



# Instalación y Operación de Controladores Lógicos Programables

PLAN 2008

## COMPETENCIA GENERAL

**COMPETENCIA GENERAL** Diseña sistemas de control automatizado empleando controladores lógicos programables, de acuerdo a la aplicación industrial y al manual del equipo.

## COMPETENCIAS PARTICULARES

Competencia particular 1 Identifica las características técnicas de los controladores lógicos programables, de acuerdo al manual del equipo.

RAP 1: Describe las partes que integran a los controladores lógicos programables de acuerdo a los manuales.

RAP 2: Ubica las características de montaje de los controladores lógicos programables y conexión de los elementos externos de acuerdo a los manuales del fabricante.

Competencia particular 2 Opera controladores lógicos programables de acuerdo a la aplicación industrial y considerando el manual del equipo.

RAP 1: Programa controladores lógicos programables de acuerdo a los tipos de programación y las funciones descritas en el manual del equipo.

RAP 2: Emplea Controladores Lógicos Programables en casos prácticos, de acuerdo al proceso a automatizar empleando el manual del equipo.

Competencia particular 3 Diseña el control de motores eléctricos a través del Controlador Lógico Programable, empleando el manual del equipo.

RAP 1: Aplica el control de motores monofásicos por medio del Controlador Lógico Programable empleando el manual del equipo y considerando las necesidades de la aplicación.

RAP 2: Aplica el control de motores trifásicos por medio del Controlador Lógico Programable empleando el manual del equipo y considerando las necesidades de la aplicación.

## UNIDAD 1 DEL PROGRAMA

Competencia particular 1 Identifica las características técnicas de los controladores lógicos programables, de acuerdo al manual del equipo.

RAP 1: Describe las partes que integran a los controladores lógicos programables de acuerdo a los manuales.  
RAP 2: Ubica las características de montaje de los controladores lógicos programables y conexión de los elementos externos de acuerdo a los manuales del fabricante.

### BREVE HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN:

El **PLC (Control Lógico Programable)** apareció con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) a finales de los años 60.

La empresa Bedford Associates (Bedford, MA) propuso un sistema al que llamó **Modular Digital Controller o MODICON** a una empresa fabricante de autos en los Estados Unidos.

El **MODICON 084** fue el primer **PLC** producido comercialmente.

Con este Sistema cuando la producción necesitaba variarse, entonces se variaba el sistema y ya.

En el sistema basado en relés, estos tenían un tiempo de vida limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto.

El alambrado de muchos relés en un sistema muy grande era muy complicado, si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta.

Este nuevo controlador (el **PLC**) tenía que ser fácilmente programable, su vida útil tenía que ser larga y ser resistente a ambientes difíciles. Esto se logró con técnicas de programación conocidas y reemplazando los relés por elementos de estado sólido.

A mediados de los años 70, la AMD 2901 y 2903 eran muy populares entre los **PLC MODICON**. Por esos tiempos los microprocesadores no eran tan rápidos y sólo podían compararse a **PLCs** pequeños.

Con el avance en el desarrollo de los microprocesadores (más veloces), cada vez **PLC** más grandes se basan en ellos.

La habilidad de comunicación entre ellos apareció aproximadamente en el año 1973. El primer sistema que lo hacía fue el **Modbus** de **Modicon**.

Los **PLC** podían incluso estar alejados de la maquinaria que controlaban, pero la falta de estandarización debido al constante cambio en la tecnología hizo que esta comunicación se tornara difícil.

En los años 80 se intentó estandarizar la comunicación entre **PLCs** con el protocolo de automatización de manufactura de la General Motors (MAP).

En esos tiempos el tamaño del **PLC** se redujo, su programación se realizaba mediante computadoras personales (PC) en vez de terminales dedicadas sólo a ese propósito.

En los años 90 se introdujeron nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores.

El último estándar (IEC 1131-3) ha intentado combinar los lenguajes de programación de los **PLC** en un solo estándar internacional.

Ahora se tiene **PLCs** que se programan en función de diagrama de bloques, listas de instrucciones, lenguaje C, etc. al mismo tiempo. También se ha dado el caso en que computadoras personales (PC) han reemplazado a **PLCs**.

La compañía original que diseñó el primer **PLC (MODICON)** ahora crea sistemas de control basados en PC.

## ¿QUE SIGNIFICA LA PALABRA PLC?

El término PLC proviene de las siglas en inglés para Programmable Logic Controller, que traducido al español se entiende como “Controlador Lógico Programable”.

## ¿QUE ES UN PLC?

Se trata de un equipo electrónico, que, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.



Figura 1

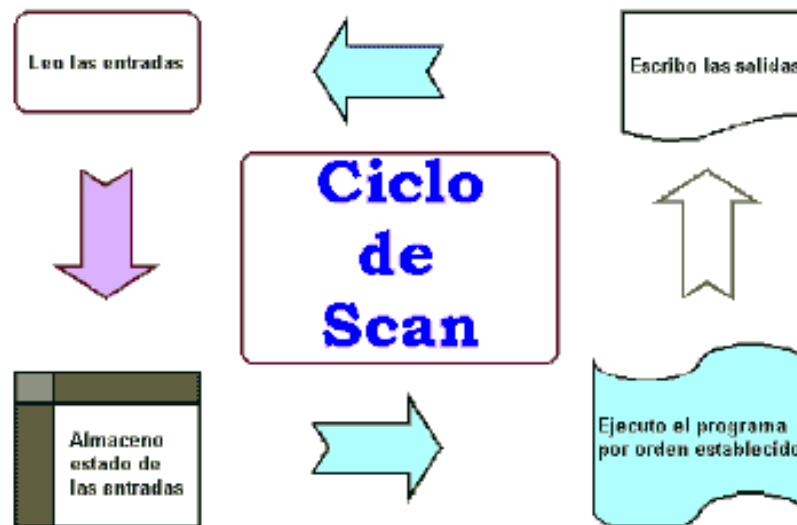
distintos tipos de plc

## COMO FUNCIONA UN PLC

El plc está siempre repitiendo un ciclo, llamado ciclo de SCAN, que consiste en lo siguiente:

- a) En primer lugar lee todas las entradas y almacena el estado de cada una de ellas
- b) En segundo lugar ejecuta las operaciones del programa siguiendo el orden en que se han grabado
- c) En tercer lugar escribe el resultado de las operaciones en las salidas.
- d) Una vez escritas todas las salidas (activando o desactivando las que el resultado de las operaciones así lo requieran) vuelve al paso A.

Este ciclo de Scan se realiza indefinidamente hasta que pasemos el conmutador de la CPU a la posición STOP.



## Funcionamientos de un plc

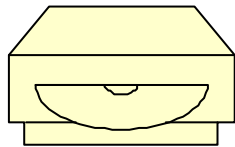
PARTES QUE COMPONEN UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE SON LAS SIGUIENTES:

Propios del plc { Hardware.- Es la parte física (el equipo)  
 Software.- es el programa con el cual funciona el PLC

Externos del plc { Actuadores.- son elementos de salida del PLC  
 Sensores.- son elementos de entrada del PLC  
 Equipo programador.- es el equipo con el cual programamos al PLC



Hardware programador



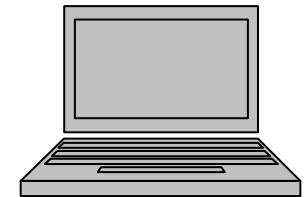
Software



Sensores



Actuadores



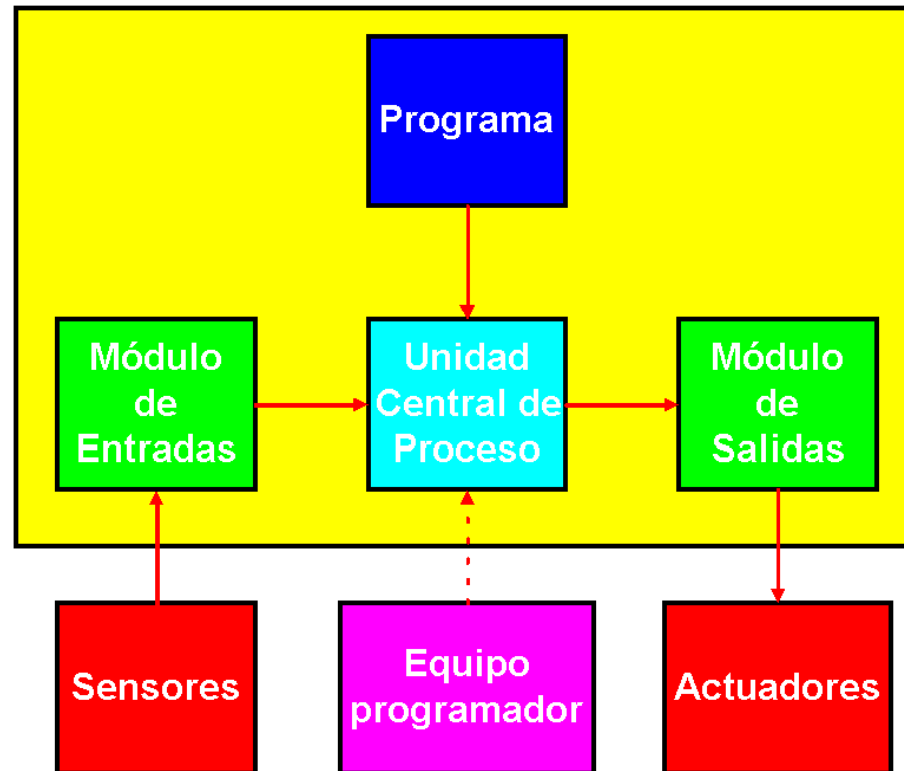
Equipo

SIMBOLOGÍA OCUPADA EN EL PLC ES LA QUE A CONTINUACION SE DESCRIBE:

<b>Denominación</b>	<b>Símbolo</b>
Contacto N. A.	--] [--
Contacto N. C.	--]/[--
Respuesta inmediata	--(=)--
Salida del PLC	--(S)--
Relay	--(R)--
Contador Ascendente	--(CU)--
Contador Descendente	--(CD)--
Temporizador	--(T)--

## CARACTERÍSTICAS DE MONTAJE

Para poder saber las características de montaje de un PLC tenemos que tener en cuenta la arquitectura del mismo que a continuación se describe:

