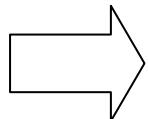




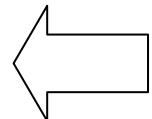
SERVICIO NACIONAL DE ADIESTRAMIENTO EN TRABAJO INDUSTRIAL

---

# **COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA**



**MANUAL DE APRENDIZAJE**



# **ELECTROTECNIA BÁSICA**

***CÓDIGO: 89001533***

**Profesional Técnico**



## AUTORIZACIÓN Y DIFUSIÓN

### MATERIAL DIDÁCTICO ESCRITO

**PROGRAMA** : FORMACIÓN PROFESIONAL

**FAM. OCUPACIONAL** : COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA

**CARRERA** : SOPORTE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN

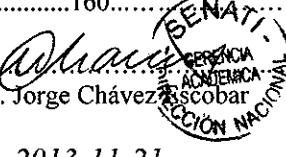
**NIVEL** : PROFESIONAL TÉCNICO

Con la finalidad de facilitar el aprendizaje en el desarrollo de la formación y capacitación en la Carrera de SOPORTE Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE COMPUTACIÓN a nivel nacional y dejando la posibilidad de un mejoramiento y actualización permanente, se autoriza la APLICACIÓN Y DIFUSIÓN de material didáctico escrito referido a ELECTROTECNIA BÁSICA.

Los Directores Zonales y Jefes de Centro de Formación Profesional son los responsables de su difusión y aplicación oportuna.

#### DOCUMENTO APROBADO POR EL GERENTE ACADÉMICO DE EL SENATI

Nº de Página.....160.....

Firma .....   
Lic. Jorge Chávez Escobar

Fecha: ..... 2013-11-21.....



<b>TAREA 1 : DETERMINA LOS ELEMENTOS DE UN PROCESO INDUSTRIAL.....</b>	<b>9</b>
<b>DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE UN PROCESO INDUSTRIAL E INTERPRETA DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACIÓN.....</b>	<b>10</b>
1.1. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO.....	10
1.2. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO POR ENCLAVAMIENTO.....	12
1.3. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON ARRANQUE DIRECTO .....	15
1.4. ACCIONAMIENTO DIRECTO DE CILINDRO NEUMÁTICO .....	18
1.5. ACCIONAMIENTO INDIRECTO DE CILINDRO NEUMÁTICO.....	23
1.6. ACCIONAMIENTO DE CILINDRO NEUMÁTICO CON ENCLAVAMIENTO .....	27
1.7. CONTROL DE LA VELOCIDAD DE APERTURA Y RETORNO DE UN CILINDRO NEUMÁTICO .....	30
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>34</b>
SÍMBOLOS .....	34
NORMA UNE-EN 60617 (IEC 60617). ....	35
SÍMBOLOS NORMALIZADOS SEGÚN IEC, DIN Y ANSI.....	36
SÍMBOLOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS EN LAS NORMAS UNE-EN 60.617.....	36
DISPOSITIVOS DE CONMUTACIÓN DE POTENCIA. ....	37
MÁQUINAS ELÉCTRICAS.....	40
NEUMÁTICA.....	43
EL CIRCUITO NEUMÁTICO.....	44
PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO.....	45
ACTUADORES NEUMÁTICOS .....	47
CONTROL DEL AIRE COMPRIMIDO. ....	49
VÁLVULAS DISTRIBUIDORAS.....	49
<b>TAREA 2 : RECONOCER LAS CARACTERÍSTICAS E INSTALAR UN PLC.....</b>	<b>51</b>
<b>DEFINE LA ESTRUCTURA INTERNA Y LA ARQUITECTURA DE UN PLC.....</b>	
2.1. DEFINIR LA ESTRUCTURA INTERNA Y LA ARQUITECTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	51
2.2. CONFIGURAR INSTALAR UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	56
2.3. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO Y DEFINIENDO EL CONTROLADOR.....	57
2.4. CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS I/O .....	59
2.5. CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA .....	59
2.6. CONFIGURACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONTROLADOR .....	60
2.7. CONFIGURA LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE DATOS EN UN PLC.....	62
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>64</b>
PLC.....	64
HISTORIA DE LOS PLC .....	64
CONCEPTOS BÁSICOS DEL PLC.....	66
ESTRUCTURA EXTERNA DEL PLC .....	67
CLASIFICACIÓN DE LOS PLC .....	67
COMPONENTES DE UN PLC.....	68
FUNCIONAMIENTO DE UN PLC.....	73
PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PLC .....	76
LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLC .....	79
<b>TAREA 3 : REALIZA LA PROGRAMACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS EN UN PLC .....</b>	<b>83</b>
<b>MODELA AUTOMATISMOS DE CARÁCTER SECUENCIAL Y APLICA PROGRAMACIÓN LADDER .....</b>	<b>84</b>

3.1. ACTIVAR UNA SALIDA POR MEDIO DE UNA ENTRADA.....	85
3.2. ACTIVANDO UNA SALIDA CON MEMORIA O ENCLAVAMIENTO. ....	89
3.3. USANDO TEMPORIZADORES (TIMERS) .....	91
3.4. USANDO CONTADORES.....	95
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>97</b>
PROGRAMACIÓN EN RSLOGIX5 .....	97
INICIANDO EL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN RSLOGIX. ....	99
CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE SALIDA.....	101
CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRADA.....	103
CONFECCIÓN DEL PROGRAMA.....	105
PROPIEDADES DE LAS TAREAS Y PROGRAMAS.....	108
TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS.....	109
EJECUCIÓN DE PROGRAMAS.....	110
EDICIÓN DE UN PROGRAMA LADDER.....	111
TIMERS O TEMPORIZADORES .....	113
CONTADORES.....	114
<b>TAREA 4 : IMPLEMENTACIÓN DE AUTOMATISMOS.....</b>	<b>115</b>
<b>ELABORA PROGRAMAS EN DIAGRAMA DE CONTACTOS O LISTAS DE INSTRUCCIONES A PARTIR DEL GRAFCET.....</b>	<b>116</b>
4.1. ELABORA UN DIAGRAMA EN GRAFCET. ....	117
4.2. AUTOMATIZA LA APERTURA Y CIERRE DE UNA PUERTA.....	118
4.3. AUTOMATIZA EL LLENADO DE DEPÓSITOS .....	122
4.4. AUTOMATIZA EL LLENADO DE UN TANQUE DE AGUA.....	124
<b>ELABORA PROGRAMAS CON TEMPORIZACIONES Y CONTADORES.....</b>	<b>126</b>
4.5. AUTOMATIZA LA APERTURA Y CIERRE DE UNA PUERTA.....	126
4.6. AUTOMATIZA EL LLENADO DE DEPÓSITOS EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN .....	128
<b>FUNDAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>130</b>
LÓGIXPRO SIMULATOR.....	131
LADDER.....	132
LÓGICA LADDER Y SU CABLEADO.....	133
GRAFCET.....	137
ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN .....	137
CLASIFICACIÓN DE LAS SECUENCIAS EN GRAFCET .....	139
<b>TAREA 5 : ELABORA PROYECTOS AUTOMATIZADOS.....</b>	<b>142</b>
<b>ELABORA PROGRAMAS AUTOMATIZADOS IMPLEMENTANDO PARADAS DE EMERGENCIA. ....</b>	<b>142</b>
5.1. PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN PARA LÍNEA DE BOTELLAS.....	143
<b>CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS. ....</b>	<b>147</b>
SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL .....	149
CLASIFICACIONES DE LOS INSTRUMENTOS.....	149
MEDIDAS DE PRESIÓN.....	150
INDICADORES LOCALES DE PRESIÓN.....	151
INTERRUPTORES DE PRESIÓN.....	152

TRANSMISORES DE PRESIÓN.....	152
MEDIDAS DE CAUDAL.....	152
MEDIDAS DE TEMPERATURA.....	153
INDICADORES LOCALES DE TEMPERATURA (TERMÓMETROS).....	154
ELEMENTOS PRIMARIOS DE TEMPERATURA.....	154
MEDIDAS DE NIVEL.....	156
MEDIDAS DE ANÁLISIS.....	157
ANÁLISIS DE AGUA-VAPOR.....	157
ANÁLISIS DE EMISIONES Y CONDICIONES ATMOSFÉRICAS.....	159
ANÁLISIS DE OTROS PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS.....	160
<b>ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.....</b>	<b>161</b>
 SISTEMAS DE CONTROL.....	163



**TAREA 1: DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE UN PROCESO INDUSTRIAL.**

Cuando un proceso se realiza sin la intervención humana decimos que se trata de un proceso automatizado la automatización permite la eliminación “total” o parcial de la intervención del hombre. Los automatismos son dispositivos de realizar tareas sin la intervención humana. Algunas máquinas como las lavadoras tienen programadores y las órdenes que proporcionan se llaman programas tipos de automatización

En la actualidad existen diversas maneras de automatizar un proceso o realizar un trabajo y estas soluciones varían dependiendo del entorno, recursos, capacidades técnicas, personal, entre otros aspectos importantes. Por otro lado las alternativas también son muy variadas y van desde el uso de fuentes de energía tales como la hidráulica, eléctrica y la neumática, se mencionarán algunos de los motivos por los cuales la neumática es beneficiosa:

- Económica, los componentes empleados en un circuito neumático son muy económicos en comparación con los componentes de un circuito hidráulico o eléctrico.
- Simple en mantenimiento y/o reparación.
- La tecnología neumática es limpia y su impacto en el ambiente es muy bajo
- Los tiempos de respuesta son muy cortos lo cual permite economizar tiempo

La tecnología neumática se usa en sistemas industriales tales como: plataformas elevadoras, apertura y cierre de puertas o válvulas, embalaje y envasado, máquinas de conformado, taladrado de piezas, robots industriales, etiquetado, sistemas de logística, prensas, pulidoras, máquinas - herramientas; etc.

**Equipos y Materiales:**

- Computador Pentium 4 o superior.
- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Programa de Simulación CADeSIMU, FluidSim.

**Orden de Ejecución:**

- Instalación de los programas de simulación en la computadora
- Implementación de las tareas y comprobación del correcto funcionamiento de las tareas.

**DETERMINAR LOS ELEMENTOS DE UN PROCESO INDUSTRIAL E INTERPRETAR DIAGRAMAS DE INSTRUMENTACIÓN.****1.1. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO.**

En esta actividad vamos a realizar el accionamiento de un motor monofásico mediante un pulsador, de igual manera veremos cómo emplear el programa CADe SIMU. Los motores monofásicos tienen un gran desarrollo debido a su gran aplicación en electrodomésticos, campo muy amplio en su gama de utilización, al que se suma la motorización, la industria en general y pequeñas máquinas herramienta.

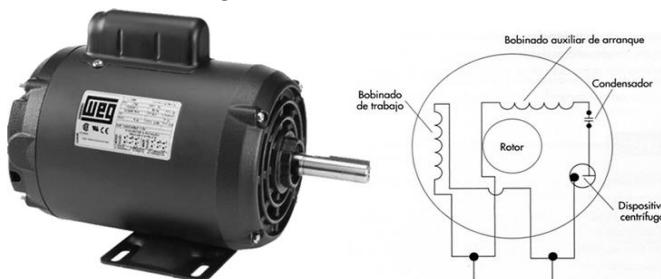
**Motor eléctrico.**

Los motores eléctricos pueden ser alimentados por sistemas de una fase, denominándose motores monofásicos; y si son alimentados por 2 líneas de alimentación, se les nombra motores bifásicos; siendo así que los motores trifásicos son aquellos que se alimentan de tres fases, también conocidos como sistemas polifásicos. Los voltajes empleados más comúnmente son: 127 V, 220 V, 380 V, 440 V, 2 300 V y 6 000 V. Como se sabe, el motor eléctrico es una máquina rotatoria de movimiento infinito, que convierte energía eléctrica en energía mecánica, como consecuencia desarrollamos directamente en su aplicación trabajos mecánicos primordialmente rotatorios, sin embargo, mediante dispositivos, podemos convertir el movimiento rotatorio en movimientos bien determinados, dependiendo de su aplicación.

**Motor Monofásico.**

Este tipo de motores tiene la particularidad de que pueden funcionar con redes monofásicas, lo que los hace imprescindibles en utilizaciones domésticas. Los motores monofásicos son utilizados en:

- Bombas centrífugas compresores.
- Ventiladores.
- Bombas de combustible.
- Lavadoras y electrodomésticos en general.

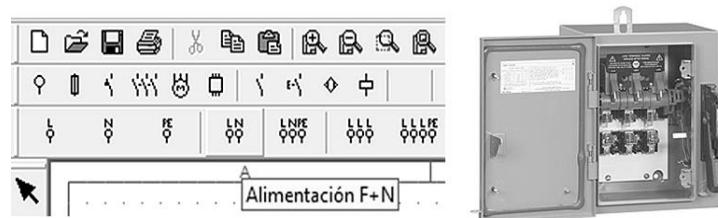


El funcionamiento del circuito se inicia al presionar el pulsador S, se activa la bobina del motor monofásico y el eje del motor empieza a girar, el contacto normalmente abierto del pulsador se cierra cuando es presionado por el operario, si se quiere apagar el motor, se debe pulsar nuevamente.

Simulación:

Se realizará el esquema siguiendo los siguientes pasos:

1. Agregar las líneas de alimentación al área de diseño, L=Línea, N= Neutro, PE= Protección eléctrica.



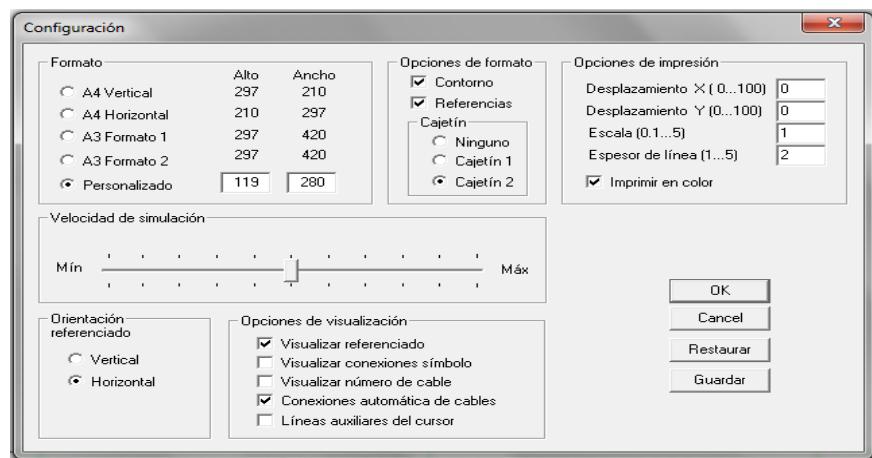
2. Insertar el pulsador normalmente abierto de la sección accionamientos, de igual manera se insertará el fusible.



