas	21
5.3 Representacion de entradas analogicas	22
5.4 Manejo de entrada de datos analogicos	22
5.5 Conexión de entradas analógicas	23
5.6 Salidas analógicas	23
5.7 Representación de datos de salida analógicos	23
5.8 Manejo de datos de salida analógicos	24
5.9 Conexiones de salidas analógicas	28

## **VI.- Programación**

6.1 Introducción	25
6.2 Formato básico del diagrama escalera	25
6.3 Tipos de instrucciones	26

## **VII.- Proyecto**

7.1 Intorducción	28
7.2 Diagrama físico	29
7.3 Diagrama eléctrico	30
7.4 Diagrama Escalera	31
7.5 Codificación	32



## **I.- INTRODUCCION A LOS CONTROLADORES PROGRAMABLES**

### **1.1 DEFINICIÓN**

Un controlador programable, llamado formalmente un Controlador Lógico Programable o PLC, puede definirse como un dispositivo de estado sólido miembro de una familia de computadoras. Es capaz de almacenar instrucciones para implementar funciones de control tales como secuencia, regulación de tiempo, conteo, aritmética, manipulación de datos y comunicaciones para maquinas y procesos industriales.

Un PLC puede verse en términos simples como una computadora industrial la cual ha sido diseñada específicamente en su unidad central de procesamiento y en su circuitería de interfaces a los dispositivos de campo (conexiones al mundo real).

## **1.2 HISTORIA DEL PLC**

### **DISEÑO CONCEPTUAL DEL PLC**

Los primeros controladores programables fueron reemplazadores de los relevadores. Algunas de las especificaciones iniciales incluían lo siguiente:

- \* Precio competitivo con los sistemas de revelación existentes.
- \* Capaz de mantenerse en ambiente industrial.
- \* Interfaces de entrada y salida fácilmente intercambiables.
- \* Diseño en forma modular para que los sub-ensambles se puedan quitar fácilmente para reparación o reemplazo.
- \* Capacidad de pasar datos recolectores a un sistema central.
- \* Sistema capaz de volverse a utilizar.
- \* El método de programación del controlador debe ser simple.

Los primeros PLC`s ofrecieron funcionalidad en la revelación así la lógica y el uso en ambiente industrial fue alcanzado. La programación, aunque tediosa, tenía un estándar reconocible: Formato Escalera.

### **CONTROLADORES ACTUALES**

La siguiente lista describe algunas de las mejoras que han ocurrido.

#### **MEJORAS DE HARDWARE:**

- \* Tiempos de scan mas rápidos.
- \* Bajo costo, PLC`s mas pequeños requiriendo menos espacio.
- \* Sistemas de I/O de alta densidad con interfase, por lo tanto, de bajo costo y eficiencia de espacio.
- \* Interfaces de I/O inteligentes basados en microprocesadores.

### 1.3 CIRCUITOS PLC Y SIMBOLOGIA DE CONTACTOS

La lógica alambrada se refiere a las funciones de control que son determinadas por la manera en que los dispositivos aun interconectados. Una función principal del PLC es remplazar la lógica alambrada existente o bien implementar funciones de control de nuevos sistemas. El diagrama escalera del PLC se implementa por medio de software.

El lenguaje mas utilizado para implementar las funciones del PLC son los diagramas escaleras, también llamados simbología de contactos.

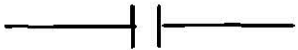


El diagrama escalera completo puede verse como aquel formado por circuitos individuales teniendo cada uno una salida. A cada circuito se le llama rung (Travesaño). Por lo tanto un rung es un conjunto de contactos que controlan una salida del PLC.

Los símbolos que representan las entradas se conectan en serie, paralelo o en alguna combinación para obtener la función deseada.

**DIRECCION.** Cada símbolo del ,rung tiene un numero de referencia, que representa la dirección de la memoria donde se almacena el estado (1 o 0) de la entrada o salida.

**SIMBOLOS DE CONTACTOS.** Los contactos y relevadores de los PLC's funcionan de una forma muy similar. Un contacto normalmente abierto se cierra cuando se energiza y uno normalmente cerrado se abre cuando se energiza. Si un conjunto de contactos permite continuidad a una salida, ésta se energiza (ON).

Los siguientes símbolos se utilizan para trasladar circuitos de relevadores a diagramas escaleras

SIMBOLO	DEFINICION E INTERPRETACION
	Contacto normalmente abierto. Representa una entrada que puede conectarse a un sensor o switch. O bien, representa un contacto de una salida interna.
	Contacto normalmente cerrado. Representa una entrada que puede conectarse a un sensor o switch. O bien, representa un contacto de una salida interna.
	Salida. Representa cualquier salida que es manejada por alguna combinación de entradas.

## II. PROCESADOR, FUENTE DEL SISTEMA Y DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION

### 2.1 INTRODUCCION

Como se menciona al principio, el CPU es indudablemente la parte mas importante del PLC. Los tres componentes que forman el CPU son:

- \* El procesador
- \* La memoria
- \* La fuente

La Fig. 2-1 muestra un diagrama simplificado del CPU. En general la arquitectura del CPU difiere de un fabricante a otro pero la mayoría presenta estos tres componentes.

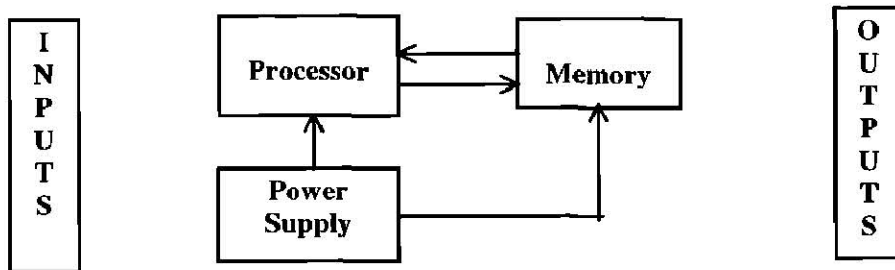


Fig. 2-1

El termino CPU encierra todos los elementos necesarios para formar la inteligencia del sistema. Hay una interacción funcional definida del CPU con los demás componentes. El procesador ejecuta el programa almacenado en la memoria en forma de diagramas escalera, mientras que la fuente proporciona los voltajes necesarios para la operación apropiada de todos los componentes.

## **2.2 BARRIDO DEL PROCESADOR**

Este proceso de lectura de entradas, ejecución del programa y actualización de las salidas es conocido como scan (Barrido).

El tiempo que tarda el PLC para implementar el scan se le conoce como tiempo de scan . Este tiempo esta compuesto por el tiempo del scan del programa y el tiempo de actualización de I/O. Este tiempo depende de la cantidad de memoria del programa y el tipo de instrucción usada en el programa.

## **DETECCION DE ERROR**

EL procesador usa técnicas de detección de error para monitorear el status funcional de la memoria, enlaces de comunicación entre subsistemas y periféricos, y su propia operación. Las técnicas de detección de error mas comunes son paridad y checksum.