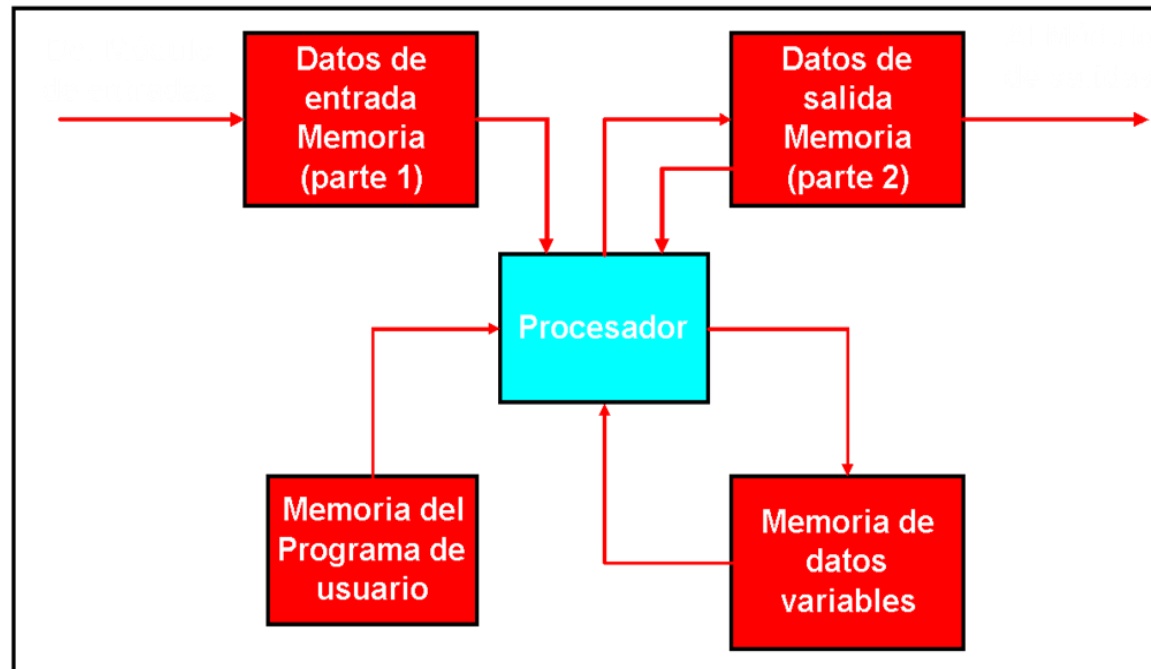


Las partes que integran a un Control Lógico Programable son las siguientes:

- Unidad central de proceso.
- Módulos de entrada y salida de datos.
- Dispositivo de programación o terminal

## Unidad Central de Proceso

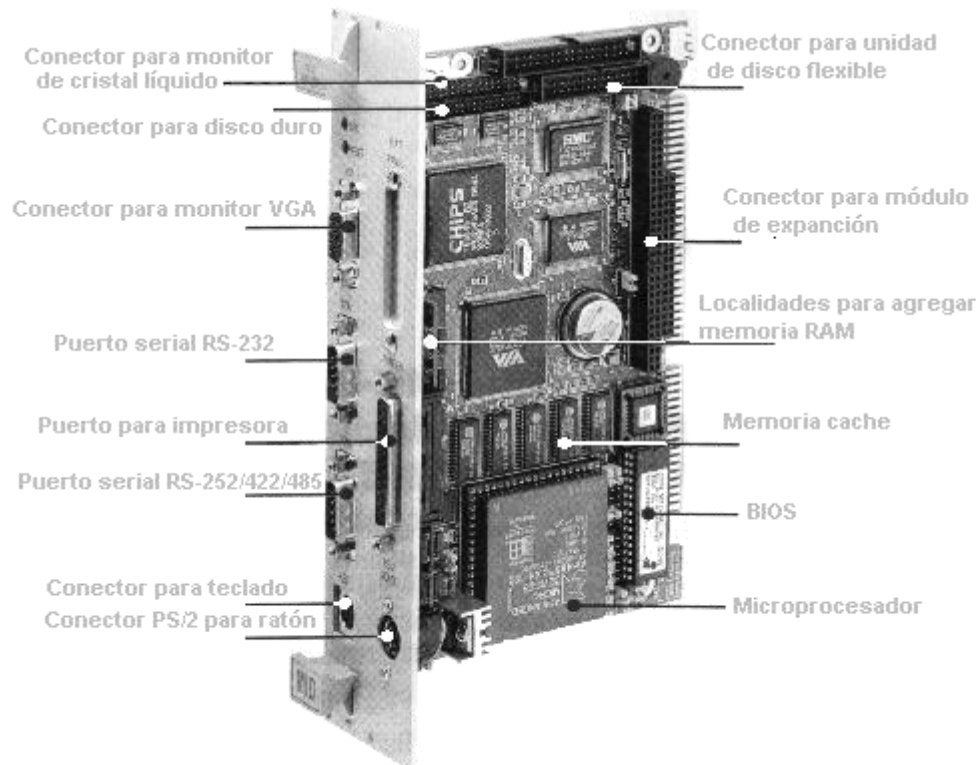
Este bloque es el módulo principal, ya que tiene que realizar la gestión de ordenar y organizar la comunicación entre las distintas partes que conforman al PLC.



Funcionamiento de la unidad central de proceso



Contiene y ejecuta el programa del usuario, que consiste en una serie de instrucciones que representa el proceso de control lógico que debe ejecutarse. Para poder hacer este trabajo, la unidad central de proceso debe almacenar las condiciones de entrada y salida más recientes.



## Módulos de Entrada y Salida

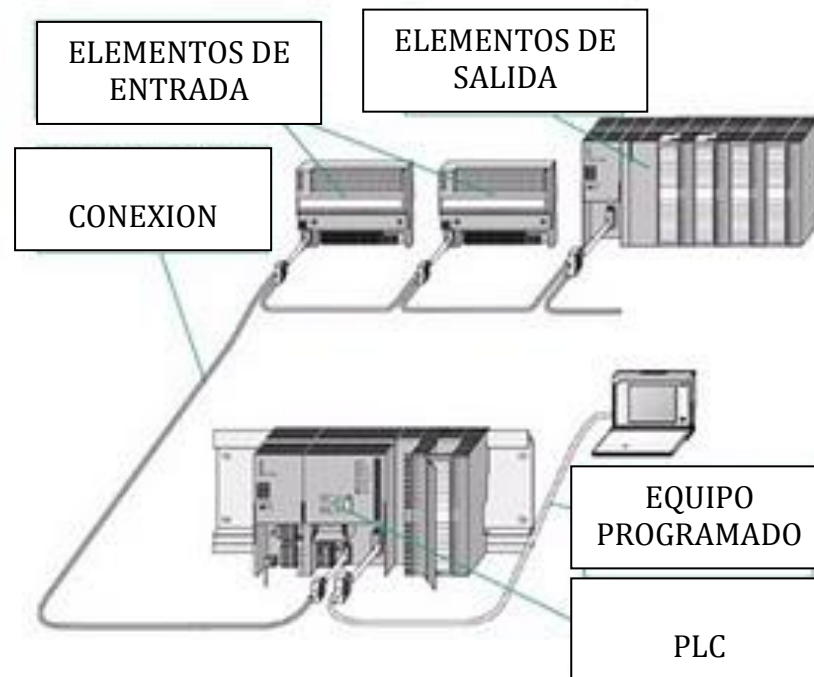
Estos módulos se encargan del trabajo de intercomunicación entre los dispositivos exteriores al PLC y los circuitos electrónicos de baja potencia que conforman a la Unidad Central de Proceso.

Están constituidos por tarjetas de circuitos impresos que contienen dispositivos capaces de aislar al PLC con el entorno exterior, además de contar con indicadores luminosos que informan de manera visual el estado que guardan las entradas y salidas.

En los bornes de conexión de estos módulos de (E/S) están conectadas las señales de los sensores y actuadores, que vigilan y manipulan el proceso que se está controlando.

Los elementos de entrada pueden ser sensores o equipo manual de accionamiento como estación de botones etc.

Los elementos de salida son los actuadores que se enlistaran más adelante en el curso



### Dispositivo de programación o terminal

Se trata de un elemento que aparentemente es complementario pero se emplea con mucha frecuencia en la operación de un PLC, ya que es un dispositivo por medio del cual se van accedendo las instrucciones que componen al programa de usuario que realiza las acciones de control industrial. Algunos PLC están equipados con un dispositivo de programación que físicamente tiene el aspecto de una calculadora, y en su teclado se encuentran todos los símbolos que se emplean para la elaboración de un programa de control, además cuenta también con una pantalla de cristal líquido en el que se exhibe gráficamente la representación de la tecla que fue oprimida.



al PLC.

Normalmente el dispositivo programador se encuentra dedicado exclusivamente a la tarea de generar los comandos e introducirlos al PLC (acto de programar), este elemento por obvias razones es construido por la misma compañía que fabrica el PLC, por lo cual tiene que ser el adecuado y poseer toda la capacidad de comunicar al usuario con el PLC.

El dispositivo programador requiere de un cable por medio del cual se envían las instrucciones del programa a la memoria de usuario del PLC, el cable que casi todos los fabricantes de PLC emplean conduce los datos en una comunicación serial.

De acuerdo con la evolución que día con día se va obteniendo en el ramo de la electrónica, se genero otra manera de programar un PLC de forma más versátil, y es por medio del empleo de una computadora de escritorio o portátil, la cual necesariamente debe de contar en una de sus ranuras de expansión con una tarjeta de interfaz de comunicación. A través de un cable de comunicación serial se interconecta la tarjeta de interfaz con el micro controlador del PLC, y por medio de un software especial que a la vez resulta amigable al usuario se va escribiendo el programa de control, para su posterior interpretación y envío

El empleo de una computadora personal cada vez cobra más auge ya que es muy fácil realizar la programación de un PLC, y en la actualidad no solo se genera el programa sino que también se puede simular antes de que se descargue el programa en la memoria del PLC, fomentando con esto una mayor productividad y un mejor desempeño al prácticamente eliminar los posibles errores tanto de sintaxis como el error lógico.