3. Finalmente, se insertará el motor monofásico que se encuentra en la sección motores.



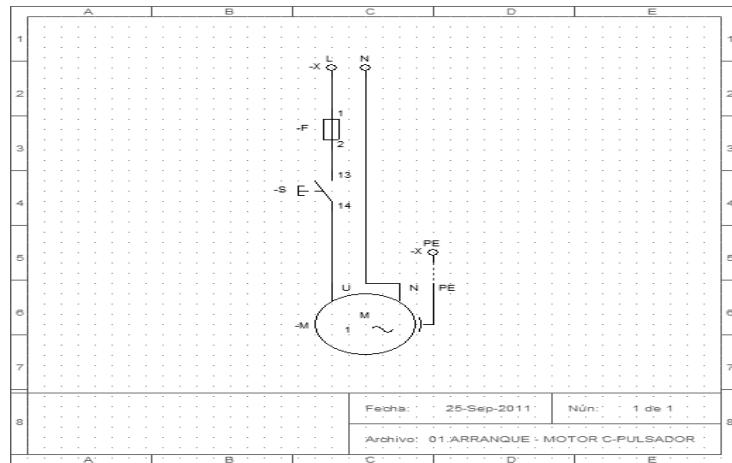
4. Se pueden configurar las opciones de visualización, formato e impresión seleccionando en el menú archivo/configuración.



5. Para iniciar la simulación del esquema presionar el botón que tiene una fecha de color verde (simulación) y para detener el botón de color rojo (edición).



6. Finalmente el esquema quedara como se muestra a continuación:



## 1.2. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR MONOFÁSICO POR ENCLAVAMIENTO.

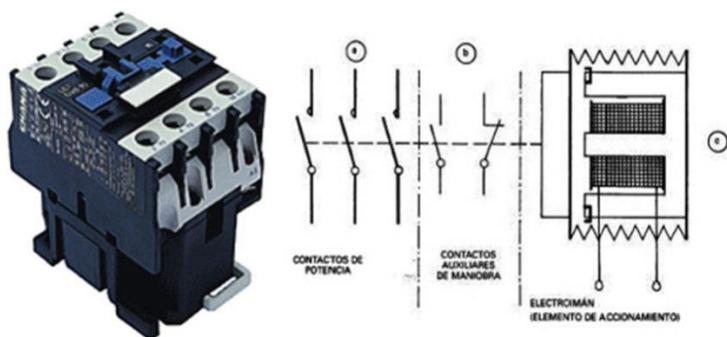
El enclavamiento por contactos auxiliares consiste en memorizar la orden que emite el elemento piloto (pulsador), cuando este envía la orden de energizar al dispositivo, éste último queda activado sin la necesidad de que el elemento esté enviando la señal continuamente, es decir queda independizado de la unidad que produjo su conexión.

Para lograr este tipo de enclavamiento se debe colocar en paralelo con el elemento piloto un contacto auxiliar normalmente abierto del dispositivo a energizarse, es decir del contactor. Para poder desactivar el circuito es necesario colocar un pulsador de Stop el cual será normalmente cerrado, este tipo de enclavamiento es el más usado

dentro de control industrial debido a su sencillez y operatividad ya que funciona sin inconvenientes a altos voltajes.

## Contactor.

Un **Contactor** es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando control. El **Contactor** es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de una instalación o equipo eléctrico, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada".

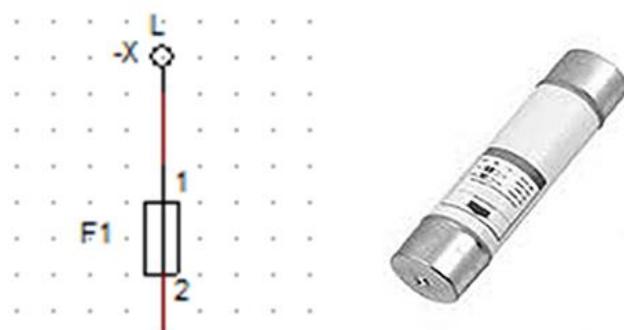


## Simulación:

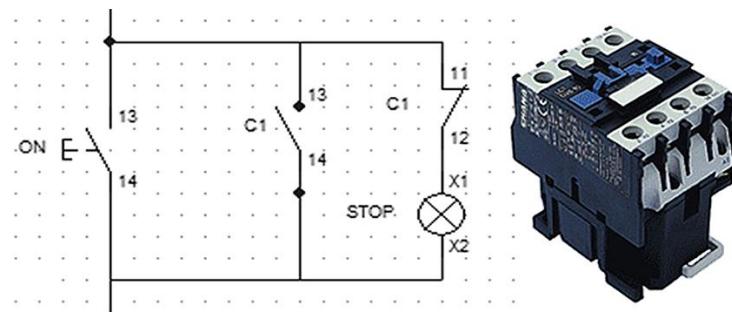
Se dividirá la simulación en dos partes, la primera será para el circuito de control:

## Diagrama de Control.

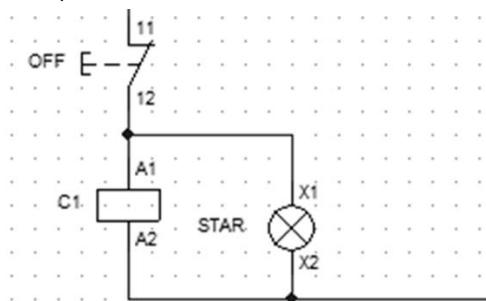
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño un fusible F1 que será conectado a la línea eléctrica L



2. Luego agregar los siguientes elementos: Pulsador normalmente abierto NA, Contactor y Lámpara indicadora(Indicador Stop), se conectará en paralelo el del Pulsador (terminal 13-14) con el contacto normalmente abierto (terminal 13-14) y normalmente cerrado (terminal 11) del Contactor, la lámpara indicadora estará conectada en serie al terminal 12 del contacto NC.

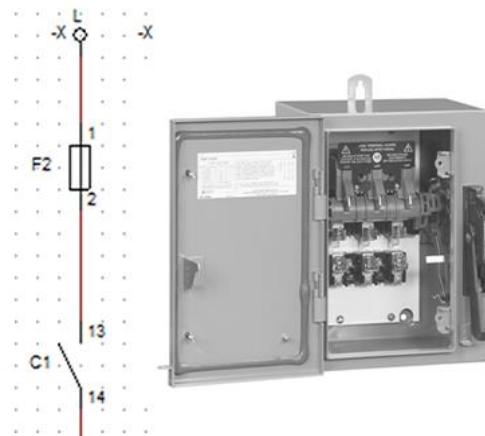


3. Ahora, se va a agregar un pulsador normalmente cerrado (pulsador Stop) y una lámpara indicadora (Start), se conectarán el contacto NC (terminal 11) al contacto NA el paso anterior (terminal 14) de igual manera lo conectaremos a la bobina del Contactor (terminal A1), la bobina también se conectará en paralelo a una lámpara indicadora (terminales X1, X2).

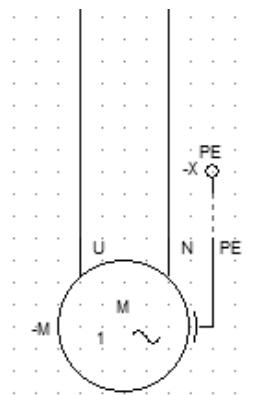


### Diagrama de potencia.

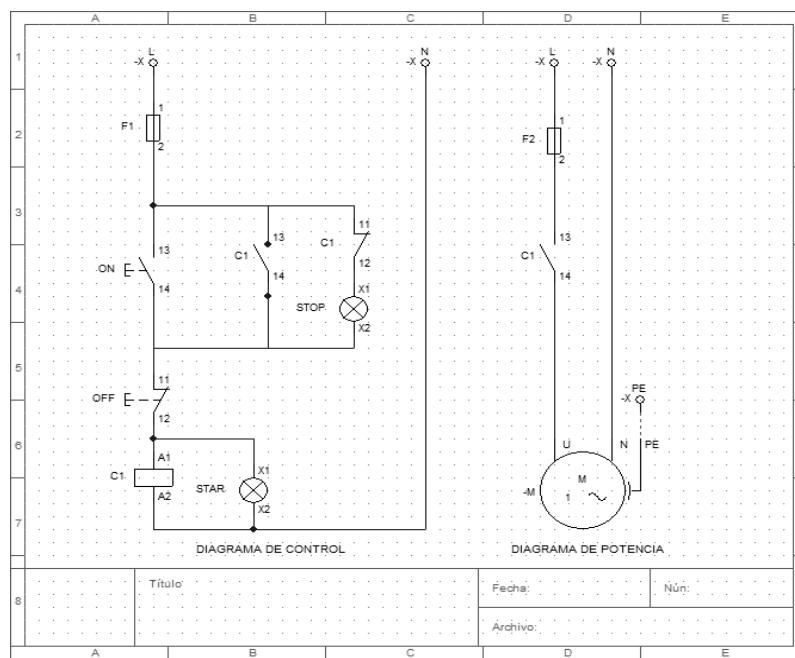
1. Conectar un fusible de acuerdo a la potencia que del motor, este fusible se conectará en serie a uno de los contactos principales del Contactor (terminales 13-14).



2. El contacto principal del Contactor (terminal 14) será conectado directamente a un terminal del motor (Neutro se conectará directamente al otro terminal del motor).



3. Finalmente, el esquema del circuito de accionamiento de motor monofásico con enclavamiento quedará como se muestra en el siguiente gráfico:



### 1.3. ACCIONAMIENTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO CON ARRANQUE DIRECTO.

En esta actividad se va a implementar un circuito que permita realizar un arranque directo para un motor trifásico de 1.5 Hp. En este arranque, el motor se activa dado que el voltaje nominal es aplicado directamente a los bobinados, además se lo usa para máquinas que no requieran aceleración gradual. Al emplear este arranque el par inicial puede producir un golpe de ariete en los dispositivos acoplados al motor lo cual deberá ser considerado al momento de seleccionar este tipo de arranque. La mayoría de aplicaciones para esta configuración está dada por ejemplo en bombas de agua, compresores y fuentes de sistemas hidráulicos.

**Relé Térmico.**

Los **Relés Térmicos** son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas, se pueden utilizar en corriente alterna o continua., este dispositivo se emplea para:

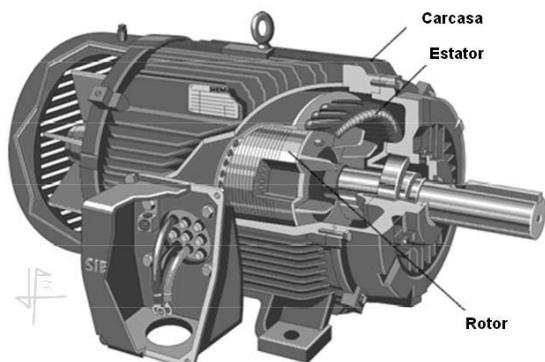
- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento.
- Evitar sobrecargas de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.
- Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.



### **Motor trifásico.**

Los motores trifásicos usualmente son más utilizados en la industria, ya que en el sistema trifásico se genera un campo magnético rotatorio en tres fases, además el sentido de la rotación del campo en un motor trifásico puede cambiarse invirtiendo dos puntas del estator, lo cual desplaza las fases, de manera que el campo magnético gira en dirección opuesta.

Los motores trifásicos se usan para accionar máquinas-herramientas, bombas, elevadores, ventiladores, sopladores y muchas otras máquinas. Básicamente están construidos de tres partes esenciales: Estator, rotor y carcasa.

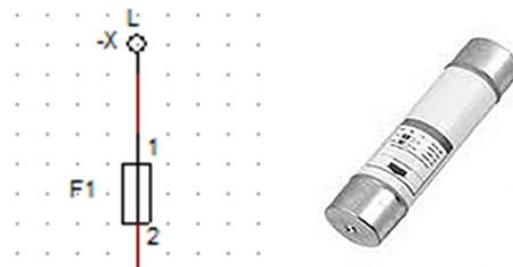


### **Simulación:**

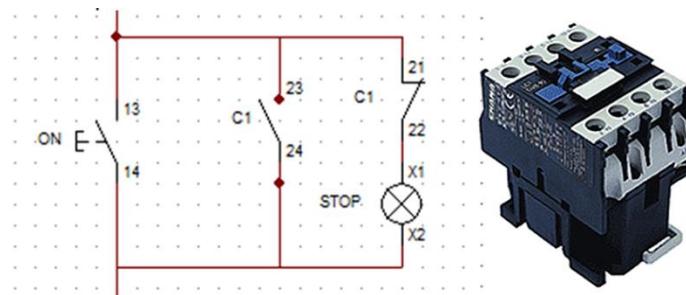
Se dividirá en dos partes, la primera será para el circuito de control:

### **Diagrama de Control.**

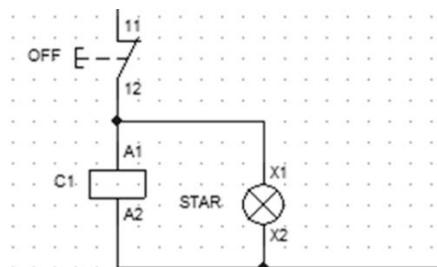
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño un fusible F1 que será conectado a la línea eléctrica L.



2. Luego, agregar los siguientes elementos: Pulsador normalmente abierto NA, Contactor y Lámpara indicadora(Indicador Stop), se conectarán en paralelo los contactos del Pulsador (terminal 13-14) con el contacto normalmente abierto (terminal 23-24) y normalmente cerrado (terminal 21) del Contactor, la lámpara indicadora estará conectada en serie al terminal 22 del contacto NC.