## **2.3 FUENTE DEL SISTEMA**

La fuente tiene la función de suministrar voltaje bien regulado y protección a otros componentes del sistema.

## **VOLTAJE DE ENTRADA**

El requerimiento mas común de voltaje de entrada es de 120 VCA o 220 VCA, aunque pocos controladores aceptaran 24 VCD.

## **TRANSFORMADORES DE AISLAMIENTO**

Con frecuencia el controlador programable se instala en un área donde la línea de CA es estable, sin embargo, el equipo circundante podría generar cantidad considerable de interferencia electromagnética (EMI).

## **CONSIDERACIONES DE CARGA**

La fuente proporciona el voltaje de CD para los circuitos lógicos del CPU y los circuitos de I/O. Cada fuente tiene una máxima cantidad de corriente que puede proporcionar a un voltaje dado ( ej. 10 amps a 5V).

## **2.4 DISPOSITIVOS DE PROGRAMACION**

Nuevos y mejores métodos de entrada, recuperación y monitoreo de las actividades del PLC han proporcionado grandes beneficios del controlador virtualmente en todas las industrias. Debido a estos medios simples para entrada de programas han significado ahorro de tiempo para el usuario en el aprendizaje de como meter un programa.

## **III SISTEMAS DE MEMORIA E INTERACCION DE I/O**

### **3.1 MEMORIA**

La característica mas importante de un controlador programable es la habilidad del usuario de realizar cambios al programa de control rápida y fácilmente. El sistema de memoria se encuentra en el área del CPU donde se encuentra toda la secuencia de instrucciones o programas, estos son almacenados y ejecutados por el procesador para suministrar las necesidades de los dispositivos de campo.

### **3.2 ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE MEMORIA**

La memoria de un controlador programable puede verse como un arreglo dimensional sencillo de almacenamiento en celdas unitarias, en donde cada celda pueda almacenar "1" o "0". Un bit es la unidad de mas pequeña de memoria y almacena la información en la forma de "1" y/o "0". La información es entonces ON/OFF, dependiendo del estado del bit (1, ON y 0, OFF).

### **CAPACIDAD Y UTILIZACION DE LA MEMORIA**

La capacidad de memoria es vital cuando se considera la aplicación de un controlador programable. La capacidad de memoria en general no es expandible en algunos controladores pequeños , y en controladores grandes si es expandible.

### **3.3 CONSIDERACIONES DE MEMORIA**

El tipo de memoria es una consideración que debemos tomar en cuenta, puesto que ciertas aplicaciones requieren frecuentes cambios, mientras que otras requieren almacenamiento permanentes una vez que el programa es debugged. Un RAM con soporte de baterías puede ser adecuado en muchos casos, pero en otros un RAM y un tipo de memoria no volátil puede ser requerida.



## IV. SISTEMA DE I/O DISCRETAS

### 4.1 INTRODUCCION

El sistema de Entradas / Salidas ( I / O ) discretas proporciona la conexión física entre la palabra digital de salida (equipo del campo) y la unidad central de procesamiento (Fig. 4.1).

Las interfaces de I/O son las habilidades sensoras y motoras requeridas por el CPU para efectuar el control sobre una maquina o proceso.

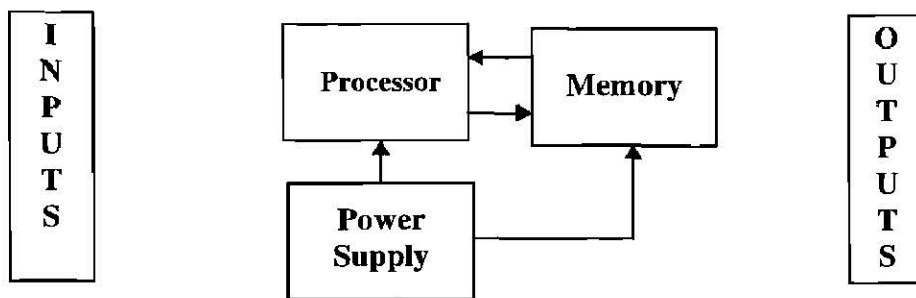


Fig 4.1

### 4.2 MAPEO Y RACKS DE I/O

Sin importar el tipo de interfase usada, los módulos deben ser colocados o insertados en un rack. La localización donde se insertan es lo que determina la dirección de referencia de cada dispositivo conectado. En general, un rack reconoce el tipo de modulo conectado a el, si es entrada o salida y la clase de interfase (discreta, analoga, numerica etc.). Este reconocimiento del modulo esta codificado en la parte posterior del rack.

Los racks se pueden clasificar en tres categorías: Rack maestro, local y remoto. Un Rack maestro es aquel que contiene el CPU o modulo del procesador. Un Rack local es aquel que tiene colocado en la misma localización o área del rack maestro. En general, un rack local (si no es maestro) contiene un procesador de I/O local el cual recibe y envía datos de y para CPU. Un rack remoto es un compartimiento que contiene módulos de I/O alejados del CPU.

## **RACKS DE I/O Y TABLA DE MAPEO DE I/O**

Cada fabricante de PLC especifica las reglas que el usuario debe seguir para colocar los módulos de I/O. Esto asegurara un direccionamiento adecuado. No es nuestra intención cubrir las reglas de todos los fabricantes pero daremos una forma genérica de mapeo I/O.

### **4.3 SISTEMAS DE I/O**

Un subsistema remoto es un compartimiento tipo rack en el cual se instalan los módulos de I/O. El rack normalmente incluye una fuente para manejar la circuitería de las interfases y un adaptador de I/O remoto o modulo procesador el cual permite la comunicación con el procesador principal.

### **4.4 ENTRADAS DISCRETAS**

Esta conecta los dispositivos de entrada del campo los cuales proporcionan una señal de entrada separada y de naturaleza distinta al modulo de entrada y por lo tanto al controlador programable.

La tabla 4.1 muestra varios dispositivos de entrada.

<b>DISPOSITIVOS DE ENTRADA</b>
<b>Selectores</b>
<b>Pushbuttons</b>
<b>Celdas Fotoelectricas</b>
<b>Limit Switch</b>
<b>Switches de Proximidad</b>
<b>Contactos de Relevadores</b>

**Tabla 4.1**

Las interfases de entrada reciben sus voltajes y corrientes para operación apropiada del slot del rack al que están conectados.

## ENTRADAS CA/CD

Un diagrama a bloc de una interfase de entrada CA/CD se muestra en la Fig. 4.7. Estas varían ampliamente dependiendo del fabricante, pero en general tienen el mismo principio de funcionamiento que se describe. El circuito esta compuesto de dos partes: la sección de potencia y la sección lógica. Normalmente, pero no siempre, están acopladas por un circuito que las separa eléctricamente proporcionando aislamiento.