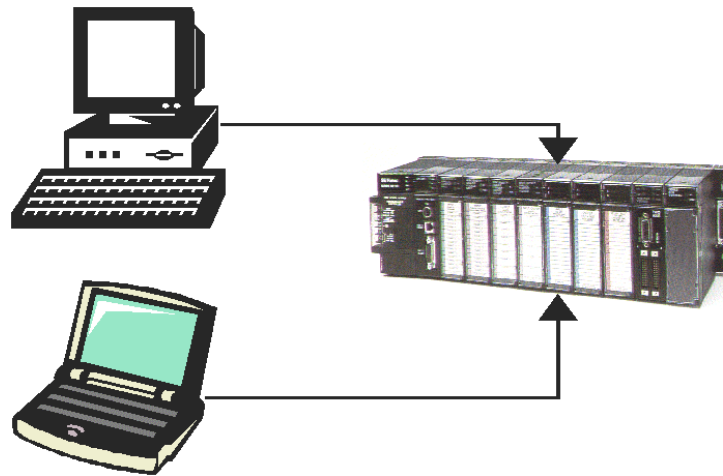
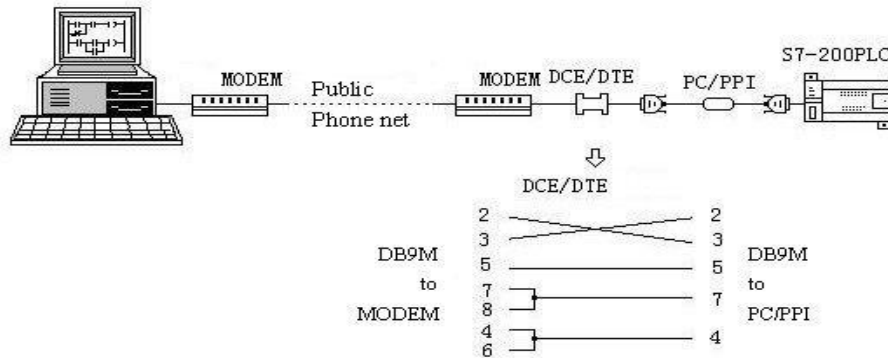
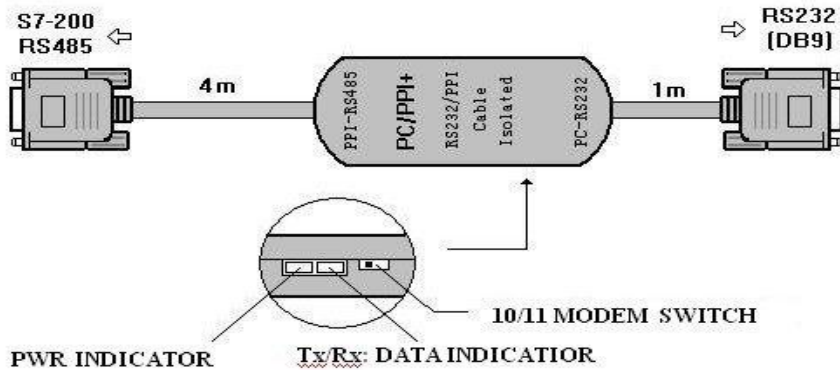


Figura 3. 1 Programación de un PLC empleando una PC

## CONEXIONES DE LA INTERFAZ

Como ya lo hemos mencionado la conexión entre el equipo programador y el plc es crucial ya que para poder programar al PLC se necesita de este medio al cual denominamos interfaz

La interfaz es la conexión entre el equipo programador y el PLC este es por medio de un cable de conexión el cual carga el programa que se realiza en la computadora o equipo ordenador para después cargarlo a PLC y que este empiece a funcionar en los procesos que se requiera en la industria.



## Actividades complementarias de la unidad didáctica

- ✱ Mapa conceptual de las partes del PLC
- ✱ Dibujo donde expliquen que es un proceso secuencial aplicado a la vida cotidiana
- ✱ Mapa esquemático donde expliquen la arquitectura del PLC aplicado a los Procesos Automatizados
- ✱ Un mapa conceptual donde se explique el funcionamiento del PLC

## UNIDAD I.- EL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).

1.1.- INDIQUE QUE ES UNA ESTACION DE BOTONES.

1.2.- ANOTE QUE ES UN CONTACTOR Y CUALES SON SUS COMPONENTES.

1.3.- ¿QUÉ ES UN RELEVADOR DE SOBRECARGA?

1.4.- ¿QUÉ ES UN ARRANCADOR Y DE QUE ESTA COMPUESTO?

1.5.- ANOTE QUE ES UN RELEVADOR DE TIEMPO Y QUE FUNCIÓN TIENE.

1.6.- INDIQUE QUE ES UN RELEVADOR DE CONTROL.

1.7.- ESCRIBA LA DECADA EN QUE SURGIÓ EL PLC:

1.8.- ¿CUÁL FUE EL PRIMER PLC QUE SE FABRICO COMERCIALMENTE?

**1.9.- ANOTE LA INDUSTRIA QUE IMPULSO LA APARICIÓN Y DESARROLLO DEL PLC.**

**1.10.- INDIQUE QUE SIGNIFICA PLC.**

**1.11.- INDIQUE LAS TRES UNIDADES QUE COMPONEN AL PLC.**

**1.12.- ANOTE LOS TIPOS DE MEMORIA DEL PLC.**

**1.13.- DEFINA AL PLC.**

**1.14.- ANOTE 3 TIPOS DE CAPTADORES:**

**1.15.- ANOTE 3 TIPOS DE ACTUADORES:**

**1.16.- ANOTE LA TENSION DE ALIMENTACIÓN DE LAS ENTRADAS DE LOS PLC'S MARCA FESTO.**

**1.17.- ANOTE LA TENSION DE ALIMENTACIÓN DE LAS ENTRADAS DEL PLC MARCA ABB.**

**1.18.- DE EL CONCEPTO DEL PLC.**

**1.19.- INDIQUE LOS TIPOS DE SALIDA QUE PUEDE TENER UN PLC.**

**1.20.- INDIQUE 4 CONSIDERACIONES CON RESPECTO A LA UBICACIÓN Y CONDICIONES AMBIENTALES PARA LA INSTALACION DEL PLC.**

**1.21.- INDIQUE 4 CONSIDERACIONES CON RESPECTO AL CABLEADO Y ALIMENTACION DEL PLC.**

**1.22.- ANOTE 5 USOS O APLICACIONES DE LOS PLC'S EN MANIOBRAS DE MAQUINAS.**

**1.23.- ANOTE 5 USOS O APLICACIONES DE LOS PLC'S EN MANIOBRAS DE INSTALACIONES.**

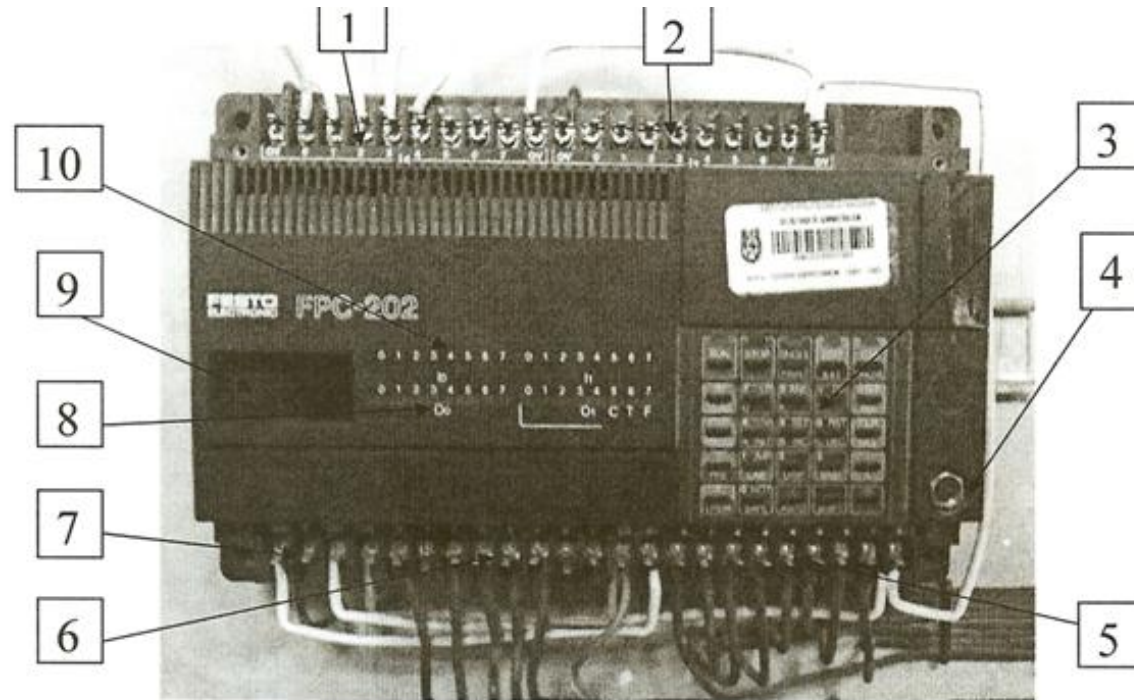
**1.24.- ESCRIBA 4 VENTAJAS DEL USO DEL PLC.**

**1.25.- ESCRIBA 3 DESVENTAJAS DEL USO DEL PLC.**

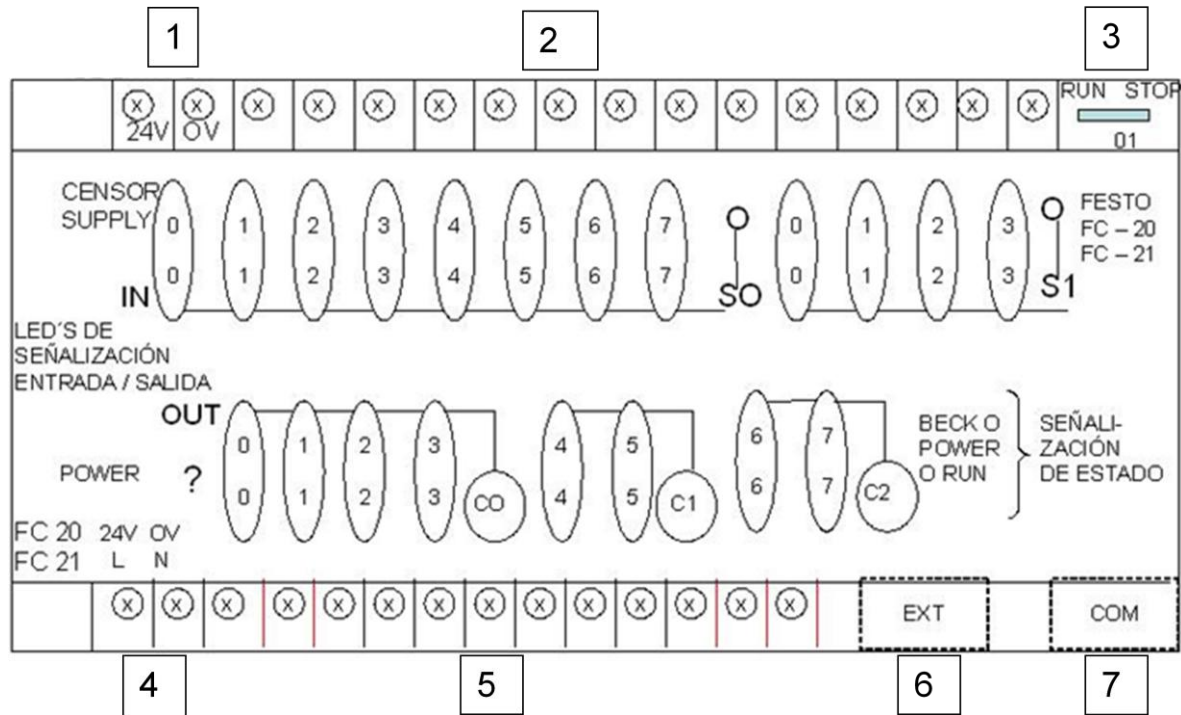


1.26.- IDENTIFIQUE LAS PARTES DE LOS SIGUIENTE PLC'S Y ANOTE EL NÚMERO CORRESPONDIENTE EN CADA COMPONENTE.