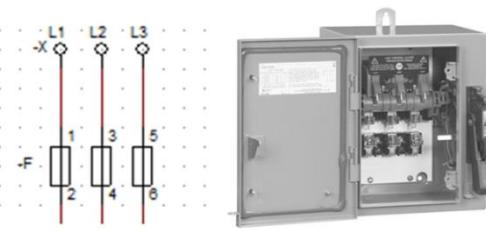


3. Agregar un pulsador normalmente cerrado (pulsador Stop) y una lámpara indicadora (Start), se conectarán el contacto NC (terminal 11) al contacto NA el paso anterior (terminal 14); de igual manera, se conectarán a la bobina del Contactor (terminal A1), la bobina también se conectarán en paralelo a una lámpara indicadora (terminales X1, X2).

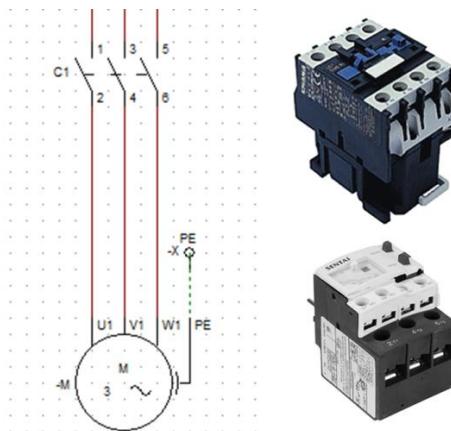


### Diagrama de potencia.

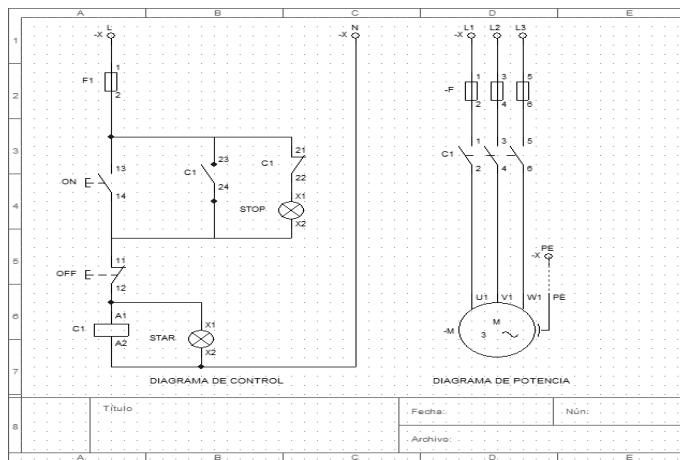
1. Conectar un fusible de acuerdo a la potencia que del motor trifásico, los fusibles se conectarán directamente a las fases L1, L2, L3 (terminales 1, 3,5).



2. Los fusibles (terminales 2, 4,6) se conectarán directamente a los contactos del Contactor C1 (terminales 1, 3,5) y luego al protector térmico (terminales 1, 3,5), finalmente se conectarán el protector térmico al motor trifásico (U1, V1, W1).



3. Finalmente, el esquema del circuito de accionamiento de motor monofásico con enclavamiento quedará como se muestra en el siguiente gráfico:



#### 1.4. ACCIONAMIENTO DIRECTO DE CILINDRO NEUMÁTICO.

En esta actividad se va a implementar un diagrama que permita realizar la activación de un cilindro neumático mediante una electroválvula neumática de 5/2 activada por un pulsador, el pulsador genera una señal eléctrica que energizara la bobina de la electroválvula cuando esto suceda ingresara el aire comprimido a la cámara del

cilindro impulsando a su vástagos y generando la fuerza para activar al mecanismo de una maquina industrial. Debido a sus buenas características, actualmente la neumática es ampliamente utilizada en multitud de **aplicaciones y entornos industriales**.

En la actualidad existen diversas maneras de automatizar un proceso o realizar un trabajo y estas soluciones varían dependiendo del entorno, recursos, capacidades técnicas, personal, entre otros aspectos importantes. Por otro lado las alternativas también son muy variadas y van desde el uso de fuentes de energía tales como la hidráulica, eléctrica y la neumática, se mencionaran algunos de los motivos por los cuales la neumática es beneficiosa:

- Economía, los componentes empleados en un circuito neumático son muy económicos en comparación con los componentes de un circuito hidráulico o eléctrico.
- Simple en mantenimiento y/o reparación.
- La tecnología neumática es limpia y su impacto en el ambiente es muy bajo.
- Los tiempos de respuesta son muy cortos lo cual permite economizar tiempo

La tecnología neumática se usa en sistemas industriales tales como: plataformas elevadoras, apertura y cierre de puertas o válvulas, embalaje y envasado, máquinas de conformado, taladrado de piezas, robots industriales, etiquetado, sistemas de logística, prensas, pulidoras, máquinas - herramientas; etc.

### **Neumática.**

La **neumática** es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. El aire es un material elástico y, por tanto, al aplicarle una fuerza se comprime, mantiene esta compresión y devuelve la energía acumulada cuando se le permite expandirse.

### **Cilindro Neumático.**

El cilindro consiste en un émbolo o pistón operando dentro de un tubo cilíndrico. Los cilindros actuadores pueden ser instalados de manera que el cilindro esté anclado a una estructura inmóvil y el émbolo o pistón se fija al mecanismo que se accionará, o el pistón o émbolo se puede anclar a la estructura inmóvil y el cilindro fijado al mecanismo que se accionará. Los cilindros actuadores para los sistemas neumáticos e hidráulicos son similares en diseño y operación. Algunas de las variaciones de los cilindros tipo émbolo y tipo pistón de impulsión se describen en los párrafos siguientes.



### Electroválvula Neumática.

Una **electroválvula** es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina.

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

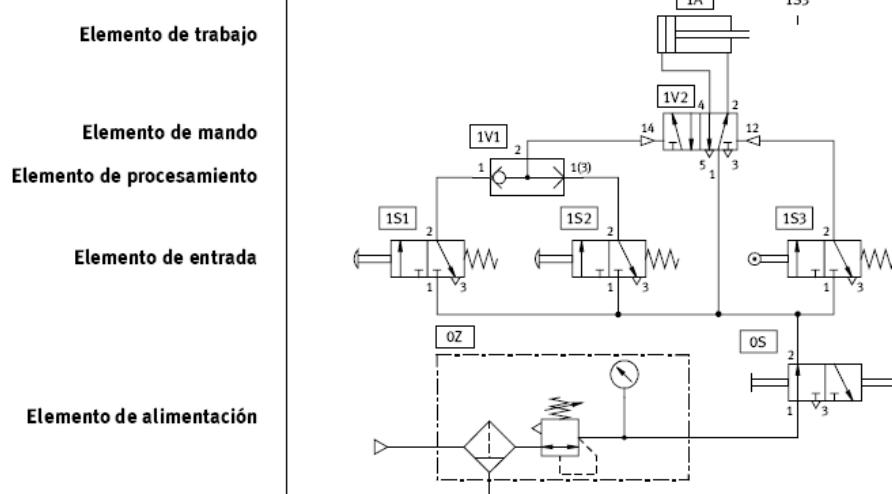
También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.



### Estructura de los Sistemas Neumáticos.

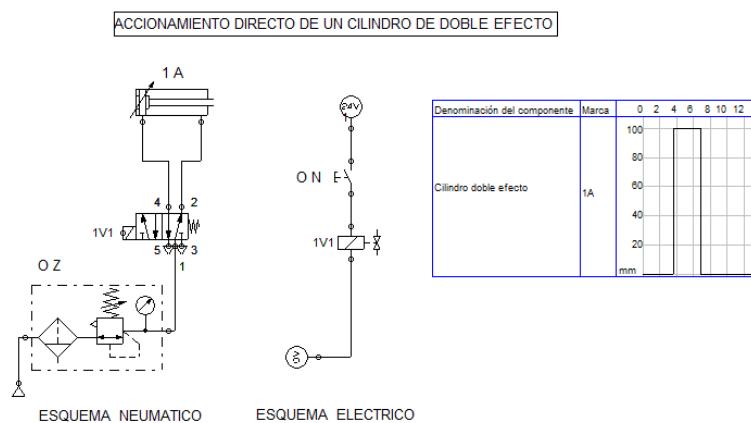
#### Esquema de conexiones

- De arriba hacia abajo
- Elemento de trabajo 1A
- Elemento de mando 1V2
- Elemento de procesamiento 1V1
- Elementos de entrada 1S1, 1S2, 1S3
- Elementos de alimentación 0Z, 0S



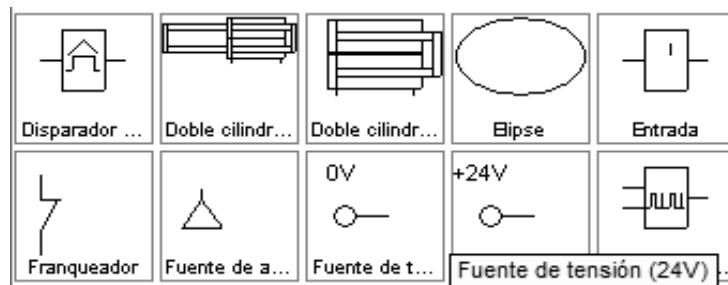
### Simulación:

Se dividirá el sistema neumático en dos partes, la primera será para el esquema eléctrico y luego el esquema neumático:

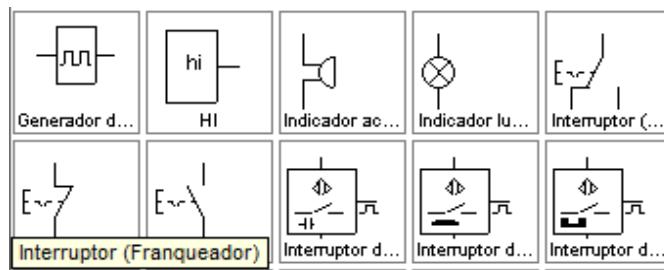


### Esquema eléctrico.

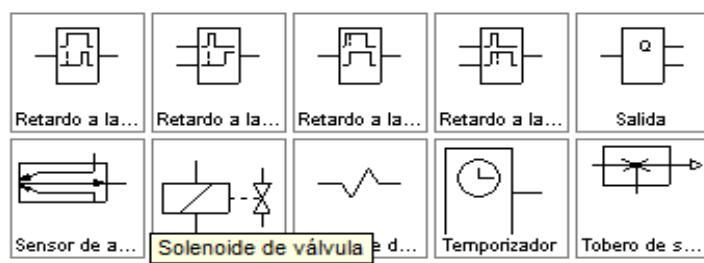
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una fuente de tensión continua de 24 Voltios y otra de 0 Voltios, esta fuente suministrara de energía eléctrica a nuestro sistema.



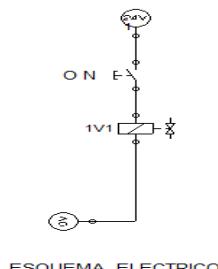
2. Agregar un pulsador normalmente abierto NA (ON) en serie a la fuente de 24 V, para el FluidSim también será conocido con el nombre de Franqueador.



3. Insertar el Solenoide de la electroválvula 1V1, esta será energizada por el pulsador ON conectada en serie, el otro terminal del Solenoide se conectará a 0Volts.



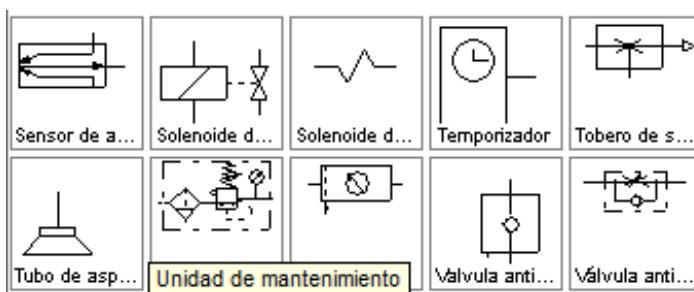
4. El esquema eléctrico quedará como se muestra a continuación.



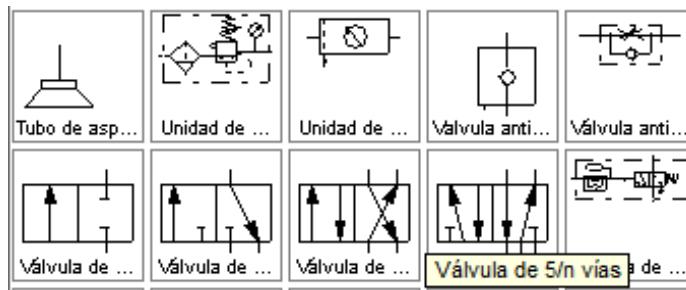
ESQUEMA ELECTRICO

## Esquema Neumático.

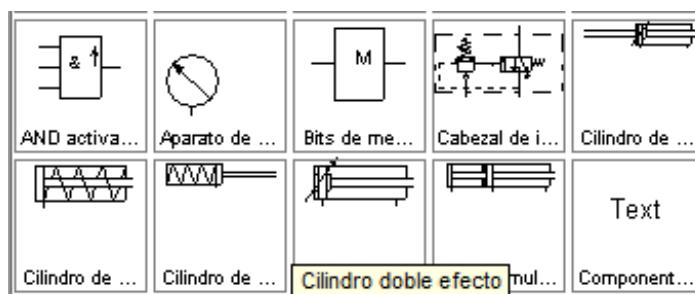
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una unidad de mantenimiento FRL que suministrará de presión de aire al sistema.



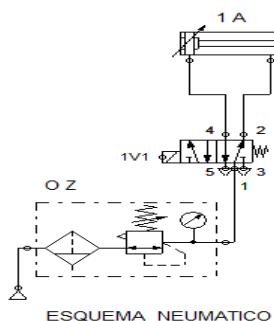
2. Agregar una electroválvula de 5 a 2 vías que se denominará 1V1, se conectarán el terminal 1 de 1V1 a la unidad de mantenimiento OZ y Silenciadores a los terminales 5-3.



3. Insertar un cilindro neumático de doble efecto que se denominará 1A, se conectarán 1V1 (terminal 4) con la manguera de aire en la base del cilindro y el terminal 2 de 1V1 al otro extremo del cilindro neumático.



4. El esquema neumático quedará como se muestra a continuación.



### 1.5. ACCIONAMIENTO INDIRECTO DE CILINDRO NEUMÁTICO.

En esta actividad se va a implementar un diagrama que permita realizar el accionamiento Indirecto de un cilindro neumático mediante un a electroválvula neumática de 5/2 activada por un pulsador, el pulsador genera una señal eléctrica que energizara la de un Relé, así el contacto normalmente abierto NA del Relé energizara a la electroválvula cuando esto suceda ingresara el aire comprimido a la cámara del cilindro impulsando su vástagos y generando la fuerza para activar al mecanismo de una maquina industrial.