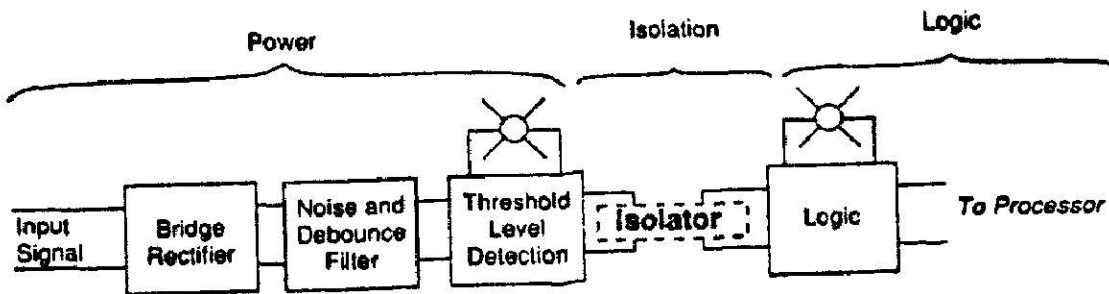


Fig. 4.7

La sección de potencia básicamente convierte la voltaje de entrada (230 VCA, 115 VCA, etc.) de un dispositivo a una señal de nivel lógico de CD para que sea usada por el procesador durante la lectura de entradas del sacn. La mayoría de los circuitos tienen un LED indicador que muestra que el nivel de voltaje presente es el apropiado.

## ENTRADAS DE CD (SINK/SOURCE)

El módulo de entrada de CD es la interfase de un dispositivo que proporciona un voltaje de CD en su salida. La diferencia entre este módulo y el anterior es que no se tiene el puente rectificador. El rango de voltaje de entrada varia entre 5 y 30 VCD.

## ENTRADAS DE CA/CD AISLADAS

Estas interfases operan en la misma forma que los módulos estándar de CA/CD; la única diferencia es la que cada entrada tiene un común o línea de retorno individual. La Fig 4.8 muestra la conexión de un dispositivo a una interfase de entrada de CA/CD con aislamiento.

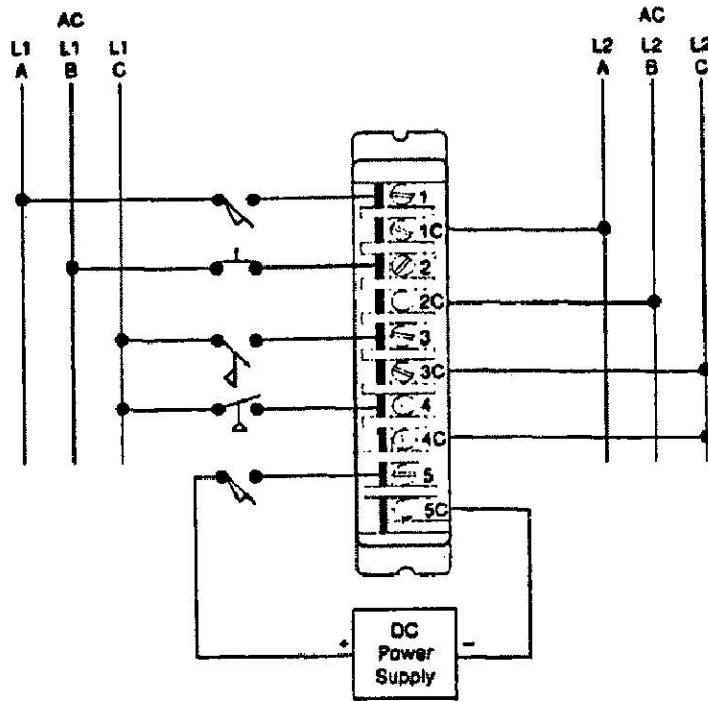


Fig 4.8

## ENTRADAS TTL

Las interfases TTL de entrada permiten que el controlador acepte señales de dispositivos TTL, incluyendo controles de estado sólido y de instrumentos de sensado. Las entradas TTL son usadas también para interfase de algunos dispositivos de 5 VCD y en varios sensores fotoeléctricos. Esta interfase tiene una configuración similar a la de entradas CA/CD; sin embargo, el retardo de tiempo de la entrada causado por el filtrado es mucho más corto. En la Fig 4.11 podemos ver el diagrama de conexión de una entrada TTL.

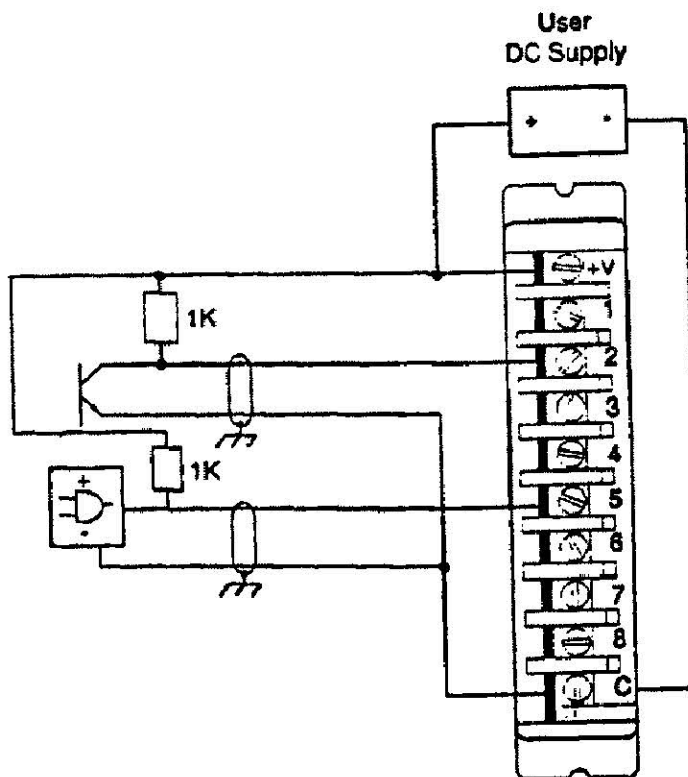


Fig 4.9

## ENTRADAS REGISTRO O BCD

Estos módulos multi-bit existe debido a la necesidad de operador para interfasear al controlador usando thumbwheel switches. Esta configuración de BCD agrupa bits de entrada como una unidad para acomodar dispositivos que requieren que los bits sean manejados en forma paralela. La Fig 4.10 muestra una conexión de una entrada de registro.