TIPO DE PLC:



- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> DISPLAY                            | <input type="checkbox"/> TERMINALES DE ALIMENTACION    |
| <input type="checkbox"/> LED'S DE SEÑALIZACION DE SALIDAS   | <input type="checkbox"/> TECLADO DE PROGRAMACION       |
| <input type="checkbox"/> REGLETAS DE ENTRADAS O01-O07       | <input type="checkbox"/> REGLETA DE SALIDAS POR REELE. |
| <input type="checkbox"/> REGLETA DE SALIDAS POR TRANSISTORE | <input type="checkbox"/> REGLETAS DE ENTRADAS O10-O17  |
| <input type="checkbox"/> LED'S DE SEÑALIZACION DE ENTRADAS  | <input type="checkbox"/> PUERTO DE COMUNICACIÓN        |



- MODULO DE SALIDAS       MODULO DE ENTRADAS       ALIMENTACIÓN  
 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE ENTRADAS       PUERTO DE COMUNICACIÓN A LA PC  
 INTERRUPTOR ARRANQUE/PARO       PUERTO DE COMUNICACIÓN A LA AMPLIACIÓN

TIPO DE PLC: \_\_\_\_\_



( ) MODULO DE SALIDAS

( ) MODULO DE ENTRADAS

( ) ALIMENTACIÓN

( ) TECLADO DE PROGRAMACIÓN

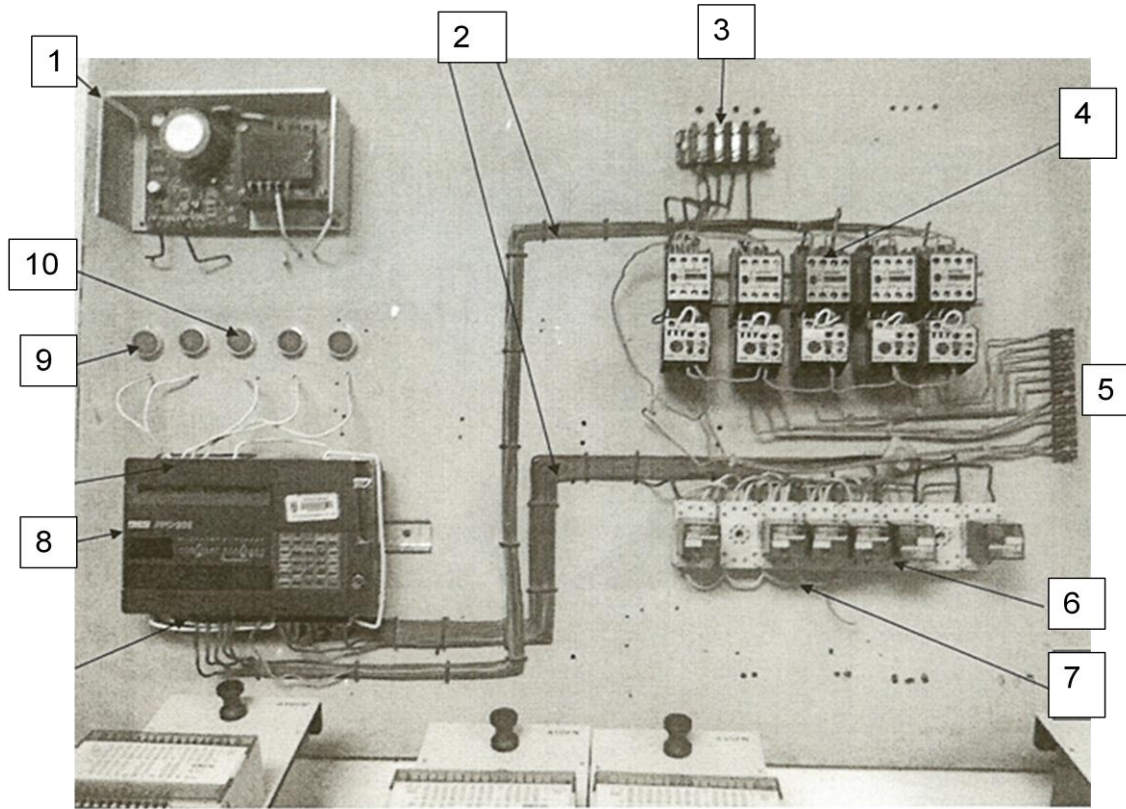
( ) PUERTO DE COMUNICACIÓN A LA PC

( ) DISPLAY

( ) PUERTO DE COMUNICACIÓN A LA AMPLIACIÓN

**TIPO DE PLC:** \_\_\_\_\_

1.27.- IDENTIFIQUE LAS PARTES DEL SIGUIENTE TABLERO DE CONTROL Y ANOTE SU NOMBRE EN EL NÚMERO CORRESPONDIENTE:



- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1.- _____ | 2.- _____ |
| 3.- _____ | 4.- _____ |
| 5.- _____ | 6.- _____ |
| 7.- _____ | 8.- _____ |

9.- \_\_\_\_\_ 10.- \_\_\_\_\_

1.28.- RELACIONE COLUMNAS, ESCRIBIENDO DENTRO DE CADA PARÉNTESIS E NÚMERO DE LA RESPUESTA CORRECTA.

- |   |   |
|---|---|
| ( ) INSTRUCCIÓN DE ARRANQUE DE PROGRAMA                         | <b>1 ) 8 EN 3 BLOQUES (4 POR C0, 2 POR C1 Y 2 POR C2)</b> |
| ( ) CONTROLADOR LOGICO  | <b>2 ) 16 EN 2 BLOQUES (8 POR RELES Y 8 POR TRASIST.)</b> |
| ( ) TERMINAL COMUN  | <b>3 ) 4 INDEPENDIENTES</b>                               |
| ( ) AUTOMATA PROGRAMABLE INDUSTRIAL                             | <b>4 ) 16</b>   |
| ( ) MEMORIA DEL FEC FC-21                                       | <b>5 ) FC</b>   |
| ( ) NÚMERO DE SALIDAS TOTALES FEC FC-21                         | <b>11 ) STOP</b>  |
| ( ) NÚMERO DE SALIDAS TOTALES FPC-202                           | <b>12 ) FLASH</b>   |
| ( ) NÚMERO DE SALIDAS TOTALES CL-10                             | <b>13 ) TEMPORIZADOR</b>                                  |
| ( ) NÚMERO DE ENTRADAS DEL FPC-202                              | <b>14 ) PLC</b>   |
| ( ) CUENTA CON CONTACTOS DE CONTROL Y DE FUERZA                 | <b>15 ) CO</b>  |
| ( ) NÚMERO DE ENTRADAS DEL FEC FC-21                            | <b>21 ) CL</b>  |
| ( ) NÚMERO DE ENTRADAS DEL CL-10                                | <b>22 ) RUN</b>   |
| ( ) MEMORIA DEL PROGRAMA FPC-202                                | <b>23 ) ARRANCADOR</b>                                    |
| ( ) MEMORIA DEL SISTEMA FPC-202                                 | <b>24 ) DIAGRAMAS DE ESCALERA</b>                         |
| ( ) CONTROL PROGRAMABLE FESTO                                   | <b>20 ) LISTA DE INSTRUCCIONES</b>                        |
| ( ) FORMA DE PROGRAMACIÓN BÁSICA POR MEDIO DE UNA PC            | <b>19 ) LISTA DE FUNCIONES</b>                            |
| ( ) FORMA DE PROGRAMACIÓN FPC-202 DESDE SU TECLADO              | <b>18 ) FPC</b>   |
| ( ) FORMA DE PROGRAMACION DEL FEC FC-21                         | <b>17 ) RAMDOM</b>  |
| ( ) CONJUNTO DE CONTACTOR Y RELEVADOR DE SOBRECARGA             | <b>16 ) CONTACTOR</b>                                     |
| ( ) TIENE CONTACTOS QUE CAMBIAN DE ESTADO CON RETARDO DE TIEMPO | <b>10) EPROM</b>  |
| ( ) INSTRUCCIÓN DE PARO DE PROGRAMA                             | <b>9) CAPTADORES</b>                                      |
| ( ) CONTROL FESTO   | <b>8) 8 A UNA TENSIÓN DE 127 VOLTS CA</b>                 |
| ( ) SE CONECTAN A LAS ENTRADAS DEL PLC                          | <b>7) ACTUADORES</b>                                      |
| ( ) SE CONECTAN A LAS SALIDAS DEL PLC                           | <b>6) 12 EN 2 BLOQUES (8 PNP Y 4 NPN)</b>                 |

## UNIDAD 2 DEL PROGRAMA:

Competencia particular 2 Opera controladores lógicos programables de acuerdo a la aplicación industrial y considerando el manual del equipo.

RAP 1: Programa controladores lógicos programables de acuerdo a los tipos de programación y las funciones descritas en el manual del equipo.

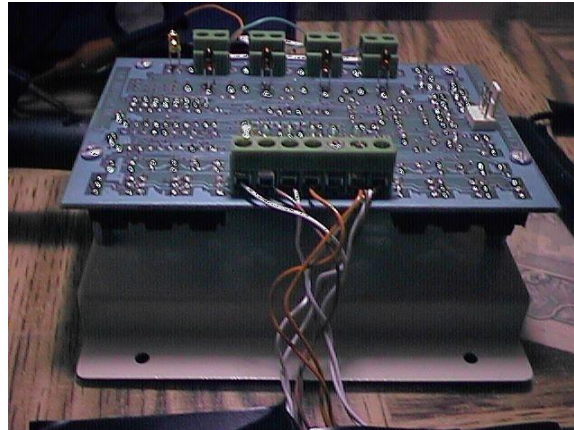
RAP 2: Emplea Controladores Lógicos Programables en casos prácticos, de acuerdo al proceso a automatizar empleando el manual del equipo.

## UNIDAD II.- PROGRAMACIÓN Y APLICACIONES DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

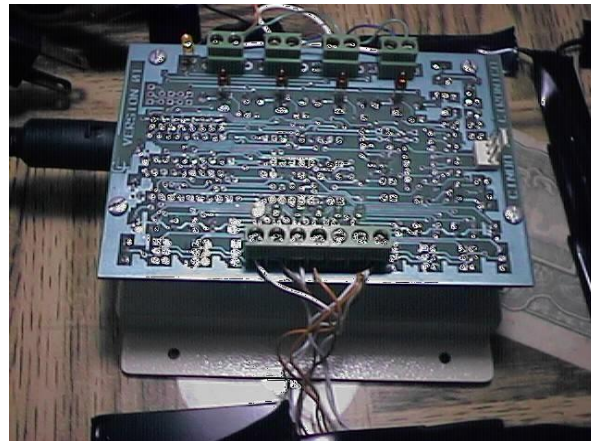
### Programación Intuitiva de un plc

Los conceptos básicos que fueron tratados en, nos proporcionan las herramientas necesarias para automatizar cualquier maquinaria del tipo industrial, ya que son los mínimos que se requieren para tal finalidad, y de ahí podemos partir para implementar procesos complejos.