### Unidad de Mantenimiento.

Antes de ser inyectado en el circuito, el aire es acondicionado por la unidad de mantenimiento para proteger las válvulas y actuadores hacia los que el aire se dirige. Esta preparación del aire la ejecutan los 3 elementos de los que consta la unidad:

- **Filtro de Aire:** elimina la humedad y partículas de polvo contenidas en el aire. Incluye una llave de purga para desalojar los líquidos condensados.
- **Regulador de presión (con manómetro):** mantiene la presión constante, para evitar fluctuaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de la instalación.
- **Lubricador:** inyecta aceite lubricante en el aire comprimido para evitar oxidaciones y corrosión en los elementos neumáticos, y para engrasar las partes móviles del circuito.



### Relé.

El relé es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.



### Fuente de Alimentación.

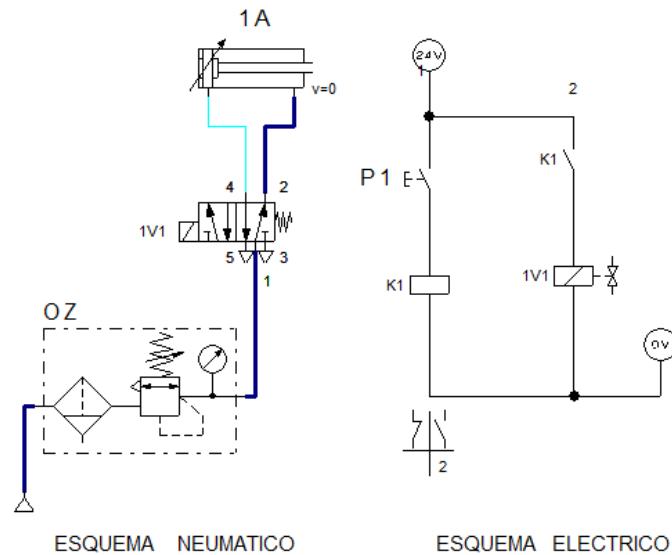
Una **fuente de alimentación** es un dispositivo que convierte la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico al que se conecta.



### Simulación.

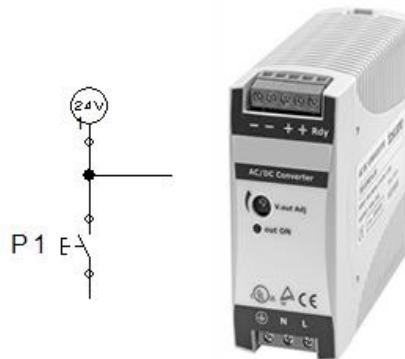
Dividiremos nuestro sistema neumático en dos partes la primera será para el esquema eléctrico y luego el esquema neumático:

## ACCIONAMIENTO INDIRECTO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO

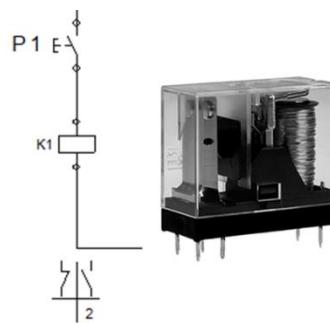


### Esquema eléctrico.

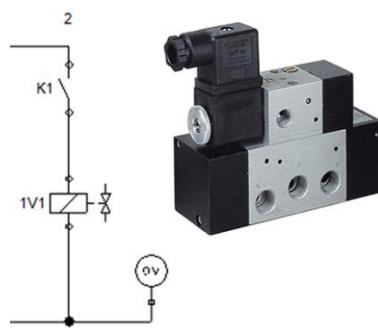
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una fuente de tensión continua de 24 Voltios y otra de 0 Voltios, esta fuente suministrara de energía eléctrica a nuestro sistema, luego conectaremos en serie la fuente a un pulsador normalmente abierto P1.



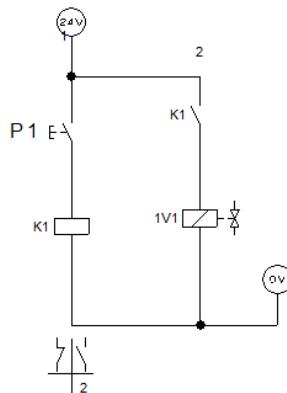
2. Agregar un Relé K1 que se conectará al terminal del pulsador P1 y a 0 voltios respectivamente, al energizarse el Relé K1 cambiando el estado de sus contactos auxiliares.



3. Se insertará el solenoide que activara a la electroválvula 1V1, ésta se conectará en serie al contacto normalmente abierto del Relé K1 y a 0 voltios respectivamente.



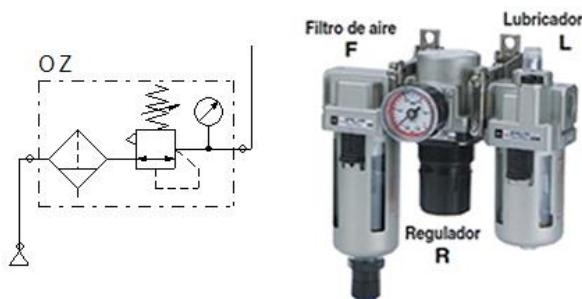
4. El esquema neumático quedará como se muestra a continuación:



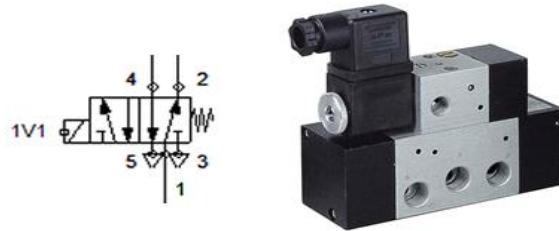
ESQUEMA ELECTRICO

### Esquema Neumático.

1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una unidad de mantenimiento FRL que suministrara de presión de aire a nuestro sistema



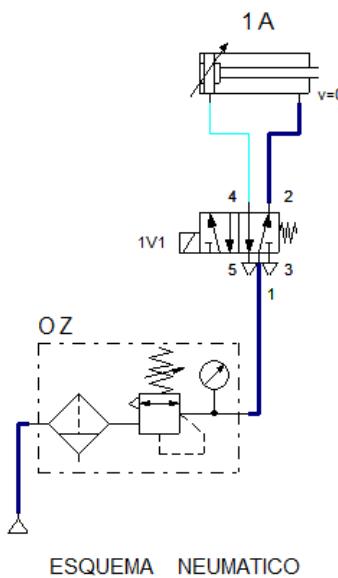
2. Agregar una electroválvula de 5 a 2 vías que denominaremos 1V1, conectaremos el terminal 1 de 1V1 a la unidad de mantenimiento OZ y Silenciadores a los terminales 5-3



3. Inserta un cilindro neumático de doble efecto que denominaremos 1A, conectaremos 1V1(terminal 4) con la manguera de aire en la base del cilindro y el terminal 2 de 1V1 al otro extremo del cilindro neumático



4. El esquema neumático quedara como se muestra a continuación:



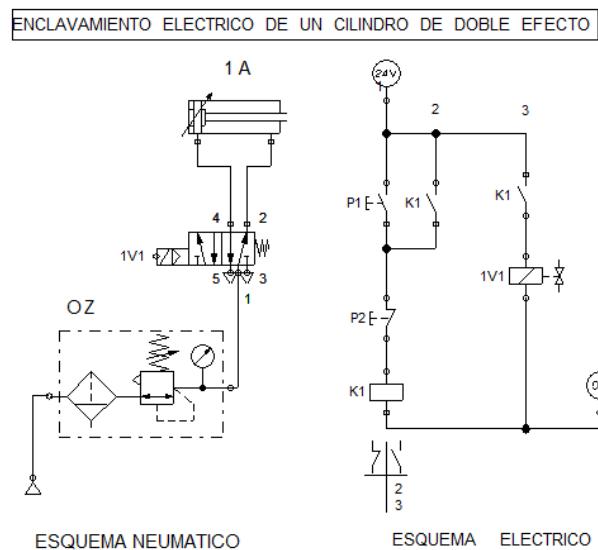
### 1.6. ACCIONAMIENTO DE CILINDRO NEUMÁTICO CON ENCLAVAMIENTO.

En esta actividad se va a implementar un diagrama que permita realizar el enclavamiento de un cilindro neumático mediante una electroválvula neumática de 5/2 activada por un pulsador, el pulsador genera una señal eléctrica que energizará un Relé, a través del contacto normalmente abierto NA del Relé energizará a la electroválvula. Cuando esto suceda ingresará el aire comprimido a la cámara del cilindro impulsando su vástagos. Mediante sus contactos auxiliares el Relé memoriza la orden que emite el elemento piloto (pulsador, éste último queda activado sin la

necesidad de que el elemento este enviando la señal continuamente, es decir queda independizado de la unidad que produjo su conexión.

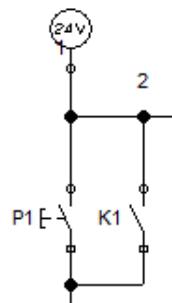
### Simulación.

Se dividirá el sistema neumático en dos partes, la primera será para el esquema eléctrico y luego el esquema neumático:

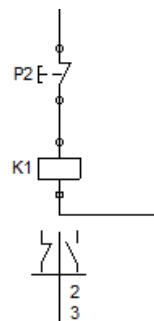


### Esquema eléctrico.

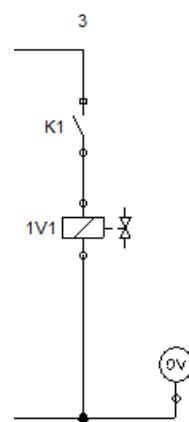
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una fuente de tensión continua de 24 Voltios y otra de 0 Voltios, esta fuente suministrará de energía eléctrica a nuestro sistema, luego se conectará en serie la fuente a un pulsador normalmente abierto P1 y se agregará el contacto NA del Relé K1 en paralelo al pulsador.



2. Agregar un Relé K1 que se conectará al terminal del pulsador normalmente cerrado P2 y a 0 voltios respectivamente, al energizarse el Relé K1 cambiará el estado de sus contactos auxiliares, el pulsador P2 efectuará la parada del cilindro neumático cortando la energía que circula por K1.



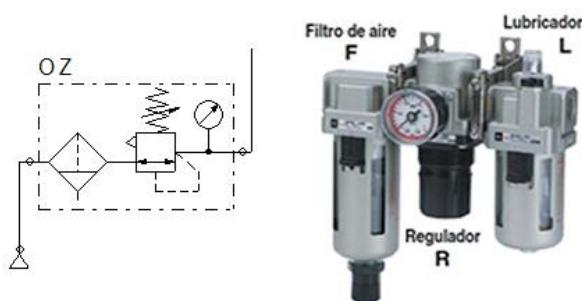
3. Insertar el solenoide que activará a la electroválvula 1V1, ésta se conectará en serie al contacto normalmente abierto del Relé K1 y a 0 voltios respectivamente.



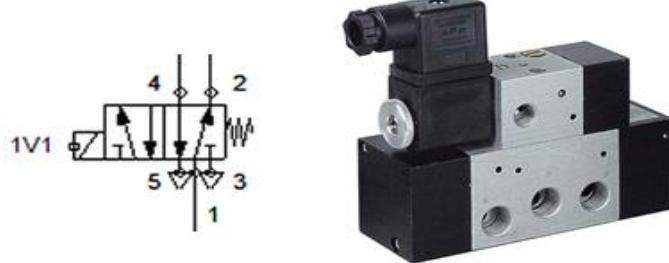
### Esquema Neumático.

El esquema neumático es similar al de la actividad anterior, recordemos que estamos haciendo un enclavamiento eléctrico, mencionaremos los pasos a seguir:

1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una unidad de mantenimiento FRL que suministrara de presión de aire a nuestro sistema.



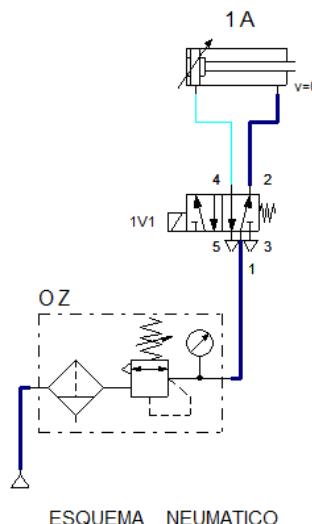
2. Agregar una electroválvula de 5 a 2 vías que se denominará 1V1, se conectará el terminal 1 de 1V1 a la unidad de mantenimiento OZ y Silenciadores a los terminales 5-3.



3. Insertar un cilindro neumático de doble efecto que se denominará 1A, se conectará 1V1 (terminal 4) con la manguera de aire en la base del cilindro y el terminal 2 de 1V1 al otro extremo del cilindro neumático.



4. El esquema neumático quedará como se muestra a continuación:



ESQUEMA NEUMÁTICO

### 1.7. CONTROL DE LA VELOCIDAD DE APERTURA Y RETORNO DE UN CILINDRO NEUMÁTICO.

En esta actividad se va a implementar un diagrama que permita regular la velocidad de apertura y cierre de un cilindro neumático, la presión de aire será suministrada por una electroválvula neumática de 5/2 activada por un pulsador, el pulsador genera una señal eléctrica que energizará un Relé. A través del contacto normalmente abierto (NA) del Relé se energizará a la electroválvula, cuando esto suceda ingresará el aire comprimido a la cámara del cilindro impulsando su vástagos. Mediante los contactos auxiliares del Relé memoriza la orden que emite el elemento piloto (pulsador), éste último queda activado sin la necesidad de que el elemento este enviando la señal continuamente; es decir, queda independizado de la unidad que produjo su conexión.

La velocidad del cilindro neumático será controlada mediante una válvula de estrangulamiento tanto como de acción primaria y secundaria que permitirá regular la apertura y cierre del vástago del cilindro.

### **Válvula de Estrangulamiento.**

También se le conoce por el nombre de regulador de velocidad o regulador unidireccional, estrangula el caudal de aire en un solo sentido. Una válvula anti retorno cierra el paso de aire en un sentido y el aire puede circular sólo por la sección ajustada en el sentido contrario. Estas válvulas se utilizan para regular la velocidad de cilindros neumáticos. Para los cilindros de doble efecto, hay por principio dos tipos de estrangulación, Las válvulas anti retorno y de estrangulación deben montarse lo más cerca posible de los cilindros pudiéndose emplear racores.