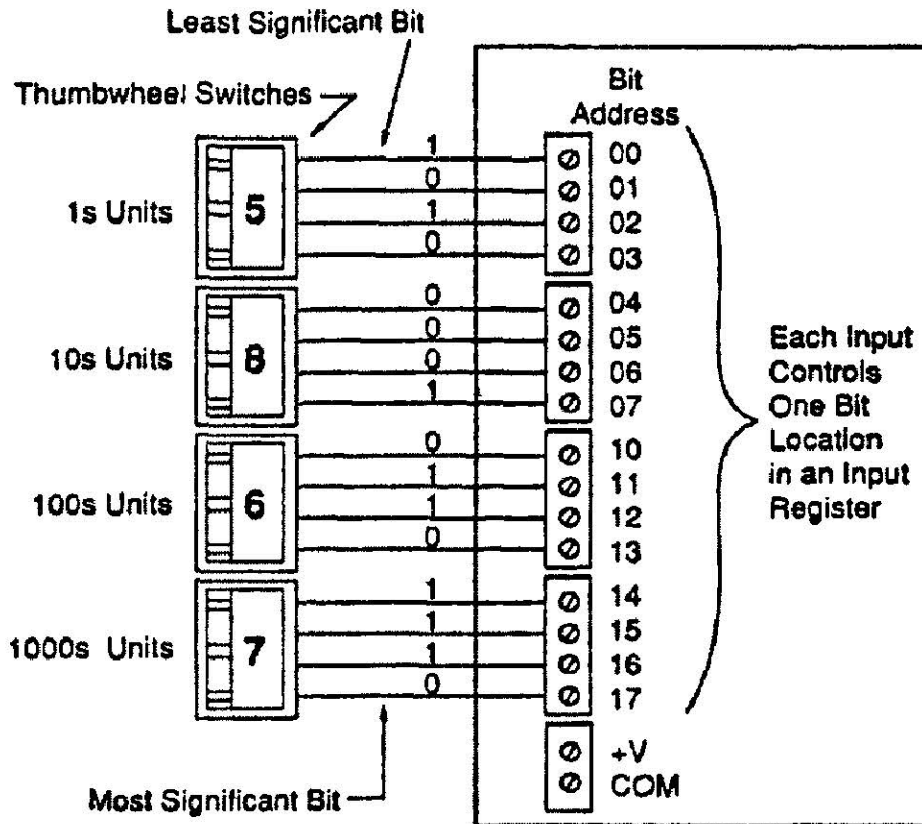


Fig 4.10

## 4.5 SALIDAS DISCRETAS

Al igual que las interfases de entrada discretas, las interfases de salida discretas son de los tipos más comúnmente usadas por los PLC's. Estas salidas proporcionan conexión entre el controlador programable y los dispositivos instalados en el campo. Los dispositivos controlados son los de naturaleza discreta o digital, que tienen uno de los dos estados tales como ON/OFF o ABIERTO/CERRADO. La tabla 4.2 muestra algunos tipos de dispositivos que caen en esta categoría.

DISPOSITIVOS DE SALIDA
Alarmas
Contactos de relevadores
Ventiladores
Luces indicadoras
Válvulas
Solenoides
Arrancadores

Tabla 4.2

Los módulos de salida discreta reciben su voltaje y corriente del rack al que están conectados. Los dispositivos a los cuales se van a conectar pueden diferir, por lo tanto existen varios tipos de módulos.

## SALIDAS DE CA

Los circuitos de salida de CA varían ampliamente con cada fabricante de PLC pero podemos generalizarlo por el diagrama que se muestra en la Fig 4.11

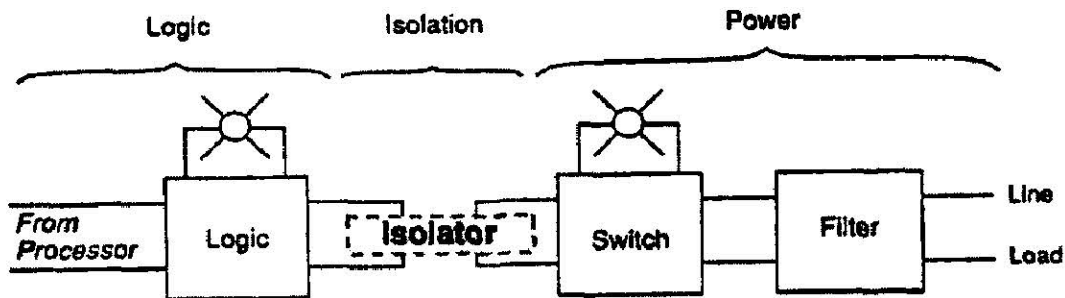


Fig 4.11

La configuración describe las secciones principales que conforman al módulo de salida y lo usaremos para describir la operación de módulo. EL circuito consiste de las secciones de Lógica y Potencia acoplados por un circuito de acoplamiento. La Fig. 4.12 muestra un circuito de acoplamiento típico de salida de CA.

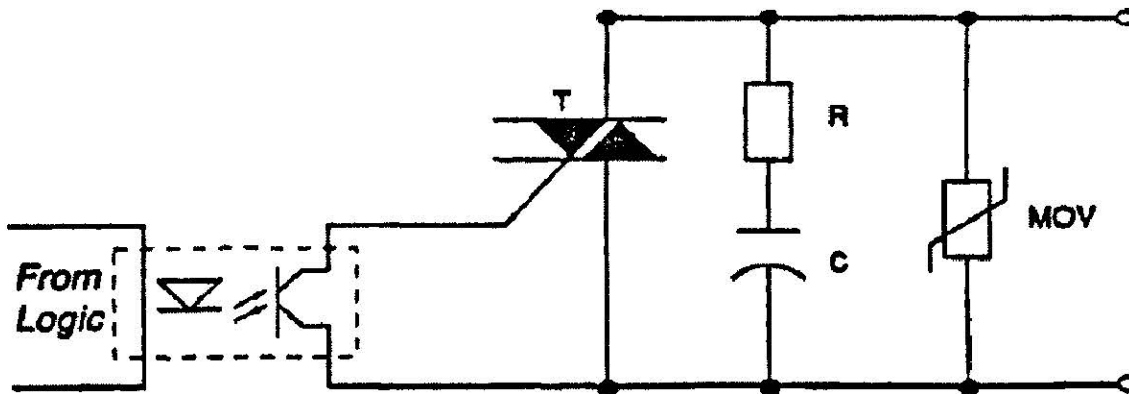


Fig. 4.12



La interfase puede proporcionar LED para indicar operación y energización. Si se tiene un fusible, puede tener también indicador del estado del fusible. La conexión de un dispositivo se muestra en la Fig. 4.13

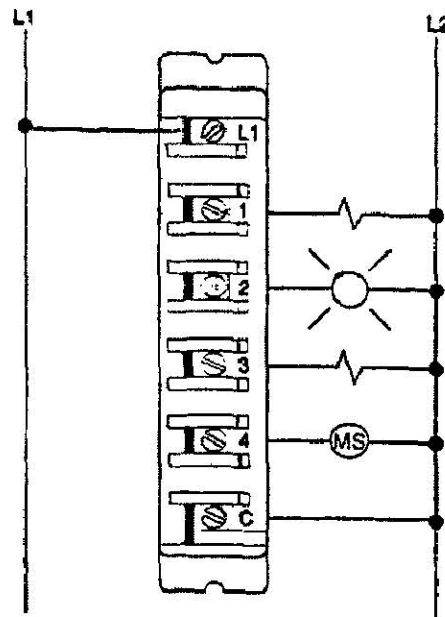


Fig. 4.13

### SALIDAS DE CD (SINK/SOURCE)

La interfase de CD se usa para controlar salidas cargas de CD discretas por switcheo de ON y OFF. La operación funcional es similar a la de CA; sin embargo, el circuito de fuerza normalmente usa un transistor de potencia para switchar la carga. La Fig. 4.14 muestra un circuito típico de salida de CD.