*Vista 1 de un PLC de 6 entradas y 4 salidas.*



*Vista 2 de un PLC de 6 entradas y 4 salidas.*

Con la finalidad de aplicar las rutinas básicas de programación de los PLC's, modelaremos la máquina industrial, tal como la mostrada en la figura la cual reporta los movimientos básicos de subir y bajar, la función del PLC es controlar estos movimientos con la finalidad de no forzar el motor de la maquinaria, pues en algunas ocasiones aunque la maquinaria haya alcanzado el límite de su desplazamiento, el motor tiende a seguir con su movimiento inercial.



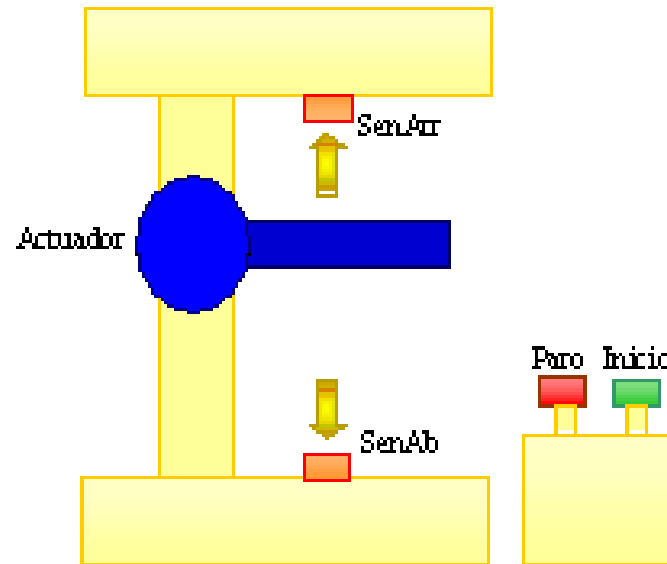
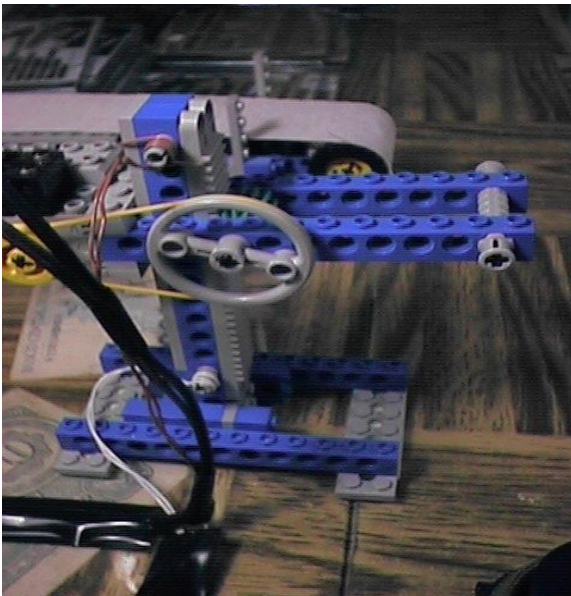
### Maquina industrial a automatizar.

Comenzando con el proceso formal de automatizar una línea de producción, en primer lugar se debe elaborar un bosquejo del sistema que será automatizado con la finalidad de analizarlo en su totalidad y evitar así la omisión de detalles que desembocarían en errores en el funcionamiento.

Para fines didácticos es más sencillo utilizar un modelo basado en la realidad, que represente las condiciones de operación del sistema original (ya que no todos tenemos acceso a maquinaria o líneas de producción reales). Dicho modelo será de gran ayuda para realizar tanto el análisis como las pruebas necesarias.



*Modelado con un juguete armable de la maquina industrial.*

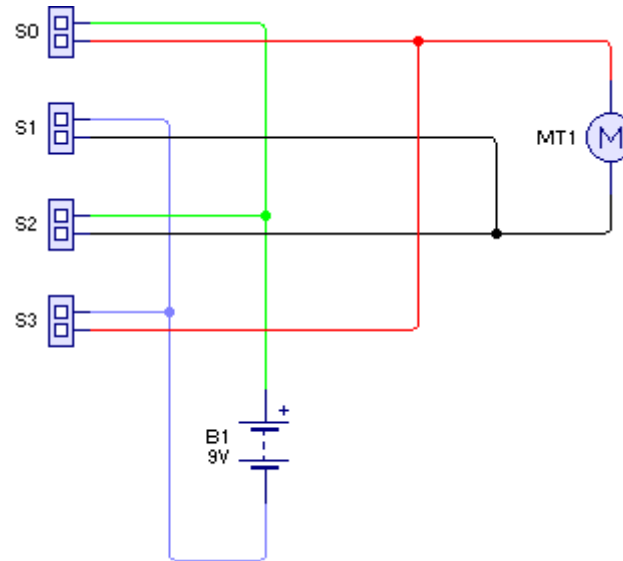


*industrial.*

*Bosquejo (plano de situación) de la maquina*

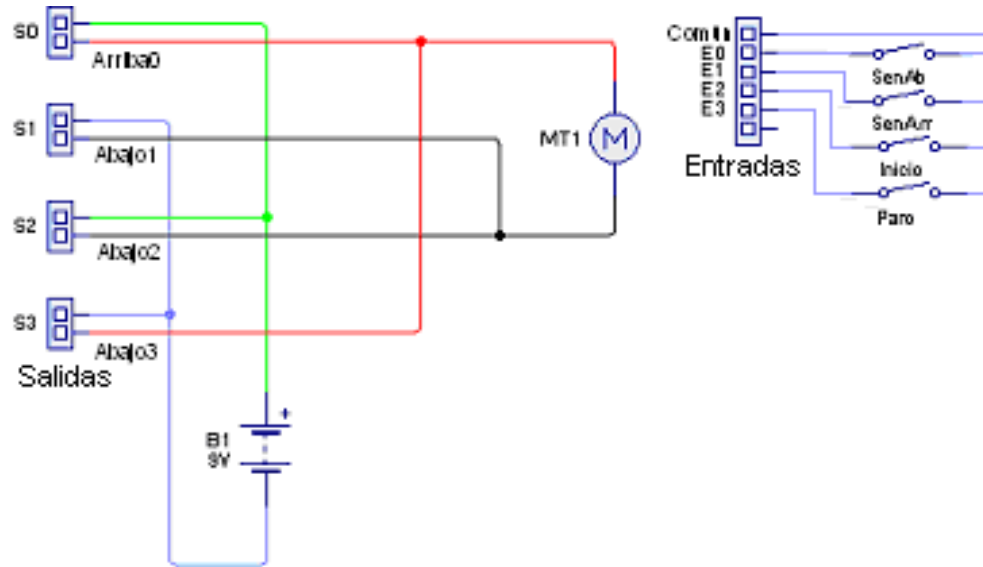
se observan cuatro elementos que son de entrada (dos sensores y dos botones) y un elemento que se debe de conectar a la salida (actuador), para una mejor comprensión sobre la clasificación de estos (sensores y actuadores) refiérase al capítulo 4 (Sensores y Actuadores típicos que se emplean con PLC's).

El elemento actuador para el caso del sistema real será un motor trifásico de VCA, en el cual para invertir su sentido de giro se intercambian las fases con las cuales es alimentado el motor. Para el caso del modelo que utilizaremos, la inversión del giro se hará de manera similar ya que en esta situación se contara con un motor de VCD el cual para cambiar su sentido de giro es necesario invertirle la polaridad como se muestra en la Figura 7.6. De acuerdo a lo dicho en las líneas anteriores (tanto para el motor de VCA como para el de VCD) el actuador requiere utilizar cuatro salidas del PLC.



### *Conexión del actuador en las terminales de salida del PLC.*

se muestra el diagrama de conexión de los contactos de salida, y para una mejor comprensión se iluminan con colores diferentes los “cables”, y por lo tanto, las líneas de conexión rojas se hacen llegar a la terminal positiva del motor, las líneas de conexión negras se relacionan a la terminal negativa del motor, las líneas de conexión verdes se colocan a la terminal positiva de la fuente de poder y finalmente las líneas de conexión azules se enlazan a la terminal negativa de la fuente de alimentación.



*Diagrama de Conexión de los Contactos de Entrada.*

Observamos que cada switch ó cada salida representan un interruptor de un sensor ó botón, y que cada salida representa la activación de algún comando de control hacia un actuador, según sea el caso.

En resumen, para implementar la solución necesaria se observa que de acuerdo a las características del sistema que será automatizado se requieren cuatro entradas (E<sub>0</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub>) y cuatro salidas (S<sub>0</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>).

La programación del PLC se implementa utilizando las etiquetas que representan tanto a las entradas como a las salidas, ordenadas de acuerdo a las funciones lógicas mediante el Lenguaje en Escalera, cuyas funciones básicas fueron descritas en el capítulo 6 “Funciones Lógicas de un PLC”.

Para la elaboración del programa que controlara al PLC, existen diversos caminos, pero en esta ocasión abordaremos el “método” llamado *Forma Intuitiva de Programación*. Esta manera de diseñar el programa del PLC es la menos recomendable, ya que necesitamos poseer mucha experiencia, como para tener la visión de los aspectos que deben ser tomados en cuenta. Uno de los métodos de programación recomendables para programar un PLC es basado en la utilización de tablas de programación, y es el que abordamos en este libro, en el capítulo 8. De hecho invitamos a que la Programación mediante la utilización de tablas sea el camino que adopten todos los programadores de PLC, ya que bajo este método se tienen contempladas todas las variables que influirán en el proceso de automatización.

Regresando al tema que nos ocupa en el presente capítulo, desarrollaremos un ejercicio en el cual recurriremos al método no recomendado (pero es útil a manera de ejemplo) que es el “intuitivo”, y que en esta ocasión por tratarse de un proceso sencillo no se requiere del empleo de una tabla de programación.

### Funciones Lógicas de un plc

Para programar un PLC es necesario el empleo de un lenguaje específico el cual por lo general solo entiende éste. El lenguaje de programación de cada PLC cambia de acuerdo al creador del producto, y aunque se utilizan los mismos símbolos en los distintos lenguajes, la forma en como se crean y almacenan cambia de fabricante a fabricante, por lo tanto la manera de como se interpretan las instrucciones por medio de un PLC es diferente, dependiendo de la marca.

### *Función lógica AND (Y)*

La función lógica AND tendrá la salida activada (energizada) solo si ambos contactos (normalmente abiertos) tienen el nivel lógico de 1, en todos los otros casos la salida estará desactivada (desenergizada). Ver Figura 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8.