### **Limitación de caudal de alimentación.**

En este caso, las válvulas se montan para estrangular el aire que va al cilindro (estrangulación primaria). Es decir, regula la velocidad de salida del vástago. Se emplean al momento de pasar sobre un sensor final de carrera (se emplean únicamente para cilindros de simple efecto y de volumen pequeño).

### **Limitación del caudal de escape.**

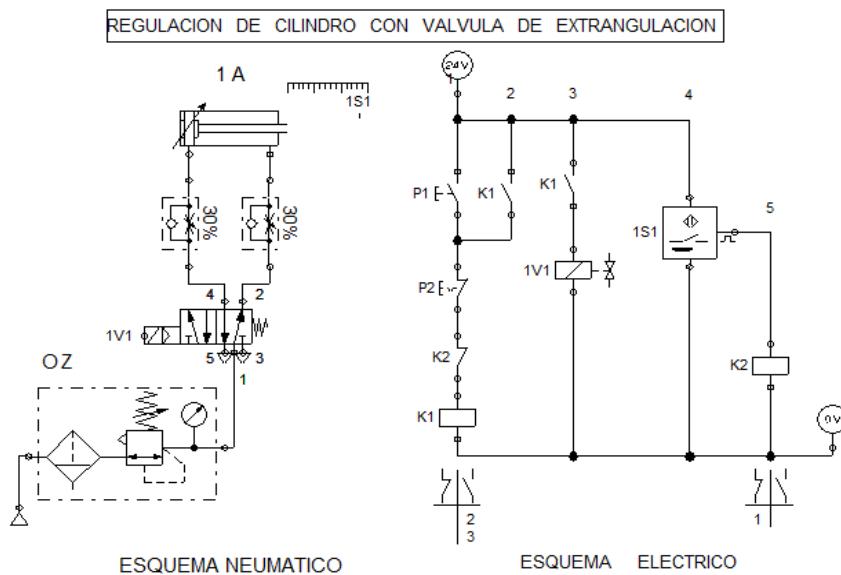
En este caso el aire de alimentación entra libremente en el cilindro, se estrangula el aire de escape (estrangulación secundaria); es decir, el aire que sale del cilindro regulando la velocidad de cierre del vástago. El émbolo se halla entre dos cojinetes de aire.

**Sensor inductivo.** Los **sensores inductivos** son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo.



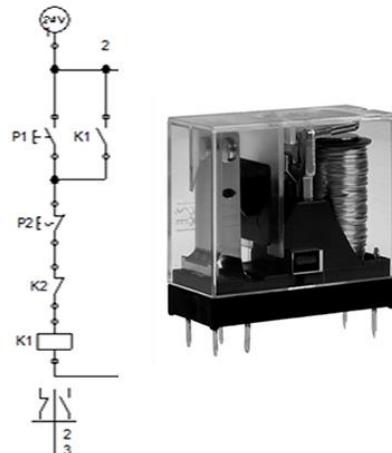
### Simulación.

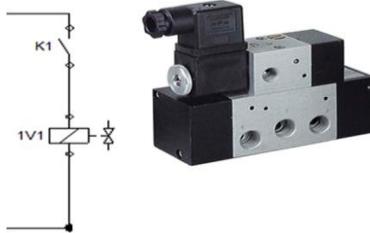
Se dividirá el sistema neumático en dos partes, la primera será para el esquema eléctrico y la segunda para el esquema neumático:



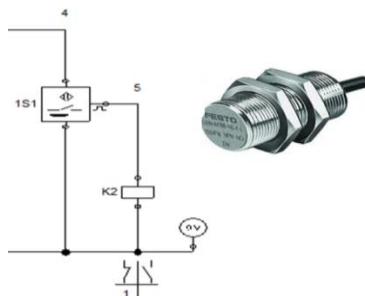
### Esquema eléctrico.

1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una fuente de tensión continua de 24 Voltios y otra de 0 Voltios, esta fuente suministrará de energía eléctrica al sistema, luego se conectará en serie la fuente a un pulsador normalmente abierto P1 en paralelo al contacto NA del relé K1, se agregará un pulsador P2 que tendrá la función de parada de emergencia junto a el contacto NC del relé K2, todo este sistema energizará al relé K1 que activa a la electroválvula 1V1.
2. Agregar un Relé K1 que se conectará al terminal del pulsador normalmente cerrado P2 y a 0 voltios respectivamente, al energizarse el Relé K1 cambiará el estado de sus contactos auxiliares y activara a 1V1.



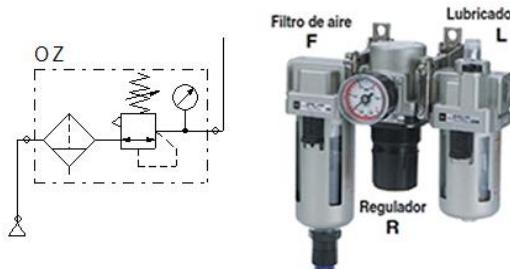


3. Se insertará un sensor inductivo que detectará cuando el vástagos del cilindro neumático completo su recorrido, la señal eléctrica del sensor energizará a un segundo relé K2 que se encargará de finalizar el ciclo de apertura y desconectará la electroválvula 1V1.

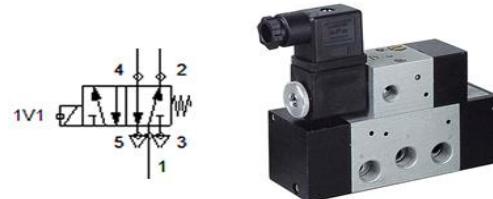


### Esquema Neumático.

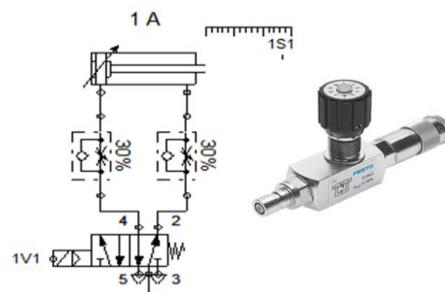
1. Abrir un nuevo proyecto y agregar en el área de diseño una unidad de mantenimiento FRL que suministrará de presión de aire al sistema.



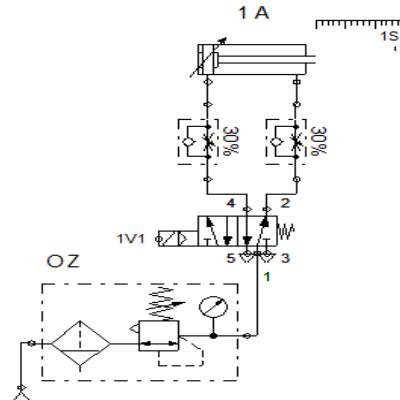
2. Agregar una electroválvula de 5 a 2 vías que se denominará 1V1, se conectará el terminal 1 de 1V1 a la unidad de mantenimiento OZ y Silenciadores a los terminales 5-3.



3. Insertar un cilindro neumático de doble efecto que se denominará 1A, se conectará una válvula de estrangulamiento al terminal 4 (regular velocidad de retorno del vástagos del cilindro) de 1V1 y otra al terminal 2 (regular velocidad de salida del vástagos del cilindro). Luego se instalará un sensor inductivo al final de carrera del vástagos para saber cuándo se apertura totalmente.



4. El esquema neumático quedará como se muestra a continuación:



ESQUEMA NEUMATICO

## FUNDAMENTO TEÓRICO.

En este apartado el participante conocerá la forma de simbolizar máquinas, aparatos o elementos utilizados para la automatización eléctrica, señalando recomendaciones para aplicarlas en los diferentes esquemas eléctricos. Por lo tanto, es muy importante su correcta utilización por ser la forma de comunicación entre personas abocadas al diseño y ejecución de proyectos de automatización.

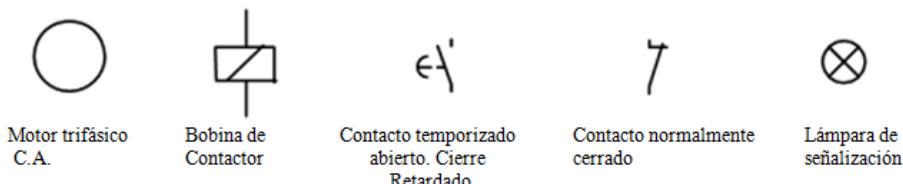
Se conocerán los elementos que intervienen en un proceso industrial tales como los cilindros neumáticos que utilizan el aire comprimido para liberar la energía acumulada y ser aprovechada en alguna actividad. También se conocerán los elementos básicos de un circuito neumático así como su simbología y la utilización de software de simulación para construir un circuito neumático que luego puede ser llevado a la realidad

### Símbolos.

Es la representación por medio de figuras para el caso de símbolos gráficos y con letras y números para el caso de símbolo literales, que permiten transmitir conceptos de máquinas, aparatos y elementos usados en la automatización eléctrica.

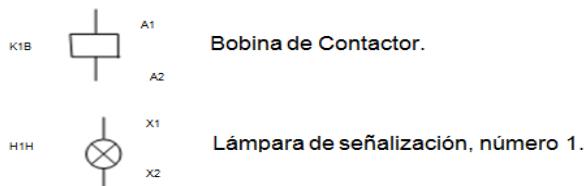
Mediante los símbolos normalizados se crea un nuevo sistema de comunicación nacional e internacional para ser usado en la tecnología.

**Símbolos gráficos.** Es la representación por medio de figuras, de máquinas o partes de una máquina, elementos de mando, auxiliares de mando, aparatos de medida, de protección y señalización, etc. A continuación se muestran algunos ejemplos.



**Símbolos Literales.** Es la combinación de letras y números que se utilizan para lograr una completa identificación de los elementos que intervienen en el esquema y que van colocados a los lados de cada uno de ellos.

**3 N ~ 60 Hz, 380 V ⇒ 3 fases, 4 hilos, C.A., 60 ciclos/seg., 380 voltios.**



## Norma UNE-EN 60617 (IEC 60617).

En los últimos años (1996 al 1999) se han visto modificados los símbolos gráficos para esquemas eléctricos, a nivel internacional con la norma IEC60617, que se ha adoptado a nivel europeo en la norma EN 60617 y que finalmente se ha publicado en España como la norma UNE-EN 60617. Por lo que es necesario dar a conocer los símbolos más usados. La consulta de estos símbolos por medios informáticos en los organismos competentes que la publican (CENELEC y otros) está sujeta a suscripción y pago, se pueden consultar algunos de los símbolos más comunes.

Esta norma, está dividida en las siguientes partes:

PARTE	DESCRIPCIÓN
UNE-EN 60617-2	Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.
UNE-EN 60617-3	Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-4	Componentes pasivos básicos.
UNE-EN 60617-5	Semiconductores y tubos electrónicos.
UNE-EN 60617-6	Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7	Dispositivos de control y protección.

UNE-EN 60617-8	Instrumentos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE-EN 60617-9	Telecomunicaciones: Comutación y equipos periféricos.
UNE-EN 60617-10	Telecomunicaciones: Transmisión.
UNE-EN 60617-11	Esquemas y planos de instalación, arquitectónicos y topográficos.
UNE-EN 60617-12	Operadores lógicos binarios.
UNE-EN 60617-13	Operadores analógicos.

### **Símbolos Normalizados según IEC, DIN y ANSI.**

Como se mencionó anteriormente, los símbolos normalizados permiten una comunicación a nivel nacional e internacional entre las personas que desarrollan proyectos y ejecutan montaje de instalaciones de máquinas y equipos.

Por consiguiente, para que el fabricante de una máquina o equipo transmita a sus clientes la forma cómo debe instalarse y realizar el diagnóstico de fallas, es necesario entregar los planos de montaje e instalación de estos equipos, por supuesto, tienen que estar desarrollados utilizando la simbología normalizada, de tal forma que pueda ser entendido por cualquier técnico sin interesar el país ni idioma de origen, de allí la explicación de la comunicación mediante símbolos.

Existen varias normas a nivel internacional, que han sido desarrolladas por países industrializados, especialmente, en aquellos lugares donde la tecnología ha desarrollado aceleradamente, tales como: Alemania, Estados Unidos, Francia, Suecia, España, etc. Así también, con el objeto de uniformizar las simbologías, se ha establecido una norma internacional denominada IEC, donde colaboran las principales naciones industrializadas, y es ésta, la que en nuestro medio se tiene en cuenta para desarrollar planos y esquemas eléctricos.

- **IEC: International Electrotechnical Commission** (Comisión Electrotecnia Internacional, donde colaboran todas las principales naciones industriales).
- **DIN: Deutsche Institut für Normung** (Normas alemanas para la industria).
- **ANSI: American National Standards Institute** (Instituto de normalización de USA, que publica prescripciones y normas para casi todos los campos técnicos).

### **Símbolos y esquemas eléctricos en las normas UNE-EN 60.617.**

En el tema anterior se han analizado los símbolos básicos de una instalación eléctrica. A continuación se profundiza en otros símbolos utilizados en instalaciones de carácter industrial.

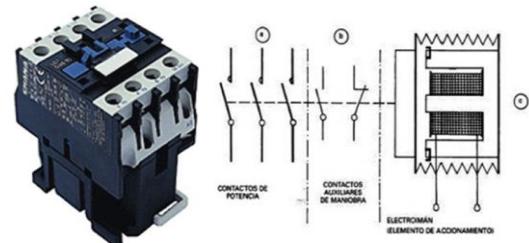
## Dispositivos de conmutación de potencia.

Evidentemente, a partir de una determinada potencia no es posible abrir o cerrar un circuito por medio de un sencillo interruptor. Hacerlo de esa forma generaría un arco eléctrico que sencillamente destruiría el dispositivo y, con toda probabilidad, provocaría lesiones en el usuario.

A partir de ciertos valores de tensión e intensidad es necesario utilizar otros dispositivos, cuya representación es objeto de la norma UNE-EN 60617-7. En el Capítulo III, Sección 13, se define la representación de estos dispositivos: interruptores, contactores y seccionadores.