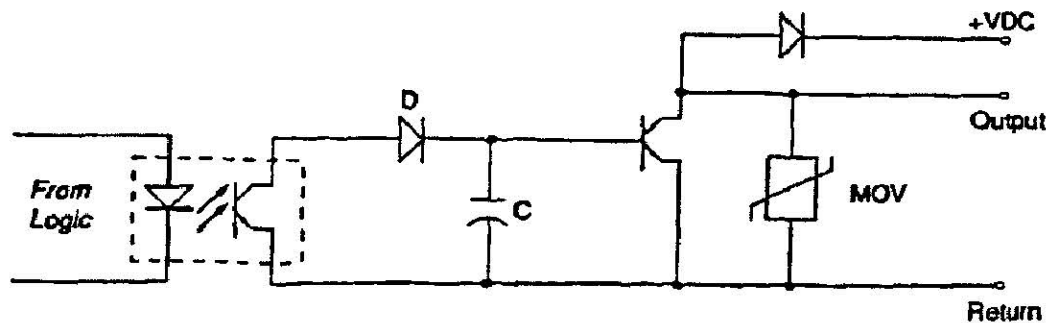


Fig 4.14

## SALIDAS AISLADAS DE CA Y CD

Las salidas aisladas operan igual que las interfases de salida estándar de CA y CD. La única diferencia es que cada salida tiene su propio común o aislada de otras salidas. Esta configuración permite controlar dispositivos que tienen diferentes fuentes, por lo que se pueden estar a diferentes niveles de tierra. La Fig. 4.15 muestra esta configuración.

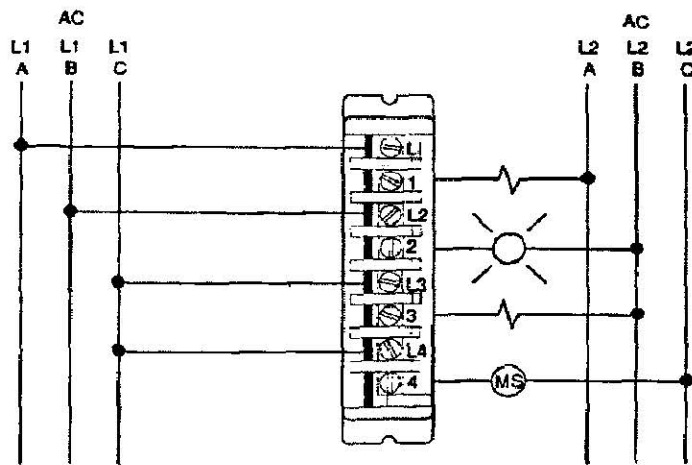


Fig. 4.15

## SALIDAS TTL

Las interfases de salida TTL permiten controlar dispositivos que son compatibles con nivel TTL, tales como dispositivos de siete segmentos, circuitos integrados y varios dispositivos de 5 VCD. Generalmente estos módulos requieren una fuente externa de +5 VCD con corrientes específicas. La Fig. 4.16 nos muestra el diagrama de conexión de este tipo.

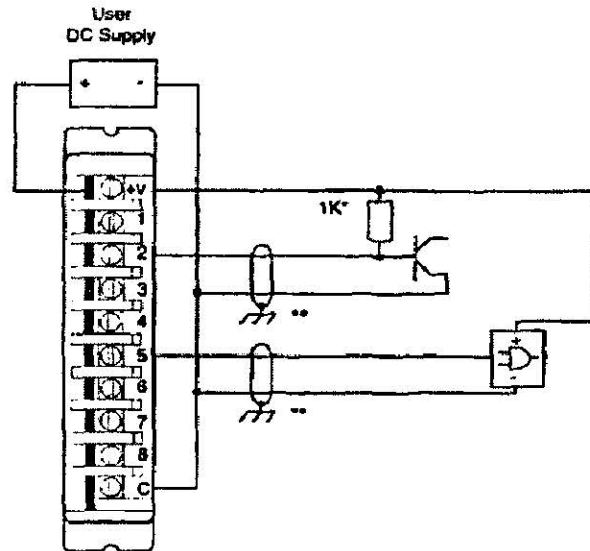


Fig. 4.16

## SALIDAS DE REGISTRO O BCD

Esta interfase multi-bit proporciona comunicación en paralelo entre el procesador y un dispositivo de salida, tal como un display de siete segmentos o un display de BCD alfanumérico.

Esta interfase proporciona generalmente rangos de voltaje de 5 VCD a 30 VCD y tiene de 16 a 32 líneas (uno o dos registros de I/O). La operación de cada salida es similar a la del módulo de salidas TTL o CD. La Fig. 4.17 muestra una interfase típica.

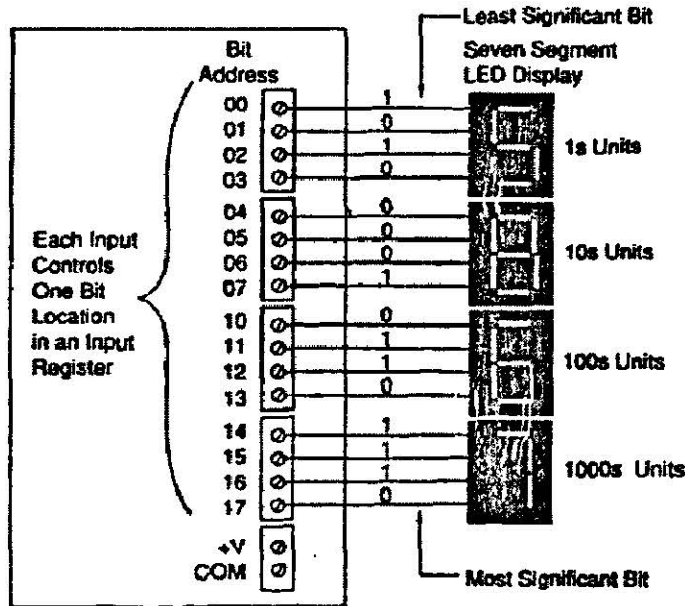


Fig. 4-17

## V. SISTEMAS DE I/O ANALOGICAS

### 5.1 INTRODUCCION

Las interfases de I/O analógicas son también extensamente usadas para realizar tareas específicas.

La medición y control analógico son usados generalmente como aplicaciones relacionadas con procesos continuos tales como control de temperatura y monitoreo de sensores de instrumentos de procesos.

### 5.2 ENTRADAS ANALOGICAS

Los módulos de entrada analógica son usados en aplicaciones donde la señal alimentada por el dispositivo es en forma continua. A diferencia de las señales ( ON u OFF), las señales analógicas estas presentes en forma continua. La siguiente tabla muestra algunos dispositivos típicos que con interfaseados con módulos analógicos de entrada.