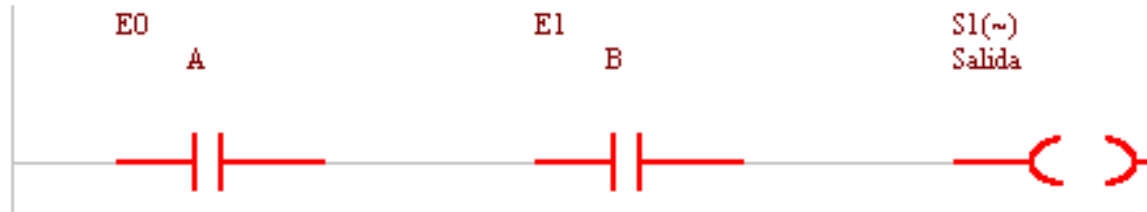
*Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en "0".*



*Función Lógica AND (Y) con entrada A en "0" y B en "1".*



*Función Lógica AND (Y) con entrada A en "1" y B en "0".*



*Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en “1”.*

**Nota:** Los símbolos iluminados se encuentran activos.

generan la siguiente tabla de verdad:

*Función lógica AND (Y)*

A	B	Salida	Figura
0	0	0	5.5
0	1	0	5.6
1	0	0	5.7
1	1	1	5.8

### **Función lógica OR (O)**

Con una función lógica OR la salida se presenta activada (energizada) si uno o todos sus contactos (normalmente abiertos) se encuentran en el estado de “1” lógico. En contraparte la salida se presentara desactivada (desenergizada) cuando todos los interruptores tienen un estado lógico “0”. Ver Figura 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12.

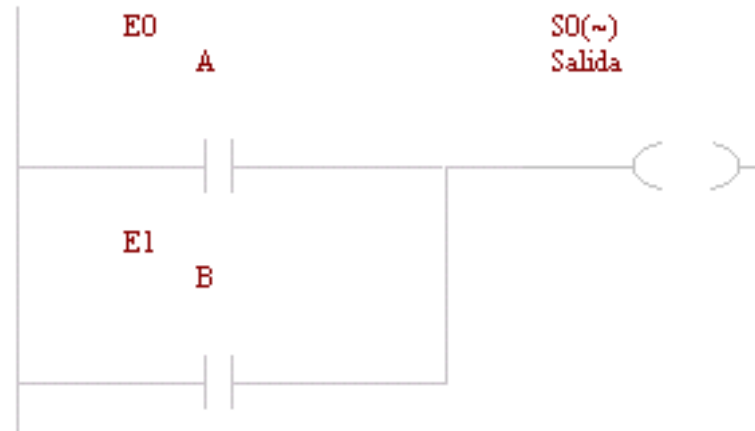
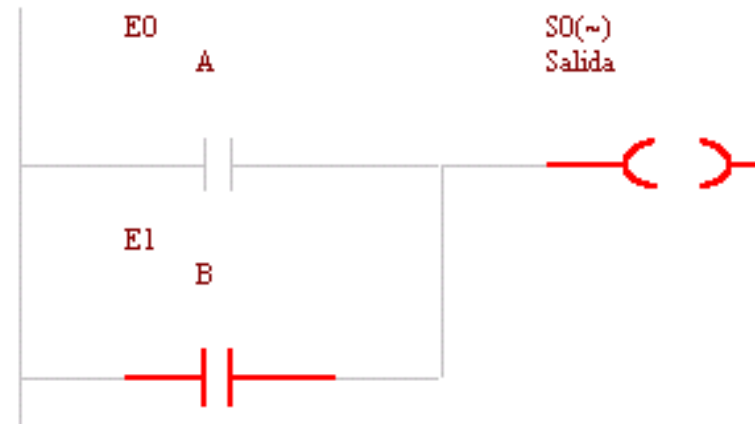
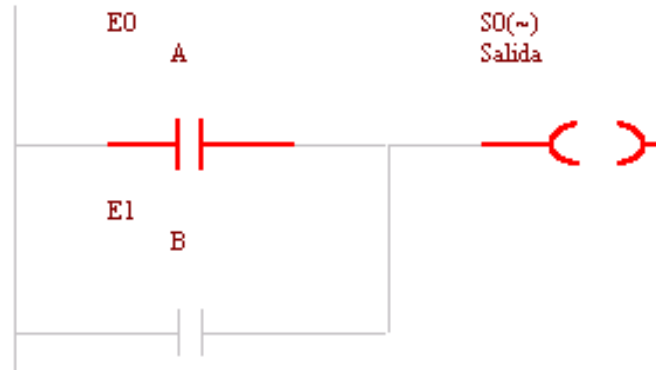


Figura 6. 1 Función Lógica OR (O) con las entradas A y B en "0".

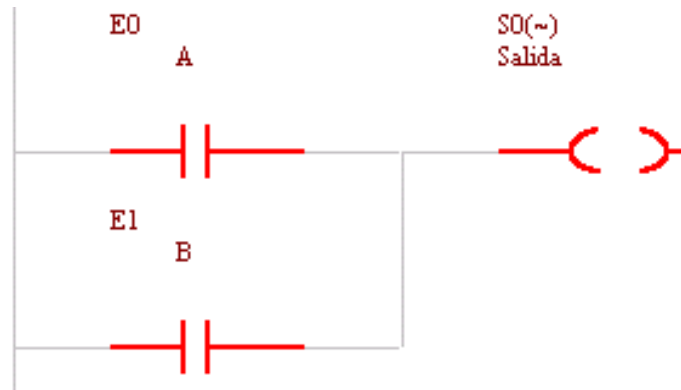




*Figura 6. 2 Función Lógica AND (Y) con entrada A en "0" y B en "1".*



*Figura 6. 3 Función Lógica AND (Y) con entrada A en "1" y B en "0".*



*Figura 6. 4 Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en "1".*

La tabla de verdad que se desprende de las figuras 6.9, 6.10, 6.11 y 6.12 es la siguiente:

*Tabla 6. 1 Función lógica OR (O)*

A	B	Salida	Figura
0	0	0	5.9
0	1	1	5.10
1	0	1	5.11
1	1	1	5.12

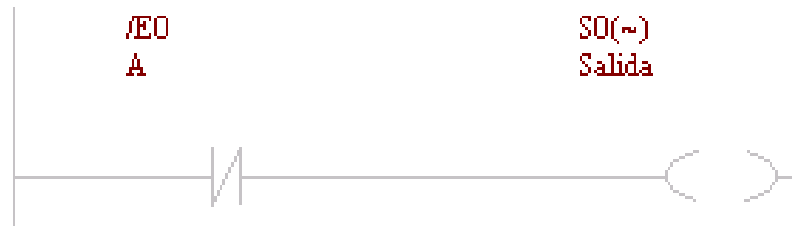
### ***Función lógica INVERSORA (NOT)***

La función lógica INVERSORA (NOT), a diferencia de las funciones AND y OR, solo requiere un contacto en la entrada, el cual debe ser normalmente cerrado. La salida se presenta activada (energizada) si el contacto se encuentra en el estado de 0 lógico, ver Figura 6.13. En contraparte la salida se presentara desactivada (desenergizada) cuando el interruptor tiene un estado lógico “1”, ver Figura 6.14.

De acuerdo a lo explicado en el párrafo anterior se observa que la finalidad de esta función lógica es presentar en la salida el estado lógico del contacto de manera invertida.



*Figura 6. 5 Función Lógica Inversora (NOT) con las entrada A en “0”.*



*Figura 6. 6 Función Lógica Inversora (NOT) con las entrada A en “1”.*

Las Figuras 6.13 y 6.14 se resumen en la tabla 6.3.

*Tabla 6. 2 Función Lógica Inversora (NOT)*

A	Salida	Figura
0	1	5.13
1	0	5.14

***Función lógica NO INVERSORA***

La función lógica NO INVERSORA requiere de únicamente de un contacto el cual debe ser normalmente abierto. La salida es el reflejo del estado lógico en el que se encuentre el contacto, ver Figura 6.15 y 6.16.



***Figura 6. 7 Función Lógica NO Inversora con las entrada A en “0”.***



***Figura 6. 8 Función Lógica NO Inversora con las entrada A en “1”.***

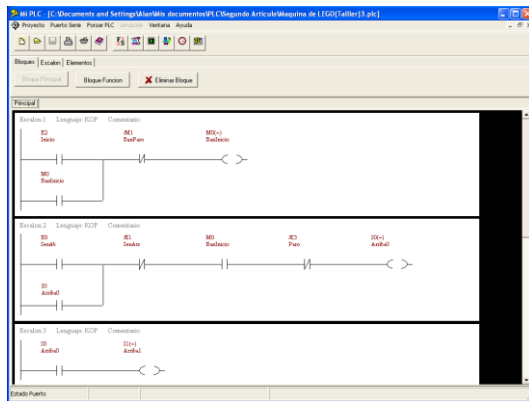
La tabla de verdad de la función lógica NO INVERSORA es la que se presenta a continuación:

**Tabla 6. 3 Función Lógica NO Inversora.**

A	Salida	Figura
0	0	15
1	1	16

Para empezar a programar un PLC necesitamos conocer bajo que ambiente de programación lo haremos. Normalmente ese ambiente de programación es gráfico, y se le conoce con el nombre de “Lenguaje en Escalera”, pero su título oficial es el de Diagrama de Contactos.

Cabe aclarar que existen diversos lenguajes de programación para los PLC, pero el llamado Lenguaje en Escalera es el más común y prácticamente todos los fabricantes de PLC lo incorporan como lenguaje básico de programación.



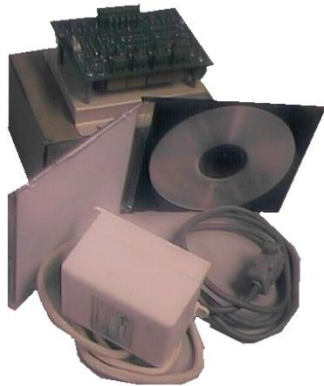
***Lenguaje en Escalera del PLC que emplea Saber Electrónica***

El Lenguaje en Escalera es el mismo para todos los modelos existentes de PLC, lo que cambia de fabricante a fabricante o de modelo a modelo es el microcontrolador que emplea, y por esta razón lo que difiere entre los PLC es la forma en que el software interpreta los símbolos de los contactos en Lenguaje en Escalera. El software de programación es el encargado de generar el

código en ensamblador del microcontrolador que posee el PLC, por lo que si un fabricante de PLC emplea

microcontroladores HC11 de motorola® ó el Z80® ó los PIC de microchip® ó los AVR de atmel®, etc. Para cada PLC el código que se crea es diferente ya que por naturaleza propia los códigos de los microcontroladores son diferentes, aunque el Lenguaje en Escalera sea el mismo para todos los PLC.

En esta oportunidad describiremos ampliamente la utilización del software de programación de nuestro PLC, y aunque ya se menciona en líneas anteriores que el código que se genera es diferente entre varias marcas de PLC el lenguaje en escalera es el mismo para todos, y al final de cuentas eso es lo que nos interesa para programar un PLC, por lo que sí aprendemos a programar uno de la marca Siemens®, de manera implícita estaremos obteniendo el mismo conocimiento para programar uno de la marca GE-Fanuc®, y así sucesivamente.



Se puede utilizar cualquier modelo de PLC, inclusive el fabricado por cualquier fabricante, esto quiere decir que dependiendo del PLC seleccionado, puede tener inclusive desde 6 entradas y 6 salidas. Pero de momento este aspecto no es el importante, ya que el Lenguaje Escalera es funcional para cualquier PLC, y por lo tanto solo debemos tomar en cuenta la cantidad de entradas y salidas que posea el PLC.