### CONTACTOR.

Un contactor es un dispositivo de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en un circuito. Es un dispositivo de maniobra indicado para la conexión de dispositivos de cierta potencia, como pueden ser motores eléctricos. En estos casos sustituye al interruptor.

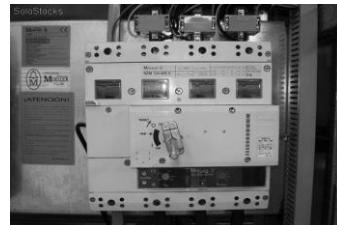


El contactor es maniobrado a distancia, a través de una bobina, que al ser sometida a tensión (excitada) provocará la apertura o cierre de los contactos del dispositivo. El contactor siempre dispondrá de unos contactos principales o polos, en posición normalmente abierta, que cerrarán al ser excitada la bobina, dando tensión al equipo receptor de potencia (motor o similar). También puede disponer de uno o varios contactos auxiliares, con posiciones de reposo abiertas o cerradas, que cambian al ser excitada la bobina. Estos contactos auxiliares no son capaces de gobernar dispositivos de potencia: se utilizarán por ejemplo para encender o apagar indicadores luminosos en el cuadro de control.

### INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DISYUNTOR.

El interruptor automático es también un aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes. Añade a esta función la de establecer, soportar durante tiempo determinado e interrumpir corrientes en condiciones anormales especificadas del circuito, tales como las de cortocircuito. Es decir, el interruptor automático combina la función de maniobra con la de protección. Como dispositivo de maniobra, actúa bajo tensión (en carga) y puede ser accionado

directamente o bien a distancia, por medio de una bobina. Como dispositivo de protección, abre en caso de sobreintensidad por cortocircuito en la línea. Es capaz de cerrar sobre una línea en cortocircuito para abrir de forma inmediata, sin daño para el interruptor. Existen interruptores automáticos para circuitos de baja tensión, por ejemplo en las viviendas, y también de alta tensión para instalaciones industriales ( $> 1 \text{ kV}$ ).



Es posible acoplar al interruptor automático bloques de contactos auxiliares para señalización y otros usos, de forma análoga a los contactores.

En la Figura superior, sobre una especie de carrito con ruedas está situado un interruptor automático 220 kV, poder de corte 35 kA. Las dos "V" son las cámaras de extinción del arco.

### SECCIONADOR.

El seccionador es también un dispositivo de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en un circuito. Está diseñado para maniobrar sin carga. Cerrado permite el paso de la corriente nominal y abierto garantiza el corte, evitando la formación de arcos. El seccionador da un corte visible de la línea. Su accionamiento es directo, manual o por medio de un motor. Es habitual en centros de transformación y subestaciones eléctricas, trabajando en combinación con interruptores automáticos, que permiten la maniobra en carga. El seccionador garantiza, una vez abierta la línea por el interruptor automático, que ésta no se cierre accidentalmente.



**Figura.** Seccionador de tres columnas de 220 kV.

Mecanismo: una cuchilla giratoria en la columna central.



**Figura.** Cuadro de baja tensión con diversos seccionadores en combinación con fusibles.

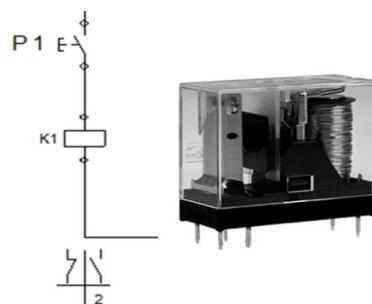
### **INTERRUPTOR SECCIONADOR.**

El interruptor seccionador presenta aplicaciones intermedias a las del interruptor automático y a las del seccionador. Permite abrir y cerrar circuitos bajo tensión, en carga, como el interruptor automático. Pero no resiste las operaciones de maniobra en condiciones de cortocircuito. Su estado, abierto o cerrado, no es evidente externamente. No tiene función de protección, por lo que sólo puede sustituir a un interruptor automático si se combina con un fusible.

### **COMPONENTES DE MANDO: RELÉS.**

La representación general de un relé es objeto de la norma UNE-EN 60617-7 en su Capítulo IV, Sección 15 (Relés de todo o nada) y en su Capítulo V, Sección 16 y 17 (Relés de medida).

Los relés son dispositivos de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes en un circuito de baja potencia. Se utilizan para el diseño de sistemas de control, siendo la alternativa a los ordenadores industriales (PLCs), siempre que se trate de sistemas no excesivamente complejos. Constan de una bobina, encargada de generar la fuerza necesaria para la maniobra, un elemento de transmisión del esfuerzo mecánico y uno o varios contactos.



Se distinguen dos casos o tipos de relés. En el primero, la presencia de corriente supone directamente la maniobra del relé: relés de todo o nada. En el segundo, la maniobra se produce sólo cuando una magnitud de la corriente eléctrica supera un valor (por ejemplo, la intensidad): relés de medida.

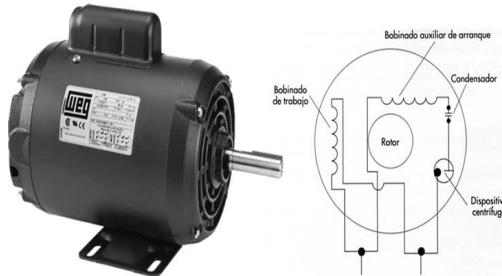
### MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

La representación de las distintas máquinas eléctricas (motores, generadores y transformadores) es objeto de la norma UNE-EN 60617-7.

**MOTORES.** Un motor eléctrico es una máquina capaz de transformar energía eléctrica en energía mecánica. Los motores pueden ser, en función de la naturaleza de la corriente eléctrica empleada, de corriente continua o de corriente alterna. Estos últimos pueden ser monofásicos o trifásicos.

Los motores eléctricos de corriente alterna se clasifican también en motores síncronos y motores asincrónos. En los primeros la velocidad de giro del motor coincide con la frecuencia de la corriente eléctrica de alimentación. En los segundos, evidentemente no.

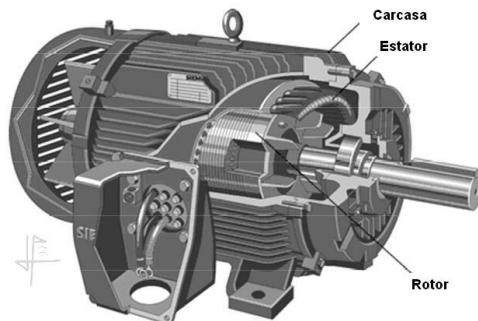
Como el resto de máquinas eléctricas, los motores basan su funcionamiento en las leyes del electromagnetismo. En todo motor distinguimos dos partes diferenciadas: el estator, o parte fija, y el rotor, o parte móvil (giratoria).



En el motor de corriente alterna trifásico síncrono el estator recibe corriente alterna trifásica. Esta corriente mediante tres devanados genera un campo magnético giratorio. El rotor dispone de un imán permanente o bien de un devanado que, alimentado con corriente continua, genera un campo magnético equivalente. Las leyes del electromagnetismo explican cómo, en estas condiciones, el rotor gira de forma sincronizada con el campo magnético generado por el estator. El motor de corriente alterna trifásico síncrono es utilizado en la industria, aunque lo es más el generador de corriente alterna trifásica: se trata de la misma máquina sólo que ahora en vez de transformar energía eléctrica en mecánica, transforma energía mecánica en eléctrica.

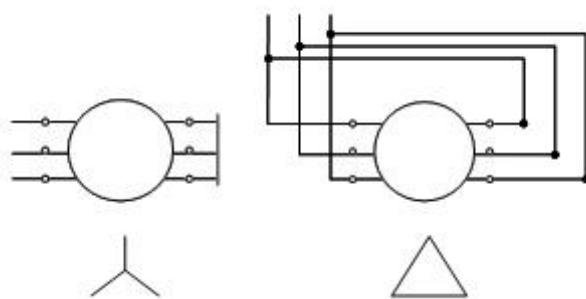


**Figura.** Representación según UNE-EN 60617-7 de un motor de inducción trifásico de rotor bobinado.



En el motor de corriente alterna trifásica asincrónica encontramos un estator también alimentado con corriente alterna trifásica. Sin embargo, ahora el rotor no dispone ni de imanes permanentes ni de alimentación eléctrica alguna, sino simplemente de un circuito cerrado sobre sí mismo: por este motivo se habla del motor asincrónico de jaula de ardilla. En estas condiciones, se produce un giro no sincronizado con la frecuencia de la red de alimentación del estator. Este tipo de motor es el más utilizado en aplicaciones industriales.

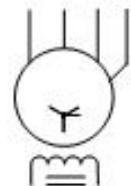
Internamente, el estator de los motores de corriente alterna trifásica consta de tres devanados, uno por cada fase. Denominando a estos devanados U, V y W nos encontramos con 6 bornes: U1/U2, V1/V2 y W1/W2. Existen por ello dos formas posibles de conexión del motor a las líneas de alimentación L1, L2 y L3, denominadas conexión en estrella y conexión en triángulo, como se representa en la siguiente figura.



**Figura.** Representación de dos motores de inducción trifásico de jaula, uno en conexión estrella y otro en conexión triángulo.

Es fácil observar cómo en la conexión estrella entre cada dos fases se tienen dos devanados mientras que en la conexión triángulo sólo uno. Es decir, en estrella cada devanado está sometido a una tensión menor que en la conexión triángulo. Este hecho es utilizado frecuentemente para el arranque suave de los motores de cierta potencia y es conocido como arranque estrella - triángulo.

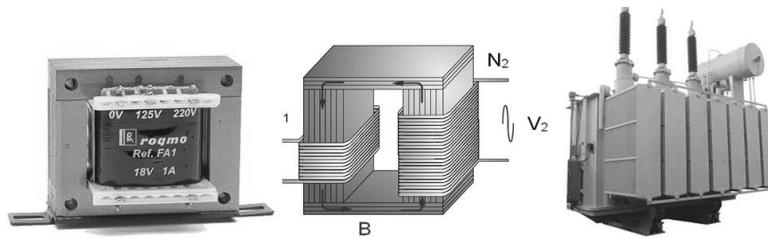
**GENERADORES. UN GENERADOR ELÉCTRICO ES UNA MÁQUINA CAPAZ DE TRANSFORMAR ENERGÍA MECÁNICA EN ENERGÍA ELÉCTRICA. COMO SE ACABA DE COMENTAR, EL MOTOR DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICO SÍNCRONO PUEDE FUNCIONAR COMO GENERADOR Y, DE HECHO, ESTA ES SU PRINCIPAL APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA.**



**Figura.** Representación según UNE-EN 60617-7 de generador síncrono trifásico con inducido en estrella y con neutro accesible.

**TRANSFORMADORES.** Los transformadores son máquinas eléctricas no rotativas. Tienen la misión de transmitir, mediante un campo electromagnético, la energía eléctrica de un sistema, con una determinada tensión, a otro sistema con tensión deseada.

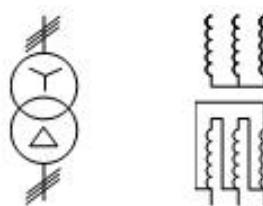
Pueden estar destinados a transformar potencias de cierta consideración, alimentados por tensión y frecuencias fijas (transformadores de potencia). También pueden utilizarse para trabajar con tensiones y frecuencias variables (transformadores de comunicación). Otra aplicación es facilitar una conexión adecuada a aparatos de medida o protección (transformadores de medida).



Según la naturaleza de la corriente pueden clasificarse en monofásicos, trifásicos, trifásicos-exafásicos, trifásicos-dodecafásicos, etc.

En su uso más habitual en la industria, como transformadores trifásicos de potencia, pueden clasificarse en transformadores elevadores (la tensión de salida es superior a la de entrada) o transformadores reductores.

Del modo análogo a los motores y generadores trifásicos, los devanados de los transformadores trifásicos pueden conectarse en estrella o en triángulo.

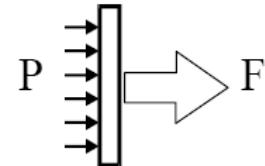


**Figura.** Representación según UNE-EN 60617-7 de un transformador trifásico, conexión estrella - triángulo (representación unifilar y multifilar).

## NEUMÁTICA.

La neumática es la parte de la Tecnología que emplea el aire comprimido para producir un trabajo útil.

El aire comprimido es una forma de almacenar energía mecánica, que puede ser utilizada posteriormente para producir trabajo. Si se ejerce fuerza sobre el aire contenido en un recipiente cerrado, dicho aire se comprime presionando las paredes del recipiente. Dicha presión puede aprovecharse para generar trabajo (grandes fuerzas, o desplazamientos de objetos).



### Presión:

Es la fuerza que se ejerce por unidad de superficie.

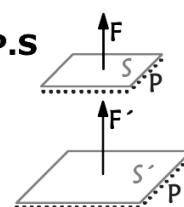
$$P=F/S \quad F=P.S$$

P=presión (Pa)

F=fuerza ejercida (N)

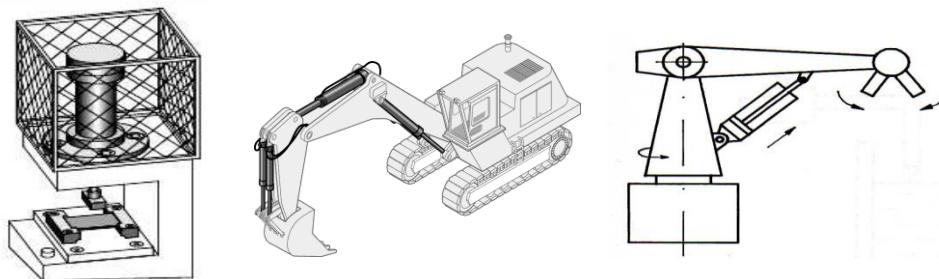
S=superficie de actuación ( $m^2$ )

1 bar=100000 Pa=10  $Pa^5$



Debido a sus buenas características, actualmente la neumática es ampliamente utilizada en multitud de aplicaciones y entornos industriales.

La tecnología neumática se usa en sistemas industriales tales como: plataformas elevadoras, apertura y cierre de puertas o válvulas, embalaje y envasado, máquinas de conformado, taladrado de piezas, robots industriales, etiquetado, sistemas de logística, prensas, pulidoras, máquinas - herramientas; etc.