<b>ENTRADAS ANALOGICAS</b>
Transductores de Temperatura
Transductores de Presión
Celdas de Carga
Transductores de Humedad
Transductores de Flujo
Potenciómetros

Tabla 5.1

### **5.3 REPRESENTACION DE ENTRADAS ANALOGICAS**

Cuando hablamos de un dispositivo que proporciona una salida analógica en su salida, nos encontramos que es un dispositivo que esta conectado a un transductor o transmisor el cual a su vez proporcionara la señal para el modulo.

Las interfases analógicas disponibles en rangos de voltaje unipolares (solo voltaje positivo, ej. 5 VCD) y bipolares (voltaje positivo y negativo, +5 y -5 VCD).

Esta transformación es proporcional a la señal variable que está siendo medida por el dispositivo y llega al módulo de entrada por el transductor o transmisor, como una corriente o voltaje. La entrada al módulo es despues digitalizada convirtiendo la corriente o voltaje en un número binario el cual es proporcional a la corriente o voltaje llegando al módulo.

La conversión numérica realizada por el módulo se lleva a cabo usando un convertidor análogo-digital (A/D o ADC).

### **5.4 MANEJO DE ENTRADA DE DATOS ANALOGICOS**

Una vez que la señal se ha digitalizado o transformado en conteos binarios el valor esta disponible en el procesador.

Durante la sección de lectura del scan, el procesados lee los valores del módulo y transfiere la información a una localidad especificada por el usuario. Esta localidad generalmente una palabra o registro o almacenamiento o registro de entrada.

Cuando el procesador ejecute las instrucciones que leen las entradas analógicas, obtendrá los datos del módulo durante el siguiente scan de I/O y coloca los valores en el registro destino especificado. Si se leen múltiples canales, el procesador igualmente lee y almacena un canal scan; esto no causa ningún retraso en el procesamiento de señal.

## 5.5 CONEXIÓN DE ENTRADS ANALOGICAS

Los módulos de entrada analógica normalmente tienen una alta impedancia de entrada ( rango de Megaohms) para señales tipo voltaje por lo que pueden interfasear dispositivos sensores de entrada con alta resistencia en la salida. Los módulos del tipo corriente tienen baja impedancia de entrada. (entre 250 y 500 ohms).

Las interfasesse pueden obtener para manejar datos de entrada diferencial o terminal sencilla.

## 5.6 SALIDAS ANALOGICAS

Las interfases de salida analógicas se usan en aplicaciones requiriendo capacidad de control de dispositivos de campo que responden a voltajes o corrientes continuos. Las tabla 5.2 muestra dispositivos de salida analógicos típicos.

<b>SALIDAS ANALOGICAS</b>
Válvulas analógicas
Actuadores
Graficadores
Drive de motores
Medidores analógicos
Transductores de presión

## 5.7 REPRESENTACION DE DATOS DE SALIDA ANALOGICOS

Se conectan para controlar dispositivos vía transductores. Estos transductores toman la señal de voltaje y pueden amplificarla, reducirla o cambiarla en otra señal la cual podría controlar el dispositivo de salida.

La tabla 5.3 lista algunos de los rangos estándar que se usan normalmente en controladores en salidas analógicas.

<b>INTERFASES DE SALIDA</b>
4 - 20 mA
10 -50 mA
0 a +5 VCD
0 a +10 VCD
+2 .5 VCD
-5 a +5 VCD
-10 a +10 VCD

Tabla 5.3

Las interfases analógicas de salida operan en forma similar a los módulos de entrada, excepto que la dirección de los datos esta invertida.

La transformación de los datos, que ocurre en la interfase, es exactamente lo contrario a la entrada analógica. Los datos numéricos recibidos en el módulo, ya sea binario o BCD, son convertidos a señales analógicas usando un convertidor digital-análogo (D/A o DAC). La salida es proporcional al valor numérico recibido por el módulo.

## **5.8 MANEJO DE DATOS DE SALIDA ANALOGICOS**

El dato a enviarse al modulo de salida digital puede localizarse en la sección de almacenamiento o en la sección de I/O de la tabla de datos del área de memoria del PLC. Este dato generalmente es el resultado de un programa el cual, cuando lo envíe al módulo controlará un dispositivo de salida.

## **5.9 CONEXIONES DE SALIDAS ANALOGICAS.**

Las interfases de salida analógica vienen en configuraciones cuyos rangos son de 2 a 8 salidas por módulo .

Cuando la salida está eléctricamente aislada de otro canal y del PLC mismo, lo cual protege al sistema de daños por sobrevoltaje en los módulos de salida.



## VI PROGRAMACION

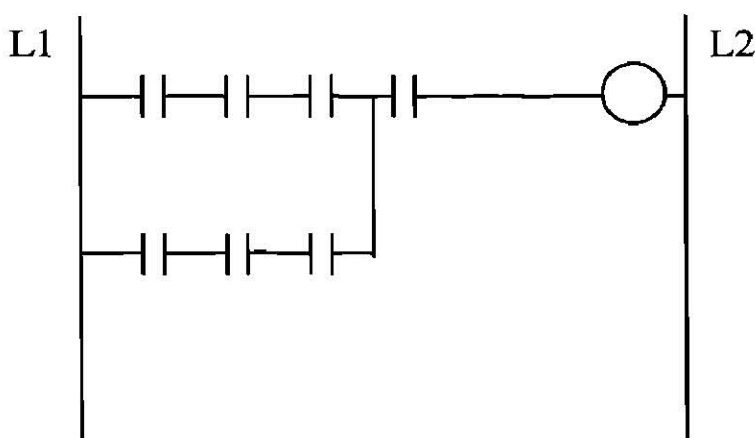
### 6.1 INTRODUCCION

El primer lenguaje utilizado, y que continua siendo el mas común, es el llamado diagrama escalera. Esto debido a que la primera aplicación de los PLC's fue para la sustitución de relevadores. Desde entonces se le han agregado gran cantidad de instrucciones mucho más poderosas.

### 6.2 FORMATO BASICO DEL DIAGRAMA ESCALERA

La Fig. 6.1 ilustra un diagrama escalera típico. Los contactos son colocados en arreglos horizontales entre dos líneas verticales que representan las líneas de energía.

El lado izquierdo o L1 representa el vivo (125VCA o 24 VCD9 y el de la derecha o L2 es el neutro. Los arreglos horizontales de contactos son equivalentes a AND's. Líneas adyacentes de contactos en serie pueden ser conectados entre si por una línea vertical para permitir que la lógica sea resuelta en paralelo (OR's)



**Fig. 6.1**

### 6.3 TIPOS DE INSTRUCCIONES

Las instrucciones disponibles en los PLC' se pueden dividir en dos grandes grupos, aunque no hay un acuerdo general en esto.

Algunos ejemplos son:

**INSTRUCCIONES BASICAS:** contactos y bobinas, timers y contadores, bobinas de control maestro y retentivas, operaciones aritméticas (+, -, \*, /), comparación (=, <, >).