### *Vista del PLC que emplea Saber Electrónica.*

Para que todos los lectores puedan poner en práctica lo aprendido, en cuanto al tema de los PLC, Saber Electrónica les pone a su disposición un PLC que tiene como características importantes, la de poseer la misma capacidad de trabajo que cualquiera de marca reconocida (en esta misma categoría claro esta) llámese Allen Bradley® ó Siemens® por

ejemplo. Y considerando que es un producto desarrollado en México, el software lo encontramos en nuestro idioma, esto es, en español. Además de que su costo no representa un gran desembolso como lo sería con un PLC de marca conocida, por lo tanto lo podemos adquirir de una forma muy económica inclusive para aprender y practicar la programación de estos dispositivos de control. Como última característica importante del PLC que empleamos en Saber Electrónica diremos que tiene la opción de programarse como todos los demás, mediante el Lenguaje en Escalera.

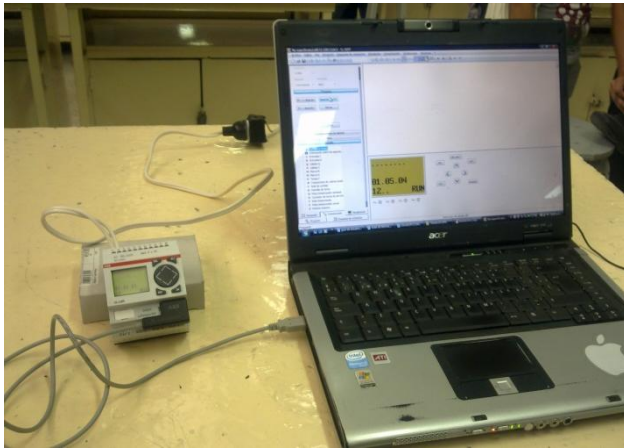
Para programar el PLC con una aplicación industrial ó con un programa de prueba como los que estaremos desarrollando en esta serie de ejemplos, la primer acción que tenemos que realizar es abrir el software de programación llamado “MiPlc” que previamente tuvo que ser instalado, este programa lo pueden descargar gratuitamente de la pagina de internet de Saber Electrónica, cuya dirección es [www.webelectronica.com.ar](http://www.webelectronica.com.ar) con la clave “progplc”.



*Icono de acceso rápido en el escritorio de la pc.*

Una vez que hacemos doble clic sobre el icono del software de programación MiPlc aparece una ventana de bienvenida en la cual se observan los datos de la empresa fabricante del PLC, sus correos electrónicos y números de teléfono por si gustan contactarlos directamente, para ingresar al programa se debe oprimir sobre el cuadro llamado OK.

## Conexión física del PLC

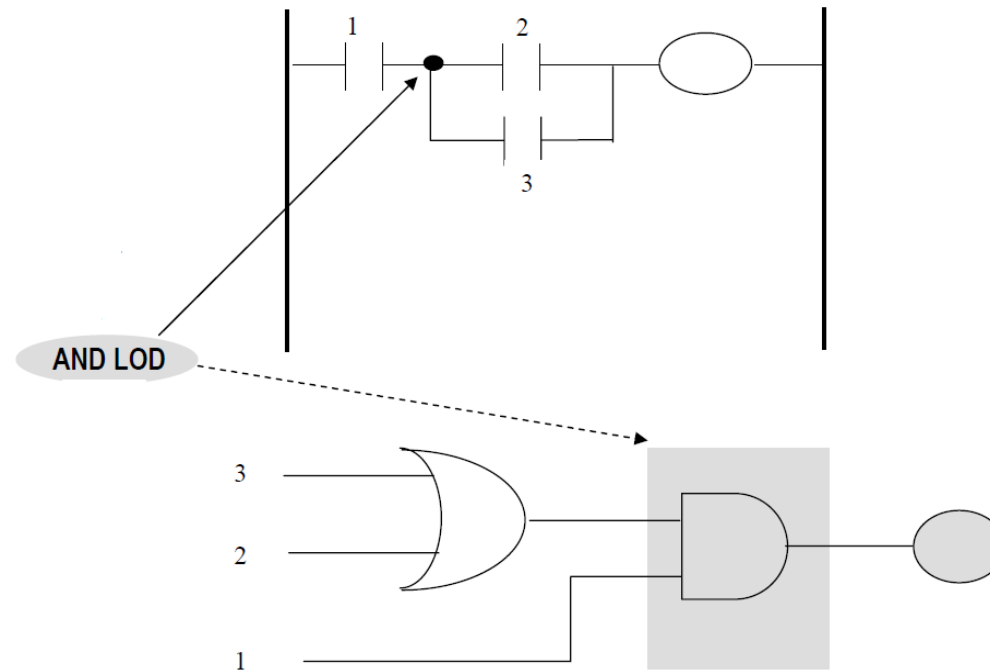


Aquí se muestra la conexión para la programación del PLC

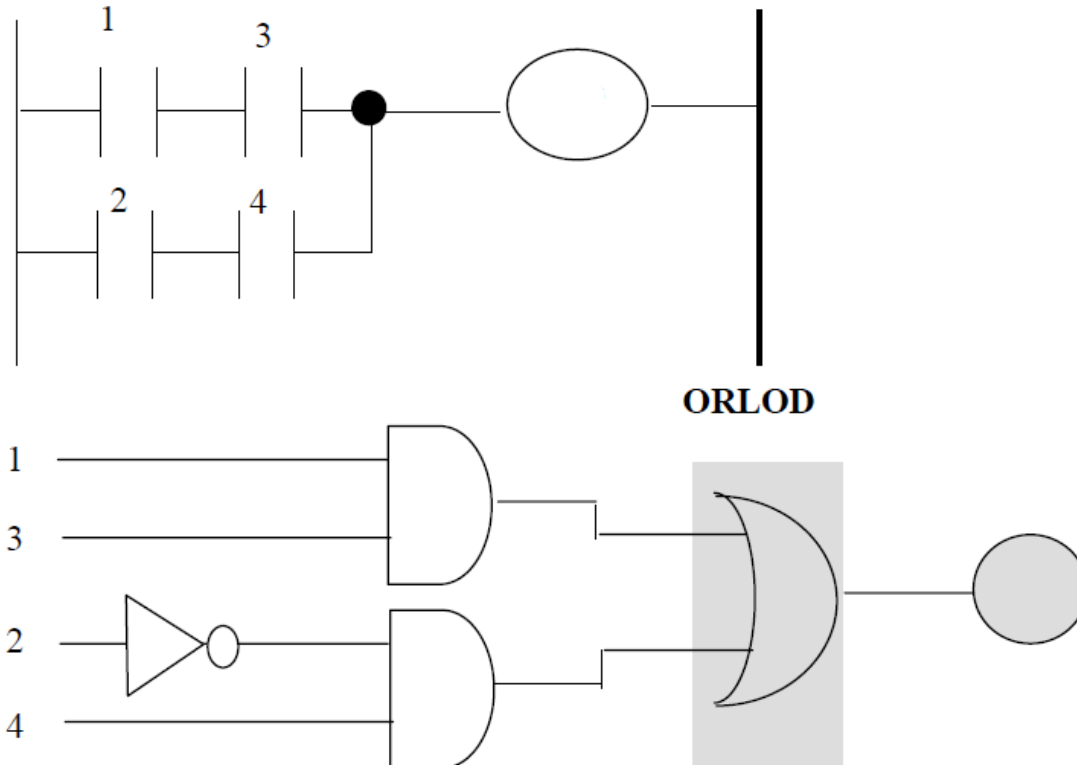


## Ejercicios

Habrás el programa y realice la siguiente conexión para demostrar primero AND LOD y con las combinaciones de la tabla de verdad del circuito lógico compruebe su operación

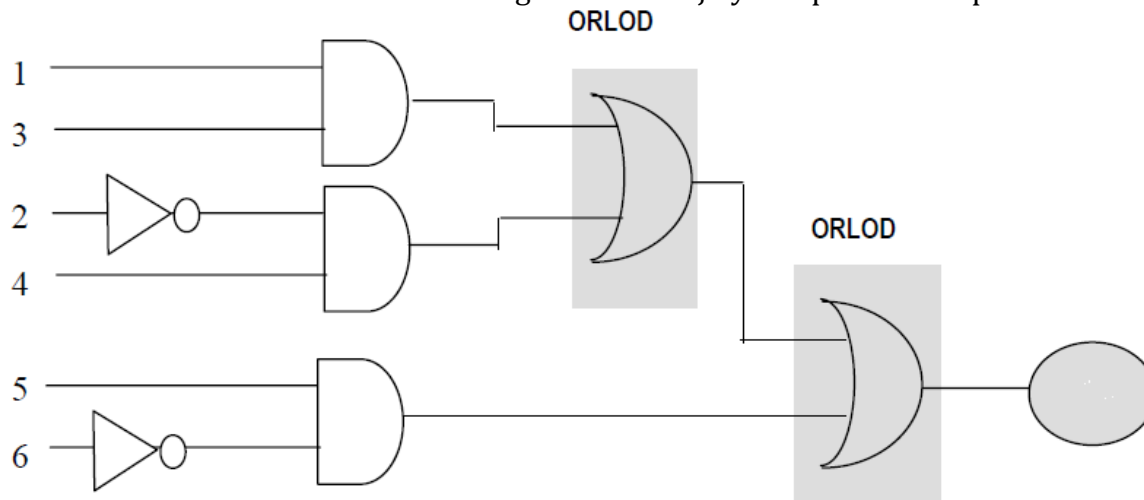


Habrà el programa y realice la siguiente conexi3n para demostrar primero OR LOD y con las combinaciones de la tabla de verdad del circuito l3gico compruebe su operaci3n



**PASO 3**

Analice la función mostrada en los diagrama de abajo y compruebe su operación



Realizar el siguiente ejercicio ocupando tanto el aparato base como su expansión.

Una estación de botones va a activar tres motores y una bobina, pero estos elementos van a estar en el modulo de ampliación, la bobina va a activar dos compresores que se encuentran conectados en el aparato base, la planta esta seccionada en tres bodegas dos oficinas la iluminación de las bodegas las controlan por medio el aparato base en tanto que las lámparas de las bodegas son elementos que están conectados a la salida de la ampliación y por último las oficinas son elementos del aparato base.

2.1.- RELACIONE COLUMNAS, ESCRIBIENDO DENTRO DE CADA PARÉNTESIS LA LETRA DE LA RESPUESTA CORRECTA (PLC FESTO FPC-202).