La tecnología neumática ofrece importantes ventajas frente otros tipos de tecnologías, como son:

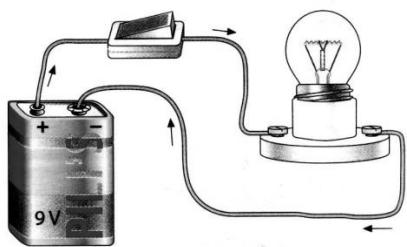
- La neumática es capaz de desarrollar grandes fuerzas, imposibles para la tecnología eléctrica. Utiliza una fuente de energía inagotable: el aire.
- Es una tecnología muy segura: no genera chispas, incendios, riesgos eléctricos, etc.
- Es una tecnología limpia, muy adecuada para la industria alimentaria, textil, química, etc.
- Es una tecnología muy sencilla, que permite diseñar sistemas neumáticos con gran facilidad.
- La neumática posibilita sistemas con movimientos muy rápidos, precisos, y de gran complejidad.

Las principales desventajas de la neumática son:

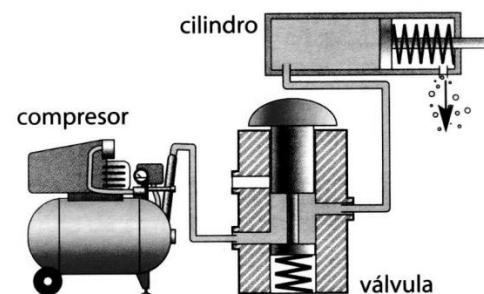
- El funcionamiento de los sistemas neumáticos es ruidoso, ya que el aire comprimido se expulsa al exterior una vez ha sido utilizado.
- Es una tecnología más costosa que la tecnología eléctrica, pero el coste se compensa por su facilidad de implantación y buen rendimiento.

## Círculo Neumático.

En electricidad es necesario utilizar un circuito eléctrico para usar la energía de la corriente eléctrica. En neumática es necesario emplear circuitos neumáticos para aprovechar la energía del aire comprimido.



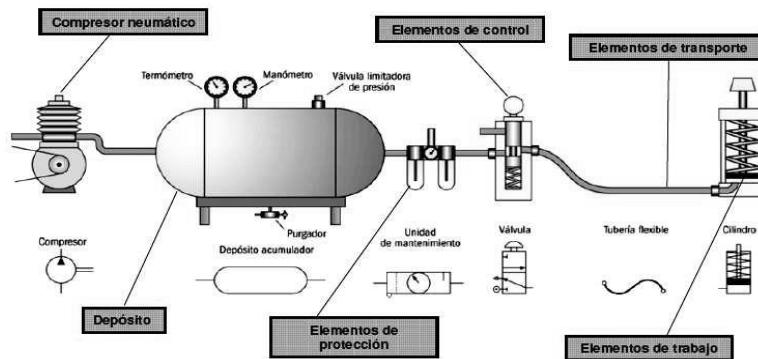
Círculo Eléctrico



Círculo Neumático

Todo circuito neumático está compuesto por una serie de elementos básicos:

- **Compresor**, dispositivo que comprime el aire de la atmósfera hasta que alcanza la presión de funcionamiento de la instalación.
- **Acumulador**, tanque o depósito donde se almacena el aire para su posterior utilización.
- **Dispositivos de mantenimiento**, se encargan de acondicionar al aire comprimido, protegiendo el circuito para que la instalación neumática pueda funcionar sin averías durante mucho tiempo.
- **Tuberías y conductos**, a través de los que se canaliza el aire para que llegue a los distintos elementos del circuito.
- **Elementos de mando y control**, válvulas que se encargan de controlar el funcionamiento del circuito neumático, permitiendo, interrumpiendo o desviando el paso del aire comprimido según las condiciones de funcionamiento del circuito.
- **Actuadores**, como cilindros y motores neumáticos, son los encargados de utilizar el aire comprimido, transformando la presión del aire en trabajo útil.

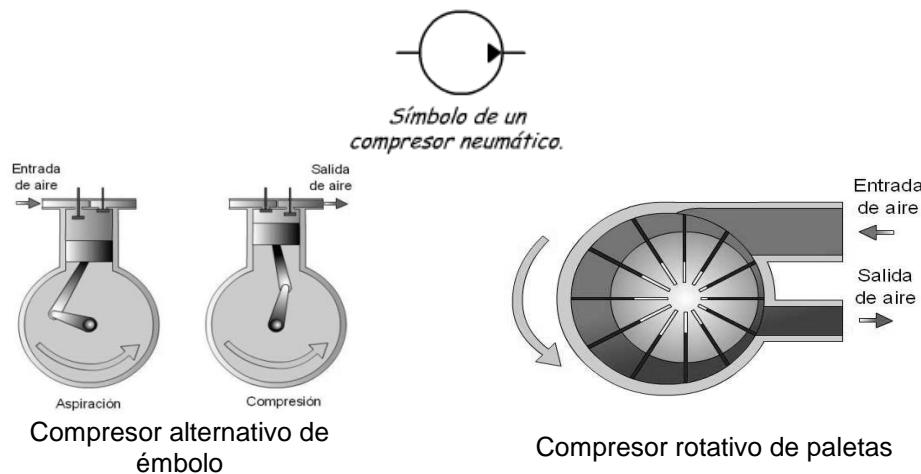


## Producción y Distribución del aire comprimido.

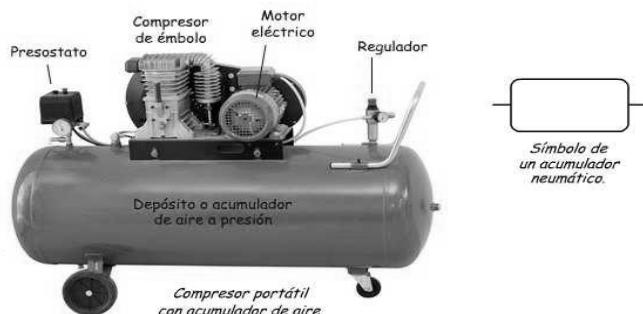
En la producción y distribución del aire comprimido intervienen el compresor, el depósito, la unidad de mantenimiento, y las canalizaciones.

**COMPRESOR NEUMÁTICO. ES EL DISPOSITIVO ENCARGADO DE GENERAR EL AIRE COMPRIMIDO. LOS COMPRESORES SON MOTORES ELÉCTRICOS O DE COMBUSTIÓN QUE ASPIRAN EL AIRE DE LA ATMÓSFERA Y LO COMPRIMEN HASTA ALCANZAR LA PRESIÓN DE FUNCIONAMIENTO REQUERIDA POR LA INSTALACIÓN.**

Según el tipo de movimiento del motor, los compresores neumáticos se dividen en dos categorías: alternativos o rotativos.



**DEPÓSITO O ACUMULADOR.** LA MAYORÍA DE LOS COMPRESORES INCLUYEN UN DEPÓSITO O TANQUE QUE ACTÚA COMO ACUMULADOR. EL AIRE COMPRIMIDO GENERADO POR EL COMPRESOR SE ALMACENA EN EL DEPÓSITO, PARA EVITAR QUE EL COMPRESOR TENGA QUE ESTAR SIEMPRE TRABAJANDO. EL COMPRESOR SÓLO SE VUELVE A PONER EN MARCHA CUANDO LA PRESIÓN EN EL DEPÓSITO SEA BAJA (AHORRANDO ASÍ LA GASOLINA O ELECTRICIDAD NECESARIAS PARA MOVER EL MOTOR DEL COMPRESOR).

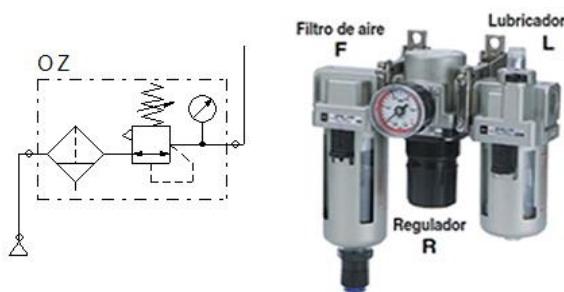


Los depósitos cuentan con varios dispositivos asociados:

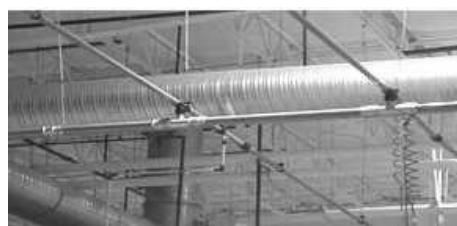
- **Presostato**, se trata de un sensor de presión que conecta o desconecta el motor del compresor. Si la presión del depósito desciende, el presostato activa el compresor para mantener la presión en el depósito.
- **Válvula de seguridad**: En caso de avería del compresor, se podría inyectar aire comprimido al depósito de forma continuada, provocando un peligroso aumento de la presión en el depósito. Para evitar esta situación, el depósito añade una válvula que deja escapar aire al exterior en caso de que la presión sea muy alta.
- **Regulador**: es una válvula ajustable que permite controlar la presión que se envía al circuito, dejando salir más o menos aire. Cuenta con un manómetro para conocer la presión entregada.

**UNIDAD DE MANTENIMIENTO.** ANTES SER INYECTADO EN EL CIRCUITO, EL AIRE ES ACONDICIONADO POR LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO PARA PROTEGER LAS VÁLVULAS Y ACTUADORES HACIA LOS QUE EL AIRE SE DIRIGE. ESTA PREPARACIÓN DEL AIRE LA EJECUTAN LOS 3 ELEMENTOS DE LOS QUE CONSTA LA UNIDAD:

- **Filtro:** elimina la humedad y partículas de polvo contenidas en el aire. Incluye una llave de purga para desalojar los líquidos condensados.
- **Regulador de presión (con manómetro):** mantiene la presión constante, para evitar fluctuaciones que pongan en riesgo el funcionamiento de la instalación.
- **Lubricador:** inyecta aceite lubricante en el aire comprimido para evitar oxidaciones y corrosión en los elementos neumáticos, y para engrasar las partes móviles del circuito.



**RED DE DISTRIBUCIÓN DEL AIRE.** ES EL CONJUNTO DE CONDUCTOS QUE DISTRIBUYEN EL AIRE COMPRIMIDO A TODA LA INSTALACIÓN. LAS CONDUCCIONES PRINCIPALES SUELEN SER TUBERÍAS METÁLICAS, MIENTRAS QUE PARA LAS DERIVACIONES FINALES HACIA LOS ACTUADORES SE USAN TUBOS PLÁSTICOS DE POLIETILENO O MANGUERAS DE GOMA.



Tuberías metálicas

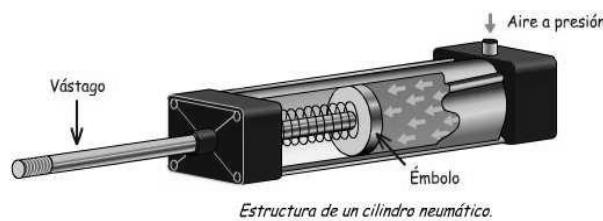


Tubo de polietileno

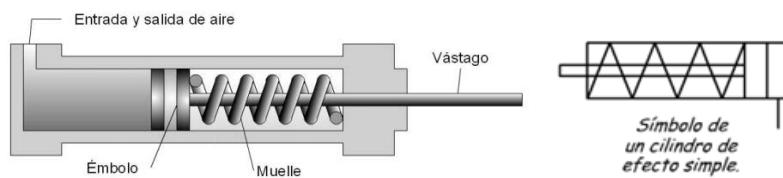
### Actuadores Neumáticos.

Los actuadores neumáticos son los elementos del circuito neumático que utilizan la energía del aire comprimido para desarrollar algún trabajo útil (fuerzas o desplazamientos). Los actuadores neumáticos más comunes son los cilindros neumáticos.

**CILINDROS NEUMÁTICOS.** TRANSFORMAN LA ENERGÍA POTENCIAL DEL AIRE COMPRIMIDO (PRESIÓN) EN ENERGÍA MECÁNICA LINEAL (MOVIMIENTOS DE AVANCE Y RETROCESO). SON ACTUADORES COMPUESTOS POR UN TUBO CILÍNDRICO HUECO. LA PRESIÓN DEL AIRE COMPRIMIDO INTRODUCIDO EN EL INTERIOR DEL CILINDRO DESPLAZA UN ÉMBOLO MÓVIL, QUE ESTÁ CONECTADO A UN EJE (VÁSTAGO).



**CILINDROS DE SIMPLE EFECTO.** PRESENTAN UNA ÚNICA ENTRADA DE AIRE COMPRIMIDO. CUANDO EL AIRE COMPRIMIDO ENTRA EN LA CÁMARA DEL CILINDRO EMPUJA AL ÉMBOLO, HACIENDO QUE EL VÁSTAGO SE DESPLACE REALIZANDO UNA FUERZA DE EMPUJE. GRACIAS A LA ACCIÓN DE UN MUELLE, EL RETORNO DEL ÉMBOLO ES INMEDIATO CUANDO SE DEJA DE INYECTAR AIRE EN EL CILINDRO.

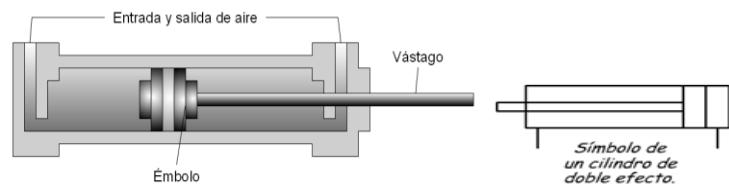


- Desventajas: Sólo producen trabajo (fuerza de empuje) en el movimiento de avance, ya que el retorno viene dado por la elasticidad del muelle.
- Ventajas: Menor consumo de aire comprimido (únicamente en el avance del émbolo).



*Cilindro de simple efecto con retorno por muelle.*

**CILINDROS DE DOBLE EFECTO.** ESTOS CILINDROS PRESENTAN DOS ENTRADAS DE AIRE COMPRIMIDO, QUE HACEN QUE EL ÉMBOLO PUEDA SER EMPUJADO POR EL AIRE EN LOS DOS SENTIDOS (AVANCE Y RETROCESO).



- Ventajas: Al tener dos tomas de aire puede realizar trabajo útil en ambos sentidos.
- Desventajas: Doble consumo de aire comprimido (en el avance y en el retroceso).