**INSTRUCCIONES AVANZADAS:** Aritmética de doble precisión, raíz cuadrada, movimiento de registro a tabla, registros de corrimiento, rotación de registros secuenciadores y PID

A continuación se indican las instrucciones básicas para la programación de los PLC's con diagramas escalera: contactos, bobinas, timers, contadores y registros de datos.

**Contactos en serie (AND):** Efectúan la función lógica AND. Las condiciones especificadas deben cumplirse para que la salida sea verdadera.

**Contactos en paralelo (OR):** Efectúan la función lógica OR. Si una o mas de las condiciones son verdaderas, la salida también lo es.

**Contactos normalmente cerrados (NOT):** Se usan en combinación con los anteriores para indicar que la condición no debe de estar presente.

**Bobinas internas (OUT):** Se usan para efectuar las acciones de la lógica del programa. No tienen salida hacia los dispositivos de campo.

**Bobinas de salida (OUT):** Se usan para permitir que se envíen las señales a los dispositivos de campo. Pueden usarse como referencia en la lógica interna.

**Timers:** se usan para efectuar cierta acción en un tiempo determinado.

**Contadores:** Su aplicación es el conteo de eventos.

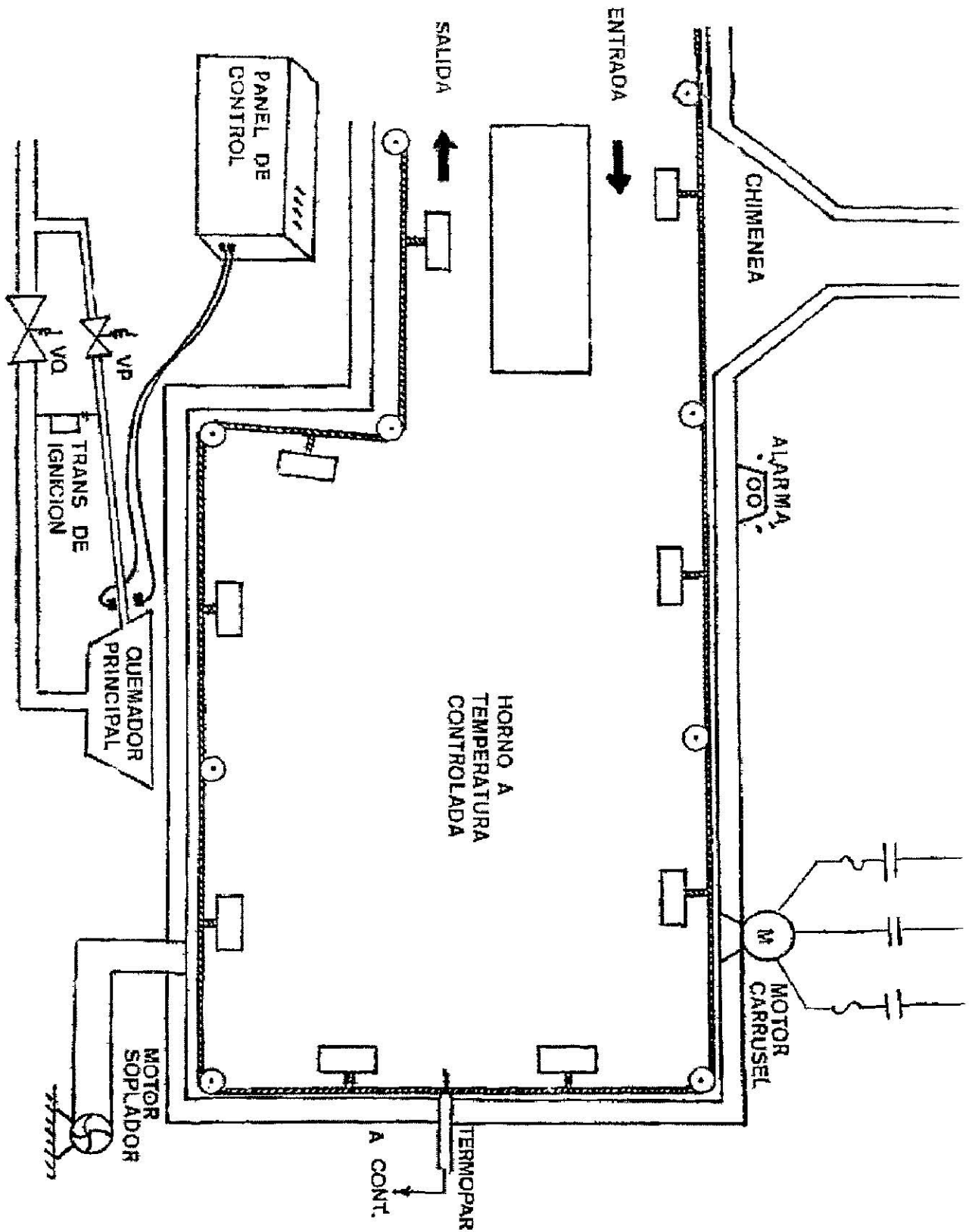
**Registros de corrimiento:** Almacena información (ON/OFF) que se desplaza una localidad cada vez que se recibe un nuevo dato.

## 7.1 Introducción

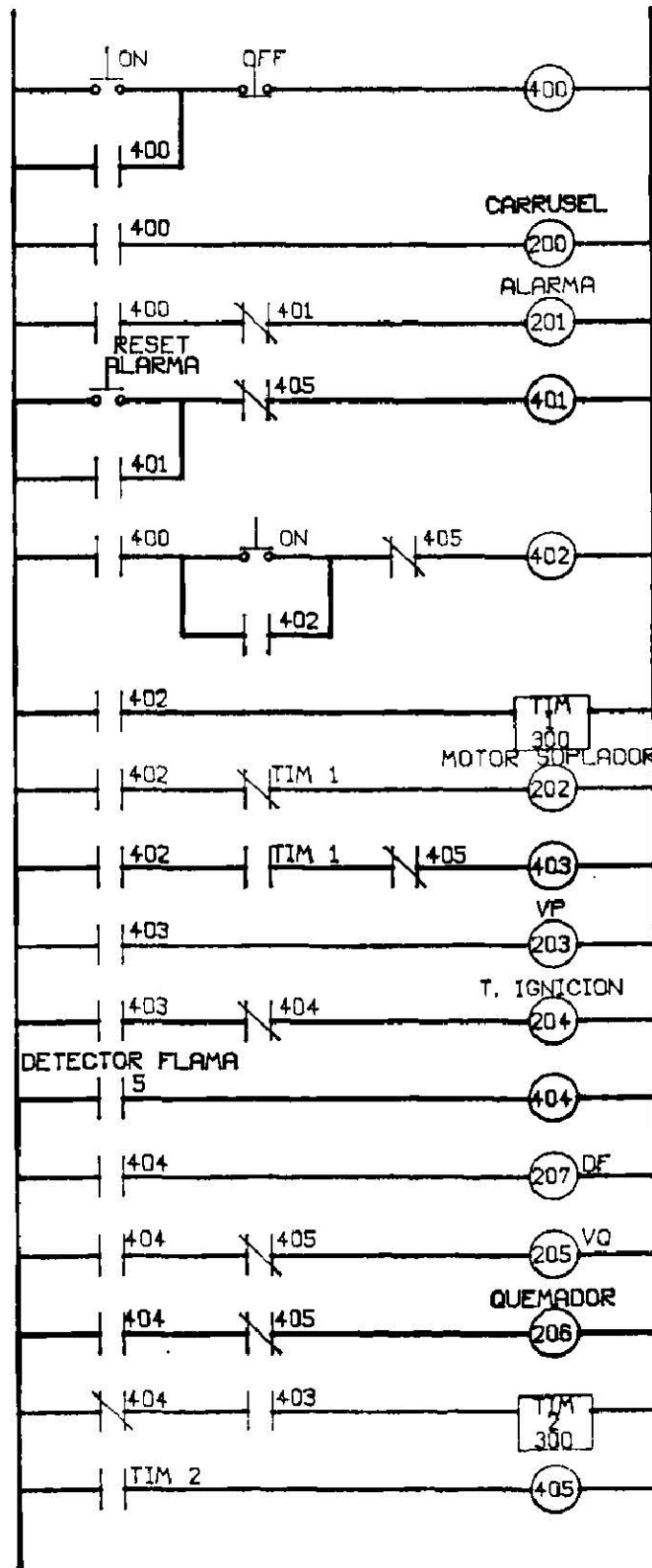
### Secuencia de operación del horno del horno del corazas