- |   |         |
|---|---------|
| ( ) INSTRUCCIÓN DE ARRANQUE DE PROGRAMA             | A) INIT |
| ( ) INSTRUCCIÓN DE PARO DE PROGRAMA                 | B) LD   |
| ( ) PASO  | C) AND  |
| ( ) TECLA DE CAMBIO ENTRE CONDICION Y ACCION        | D) SET  |
| ( ) ACTIVACION DE UNA UNIDAD FUNCIONAL              | E) DEC  |
| ( ) DESACTIVACION DE UNA UNIDAD FUNCIONAL           | F) STOP |
| ( ) SALTO AL PASO ESPECIFICADO                      | G) LAB  |
| ( ) ENTRADA   | H) T    |
| ( ) SALIDA  | I) C    |
| ( ) TEMPORIZADOR                                    | J) JMP  |
| ( ) RECORDADOR                                      | K) RUN  |
| ( ) CONTADOR  | L) OR   |
| ( ) DESTINO   | M) =    |
| ( ) FUNCION LOGICA "Y"                              | N) OUT  |
| ( ) FUNCION LOGICA "O"                              | Ñ) RSET |
| ( ) ASIGNACION                                      | O) IN   |
| ( ) DEFINICION DEL VALOR DE TEMPORIZADOR O CONTADOR | P) STEP |
| ( ) INICIO DE CONTEO                                | Q) C/A  |
| ( ) DECREMENTO DEL CONTADOR                         | R) F    |
| ( ) INTEGRACION DE UNA UNIDAD FUNCIONAL (CARGAR)    | S) PRE  |

2.2.- RELACIONE COLUMNAS, ESCRIBIENDO DENTRO DE CADA PARÉNTESIS EL NUMERO DE LA RESPUESTA CORRECTA (PLC FESTO FEC-21).

- |   |          |
|---|----------|
| ( ) ENTRADA (ESPAÑOL)                       | 1) K     |
| ( ) ACTIVAR                                 | 2) C     |
| ( ) RECORDADOR (INGLES)                     | 3) KOP   |
| ( ) RECORDADOR (ESPAÑOL)                    | 4) A     |
| ( ) ENTRADA (INGLES)                        | 5) O     |
| ( ) ENTONCES                                | 6) FUN   |
| ( ) PALABRA                                 | 7) CA    |
| ( ) FUNCION LOGICA "O EXCLUSIVA"            | 8) AWL   |
| ( ) FUNCION LOGICA "NO"                     | 9) IF    |
| ( ) TEMPORIZADOR                            | 10) E    |
| ( ) CONSTANTE                               | 11) THEN |
| ( ) CONTADOR                                | 12) F    |
| ( ) PROGRAMACION POR DIAGRAMA DE CONTACTOS  | 13) =    |
| ( ) FUNCION LOGICA "Y"                      | 14) M    |
| ( ) FUNCION LOGICA "O"                      | 15) I    |
| ( ) ASIGNACION                              | 16) S    |
| ( ) PROGRAMACION POR DIAGRAMA DE FUNCIONES  | 17) W    |
| ( ) DECREMENTO DEL CONTADOR                 | 18) XO   |
| ( ) PROGRAMACION POR LISTA DE INSTRUCCIONES | 19) N    |

( ) CUANDO

20) T

## **10.- PROBLEMAS DE APLICACIÓN.**

### **UNIDAD I.- EL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).**

REALICE LOS DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTROMAGNETICO Y DIAGRAMAS DE ESCALERA “ABB” DE LOS SIGUIENTES

CASOS:

- 1.- ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR MONOFÁSICO. (CONTROLES A 2 HILOS Y A 3HILOS)
- 2.- ARRANQUE, PARO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
3. – ARRANQUE DE DOS MOTORES CADA UNO CON SU PROPIA ESTACIÓN DE BOTONES
- 4.- ARRANQUE EN SECUENCIA NO TEMPORIZADA DE 2 MOTORES.  
PARA ARRANCAR EL SEGUNDO MOTOR, DEBE DE ESTAR TRABAJANDO EL PRIMER MOTOR, CADA UNO CON SU PROPIA ESTACION DE BOTONES.
5. – ARRANQUE EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE DOS MOTORES  
ARRANCA PRIMER MOTOR Y A LOS 20 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR.
6. – ARRANQUE EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE TRES MOTORES  
ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 10 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR Y PASADOS OTROS 10 SEGUNDOS ARRANCA TERCER MOTOR.

## **UNIDAD 2.- PROGRAMACIÓN Y APLICACIONES DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)**

REALICE EL DIAGRAMA DE ESCALERA, EL PROGRAMA POR LISTA DE INSTRUCCIONES Y EL PROGRAMA PASO A PASO (PLC FESTO FPC-202) EN LOS SIGUIENTES CASOS:

- 1.- ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
- 2.- ARRANQUE, PARO E INVERSIÓN DE GIRO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.
3. – ARRANQUE DE DOS MOTORES CADA UNO CON SU PROPIA ESTACIÓN DE BOTONES
- 4.- ARRANQUE EN SECUENCIA NO TEMPORIZADA DE 2 MOTORES.  
PARA ARRANCAR EL SEGUNDO MOTOR, DEBE DE ESTAR TRABAJANDO EL PRIMER MOTOR, CADA UNO CON SU PROPIA ESTACION DE BOTONES.
5. – ARRANQUE EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE DOS MOTORES  
ARRANCA PRIMER MOTOR Y A LOS 20 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR.
6. – ARRANQUE EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE TRES MOTORES  
ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 10 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR Y PASADOS OTROS 10 SEGUNDOS ARRANCA TERCER MOTOR.

REALICE LA PROGRAMACION “KOP”, “FUN” Y POR DIAGRAMA DE FUNCIONES (PLC FESTO FEC-21) EN LOS SIGUIENTES CASOS:

7.- ARRANQUE Y PARO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

8.- ARRANQUE EN SECUENCIA NO TEMPORIZADA DE 2 MOTORES.

PARA ARRANCAR EL SEGUNDO MOTOR, DEBE DE ESTAR TRABAJANDO EL PRIMER MOTOR, CADA UNO CON SU PROPIA ESTACION DE BOTONES

### UNIDAD 3 DEL PROGRAMA

Competencia particular 3 Diseña el control de motores eléctricos a través del Controlador Lógico Programable, empleando el manual del equipo.

RAP 1: Aplica el control de motores monofásicos por medio del Controlador Lógico Programable empleando el manual del equipo y considerando las necesidades de la aplicación.

RAP 2: Aplica el control de motores trifásicos por medio del Controlador Lógico Programable empleando el manual del equipo y considerando las necesidades de la aplicación.

### UNIDAD 3.- APLICACIÓN DE CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES (PLC'S) EN MOTORES ELÉCTRICOS.

REALICE EL DIAGRAMA DE ESCALERA, (PLC ABB CL-LSR-C12AC2) EN LOS SIGUIENTES CASOS:

1.- ARRANQUE MANUAL Y PARO AUTOMATICO DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

2.- ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE UN MOTOR TRIFÁSICO.

3. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE UN MOTOR TRIFÁSICO, REALIZANDO 3 CICLOS.

4.- ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE 2 MOTORES TRIFÁSICOS.



5. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE 2 MOTORES TRIFÁSICOS, REALIZANDO 5 CICLOS.

6.- ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE 3 MOTORES, 2 TRIFÁSICOS Y 1 MONOFASICO.

7. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA CICLICA DE 3 MOTORES, REALIZANDO 4 CICLOS.

8.- PUNZONADORA:

SE TIENE UNA PUNZONADORA A LA CUAL EN UN MOMENTO DADO PUEDEN LLEGAR UNA, DOS O TRES Y CADA PIEZA SE DETECTA CON UN SENSOR LA PUNZADORA SE DEBE ACTIVAR CUANDO LLEGUEN DOS PIEZAS Y CUANDO LLEGUE UNA O 3 PIEZAS SE DEBE DESACTIVAR.

9.- ESTAMPADORA:

SE TIENE UNA MAQUINA DE ESTAMPADO CON 3 PISTONES, CADA UNO CON SU SENSOR Y CON SUS LÁMPARAS DE SEÑALIZACIÓN; L1 SE ENCEDERÁ CUANDO OPERA 1 PISTÓN; L2 CUANDO OPEREN DOS PISTONES Y L3 CUANDO OPEREN 3 PISTONES.

### **11.- PROBLEMAS DE AUTOEVALUACIÓN.**

#### **UNIDAD I.- EL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC).**

REALICE LOS DIAGRAMAS DE CONTROL ELECTROMAGNETICO Y DIAGRAMAS DE ESCALERA DE LOS SIGUIENTES CASOS:

1. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE DOS MOTORES  
ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 20 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR, OTROS 10 SEGUNDOS PARA SEGUNDO MOTOR Y 20 SEGUNDOS MAS PARA PRIMER MOTOR.

2. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE TRES MOTORES

ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 10 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR, PASADOS OTROS 10 SEGUNDOS ARRANCA TERCER MOTOR, 10 SEGUNDOS MAS PARA TERCER MOTOR, OTROS 10 SEGUNDOS PARA SEGUNDO MOTOR Y POR ULTIMO, 10 SEGUNDOS MÁS PARA PRIMER MOTOR.

### UNIDAD 2.- PROGRAMACIÓN Y APLICACIONES DEL CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

REALICE EL DIAGRAMA DE ESCALERA, EL PROGRAMA POR LISTA DE INSTRUCCIONES Y EL PROGRAMA PASO A PASO (PLC

FESTO FPC-202) EN LOS SIGUIENTES CASOS:

#### 1. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE DOS MOTORES

ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 20 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR, OTROS 10 SEGUNDOS PARA SEGUNDO MOTOR Y 20 SEGUNDOS MAS PARA PRIMER MOTOR.

#### 2. – ARRANQUE Y PARO EN SECUENCIA TEMPORIZADA DE TRES MOTORES

ARRANCA PRIMER MOTOR, A LOS 10 SEGUNDOS ARRANCA SEGUNDO MOTOR, PASADOS OTROS 10 SEGUNDOS ARRANCA TERCER MOTOR, 10 SEGUNDOS MAS PARA TERCER MOTOR, OTROS 10 SEGUNDOS PARA SEGUNDO MOTOR Y POR ULTIMO, 10 SEGUNDOS MÁS PARA PRIMER MOTOR

### 12.- BIBLIOGRAFIA.

No.	TÍTULO DEL LIBRO	DATOS DEL DOCUMENTO		CLASIFICACIÓN	
		AUTOR (ES)	EDITORIAL Y AÑO	BASICO	CONSULTA
1	<u>OPERACIÓN, CONTROL Y PROTECCIÓN DE MOTORES</u>	HORACIO BUITRON	LIBROS TÉCNICOS 2004	X	
2	<u>CONTROL DE MOTORES</u>	WALTER ALLERICH	DIANA, 2006	X	

3	<u>INICIACIÓN A LOS MANDOS PROGRAMABLES POR MEMORIA</u>	WERCHER BOCK SNICK	FESTO	X	
4	<u>LOS AUTOMATAS PROGRAMABLES</u>	DANIEL BOTIELLE	CITER	X	
5	<u>MANUAL TECNICO FPC-202</u>		FESTO	X	
6	<u>MANUAL TECNICO FEC-FC21</u>		FESTO	X	
7	<u>MANUAL TECNICO ABB-CL</u>		ABB	X	