- a) Se cierra el primer interruptor haciendo que prenda el motor carrusel y la alarma.
- b) Se activa otro interruptor "Reset Alarma", que hace que desactive la alarma (motor carrusel funcionando).
- c) Se activa un nuevo interruptor haciendo que se encienda el motor soplador y saque los residuos de gases que se encuentran en el horno dando un tiempo de 30 seg. antes de que prenda el quemador.
- d) Al sacar los gases, que se abra la valvula del piloto y al mismo tiempo se desactive el transformador de ignicion para que el aviente la chispa y prenda el piloto.
- e) Al prender el piloto que lo detecte un sensor de flama para que este abra la valvula del quemador y lo encienda.
- f) Cuando se prenda el quemador principal que lo este controlando un pirometro para que permanezca a temperatura constante.
- g) Si por algun motivo el sensor no detecta la flama en 30 seg. que se cierre la valvula del piloto, del quemador principal y se desactiv el transformador de ignicion, y cuando esto ocurra que encienda la alarma.

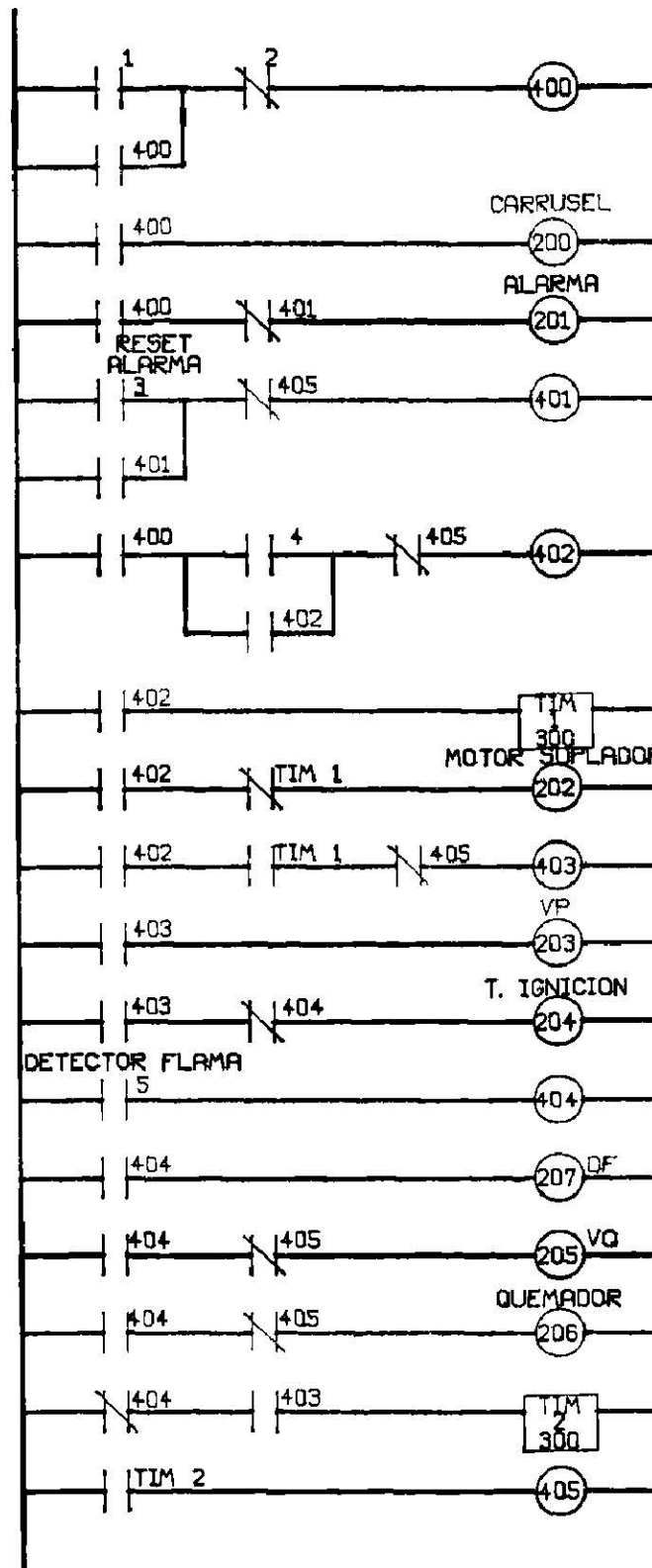
## 7.2 Diagrama físico



# DIAGRAMA ELECTRICO.



# DIAGRAMA ESCALERA.



## 7.5 CODIFICACION

LOD 1  
OR 400  
AND N 2  
OUT 400  
LOD 400  
OUT 200  
LOD 400  
AND N 401  
OUT 201  
LOD 3  
OR 401  
AND N 405  
OUT 401  
LOD 400  
LOD 4  
OR 402  
AND SHIF LOD  
AND N 405  
OUT 402  
LOD 402  
TIM 1  
300  
LOD 402  
AND N TIM 1  
OUT 202  
LOD 402  
AND TIM 1  
AND N 405  
OUT 403  
LOD 403  
OUT 203  
LOD 403  
AND N 404  
OUT 204  
LOD 5  
OUT 404



LOD 404  
OUT 207  
LOD 404  
AND N 405  
OUT 205  
LOD 404  
AND N 405  
OUT 206  
LOD N 404  
AND 403  
TIM 2  
300  
LOD TIM 2  
OUT 405