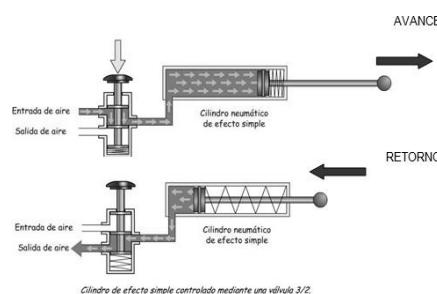
*Cilindro de doble efecto.*

## Control del Aire Comprimido.

Hasta ahora se ha visto cómo generar el aire comprimido con un compresor, y cómo utilizarlo para producir trabajo mediante cilindros.

Sin embargo, también se necesita saber cómo controlar el funcionamiento de un circuito neumático (abrir o cerrar el circuito, dirigir el aire por diferentes conductos, ajustar presiones, etc.). De ello se encargan unos elementos neumáticos adicionales: las válvulas. Las válvulas son dispositivos que controlan el paso del aire comprimido.

**Válvulas Distribuidoras.** Permiten activar o parar un circuito neumático. Su función es dirigir adecuadamente el aire comprimido para que tenga lugar el avance y el retroceso de los cilindros. Por tanto, las válvulas se pueden ver como los interruptores o conmutadores de los circuitos neumáticos. Controlando el flujo del aire mediante el accionamiento de una válvula se puede controlar la activación del cilindro.

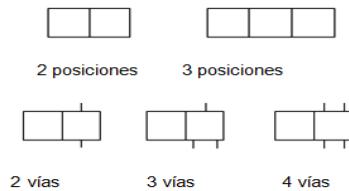


## PARÁMETROS DE UNA VÁLVULA.

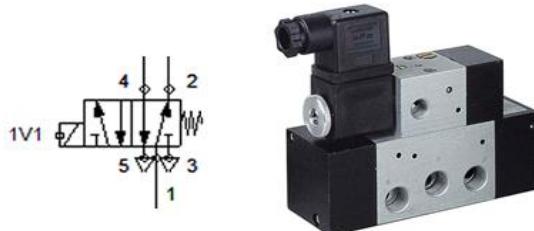
- **Vías y posiciones:** Las válvulas se nombran por el número de vías (orificios de entrada y salida) y por el número de posiciones (estados que puede adoptar, o movimientos que puede realizar). Ejemplo: válvula 3/2 válvula con 3 vías y 2 posiciones.
- **Accionamiento de la válvula:** Un parámetro importante es cómo se accionan: la activación puede ser manual (por pulsador, por pedal, etc.), mecánica (por leva, por final de carrera, etc.), neumática (mediante aire comprimido), o eléctrica (mediante una señal eléctrica que activa un electroimán o un relé).
- **Retorno de la válvula:** Otra característica fundamental es la forma cómo una válvula vuelve a su posición inicial tras la activación. El retorno suele ser por muelle, pero también hay retornos neumático, eléctricos, etc.

Para representar de forma sencilla una válvula se utilizan símbolos. Los símbolos muestran el funcionamiento de la válvula, pero no sus detalles constructivos internos. Para entender el símbolo de una válvula, hay que seguir estas indicaciones:

Cada posición de la válvula se representa con un cuadrado. Las vías de la válvula se representan por pequeñas líneas en la parte exterior de uno de los cuadrados.



Dentro de cada cuadrado se representan las conexiones internas entre las distintas vías o tuberías de la válvula, y el sentido de circulación del fluido se representa por flechas.



## **TAREA 2: RECONOCER LAS CARACTERÍSTICAS E INSTALAR UN PLC.**

El controlador lógico programable PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso, la constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc. La aplicación del PLC abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Se puede pensar en un PLC como un pequeño computador industrial que ha sido altamente especializado para prestar la máxima confianza y máximo rendimiento en un ambiente industrial. En su esencia, un PLC mira sensores digitales y analógicos y switches (entradas), lee su programa de control, hace cálculos matemáticos y como resultado controla diferentes tipos de hardware (salidas) tales como válvulas, luces, relés, servomotores, etc.

### **EQUIPOS Y MATERIALES:**

- Computador Pentium 4 o superior.
- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Programa de Automatización Industrial RSLogix500.

### **ORDEN DE EJECUCIÓN:**

- Instalación de los programas de Automatización en la computadora.
- Implementación de las tareas y comprobación del correcto funcionamiento de las actividades.

### **2.1. DEFINIR LA ESTRUCTURA INTERNA Y LA ARQUITECTURA DE UN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).**

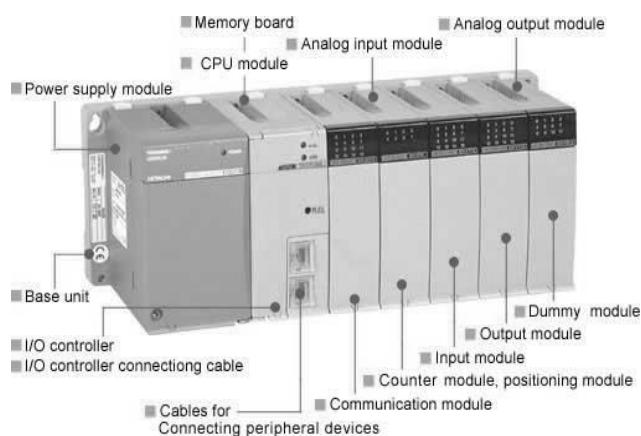
En esta actividad se va a tener un primer acercamiento a los controladores lógicos programables, se determinarán primero sus características, entre ellas: velocidad del procesador, puertos de entrada, puestos de salida, tipo de salida, fuente de alimentación, capacidad de memoria, etc.

### Controlador Lógico Programable (PLC).

Los PLC's continúan evolucionando a medida que las nuevas tecnologías se añaden a sus capacidades. El PLC se inició como un reemplazo para los bancos de relevos. Poco a poco, las matemáticas y la manipulación de funciones lógicas se añadieron. Hoy en día son los cerebros de la inmensa mayoría de la automatización, procesos y máquinas especiales en la industria. Los PLC's incorporan ahora más pequeños tamaños, más velocidad de las CPU y redes y tecnologías de comunicación diferentes.

Se puede pensar en un PLC como un pequeño computador industrial que ha sido altamente especializado para prestar la máxima confianza y máximo rendimiento en un ambiente industrial. En su esencia, un PLC mira sensores digitales y analógicos y switches (entradas), lee su programa de control, hace cálculos matemáticos y como resultado controla diferentes tipos de hardware (salidas) tales como válvulas, luces, relés, servomotores, etc. en un marco de tiempo de milisegundos.

Mientras los PLC's son muy buenos con el control rápido de información, no comparten los datos y las señales con facilidad. Comúnmente los PLC's intercambian información con paquetes de software en el nivel de planta como interfaces maquina operador (HMI) o Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA). Todo intercambio de datos con el nivel de negocios de la empresa (servicios de información, programación, sistemas de contabilidad y análisis) tiene que ser recogido, convertido y transmitido a través de un paquete SCADA. Típicamente en la mayoría de PLC's, las redes de comunicación son exclusivas de la marca y con velocidad limitada. Con la aceptación de Ethernet, las velocidades de comunicación de la red han aumentado, pero todavía a veces usan se usan protocolos de propiedad de cada marca.



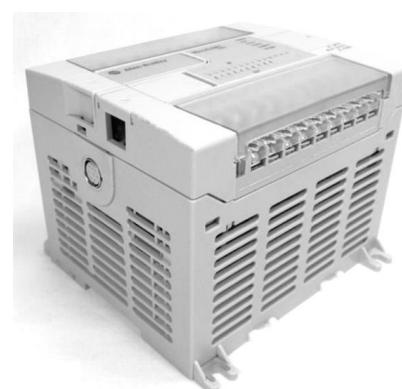
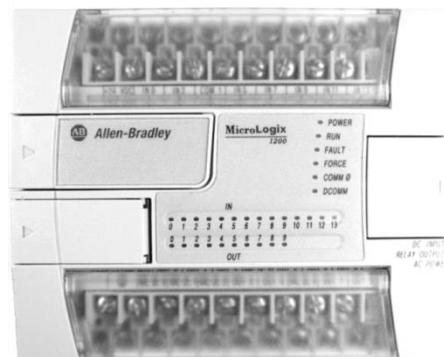
En general, los PLC son cada vez más rápidos y más pequeños y como resultado de esto, están ganando capacidades que solían ser dominio exclusivo de la computadora personal (PC) y de las estaciones de trabajo. Esto se traduce en manejo datos críticos de manera rápida que se comparte entre el PLC en el piso de la fábrica y el nivel de negocios de la empresa. Ya no se trata de los PLC's antiguos que únicamente controlaban salidas a partir de una lógica y de unas entradas.

Algunas de las características que un PLC puede aportar a sus proyectos de automatización son los servidores web, servidores FTP, envío de e-mail y Bases de Datos Relacionales Internas.

### Proceso de Ejecución.

Para determinar las características de un controlador lógico programable, en esta actividad usaremos el PLC Micrologix 1200 de la compañía Allen Bradley, procesadores compactos y de muchas aplicaciones en la industria ya que pueden expandir sus capacidades agregando módulos de expansión, se mencionarán los pasos para determinar sus características a continuación:

1. Un PLC en su parte frontal tiene un panel de control en el que se puede apreciar terminales de conexión, esta serán para conectar la alimentación que puede ser de 24VDC o mediante la red eléctrica es decir 220VDC, los terminales para las entrada y salidas y unos Led indicadores que nos permitirán ver el estado de descarga, fallo, power y otras características relacionadas al funcionamiento del PLC.
2. En una de las partes laterales del controlador podemos apreciar un puerto de conexión de tipo PS2 (conector de 8pin mini Din) este puerto servirá para servir para conectar el PLC a la PC mediante el cable 1762-CBL-PM02 mediante el cual se descargaran los programas en un software de programación industrial denominado RSLogix500, el cable que conectaremos al PLC tendrá en el otro extremo un conector DB9, es decir la descarga de programas se realiza por comunicación serie. Algunos modelos como el Micrologix 1100 incorporan un puerto de red para el monitoreo del estado del PLC remotamente.



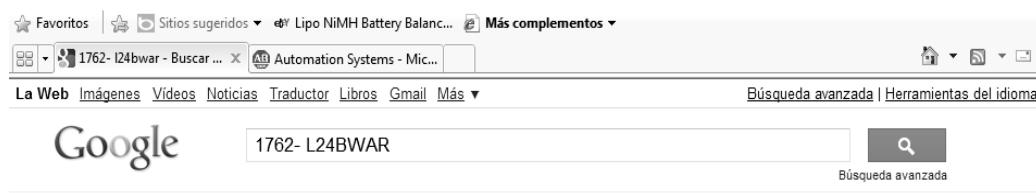
3. En otra parte lateral del controlador podemos encontrar una etiqueta en la que se detalla el tipo de controlador y su modelo.



4. En la etiqueta se puede observar que el modelo de controlador es Micrologix 1200 y su tipo 1762- L24BWAR.



5. Si no se cuenta con el manual del equipo, se puede buscar sus características en el internet, para ello se escribirá en el navegador 1762- L24BWAR y se descarga la hoja técnica del equipo.



[PDF] [1762 MicroLogix™ 1200 Programmable Controllers Installation ...](#)

[samplecode.rockwellautomation.com/.../1762-in...](http://samplecode.rockwellautomation.com/.../1762-in...) - Traducir esta página

Formato de archivo: PDF/Adobe Acrobat - Vista rápida

(Cat. No. 1762-L24AWA, **1762-L24BWA**, 1762-L24BXB, 1762-L40AWA, 1762-L40BWA ...

6. Otra opción es ingresar directamente a la página web del fabricante, en el ejemplo anterior será <http://www.ab.com/en/epub/catalogs>, se selecciona el enlace para controladores programables.



7. En la hoja técnica del equipo se pueden apreciar sus especificaciones, entre ellas el tamaño de memoria y el rendimiento.

## Controladores MicroLogix 1200

### Especificaciones del controlador

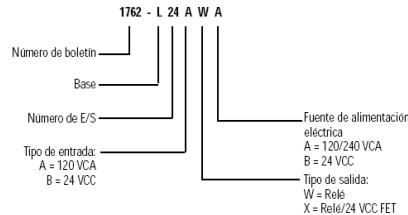
Las siguientes tablas resumen las especificaciones de los controladores MicroLogix 1200.

Tabla 1 Especificaciones generales del controlador

Especificación	Todos los controladores 1762
Tamaño y tipo de memoria	6 K memoria flash: 4 K programa de usuario, 2 K datos de usuario
Elementos de datos	configurable, estructura de archivos definida por el usuario, tamaño max. de datos 2 K
Rendimiento efectivo	2 ms (para un programa de usuario típico de 1 K palabra) <sup>(1)</sup>

(1) Un programa de usuario típico contiene instrucciones de bit, temporizador, contador, matemáticas y de archivo.

Figura 2. Detalle del número de catálogo



Analizando el detalle según el número de catálogo para el 1762- L24BWA, el controlador tiene:

- 24 líneas de entrada-salida.
- La activación de las líneas de entrada es a 24VDC.
- La activación de las líneas de salidas es mediante Relé.
- No necesita fuente de alimentación externa de 24VDC, se puede energizar a través de la red eléctrica de 110-240VAC.

Otra de las características importantes son los módulos disponibles para la expansión de las funciones de nuestro controlador.

Tabla 11 Módulos de E/S de expansión 1762

Número de catálogo	Descripciones
1762-IA8	Entrada de 120 VCA de 8 puntos
1762-IQ8	Entrada de 24 VCC drenador/surtidor de 8 puntos
1762-IQ16	Entrada de 24 VCC drenador/surtidor de 16 puntos
1762-OA8	Salida triac de CA de 8 puntos
1762-OB8	Salida de 24 VCC surtidor de 8 puntos
1762-OB16	Salida de 24 VCC surtidor de 16 puntos
1762-OW8	Salida de relé de CA/CC de 8 puntos
1762-OW16	Salida de relé de CA/CC de 16 puntos
1762-IF4	Entrada analógica de voltaje/corriente de 4 canales
1762-IF2OF2	Entrada analógica de voltaje/corriente de 2 canales Salida analógica de voltaje/corriente de 2 canales

También este equipo tiene la posibilidad de conectarse a una PC de manera remota y tiene la capacidad de hacer llamadas telefónicas.

## Ventajas de las comunicaciones del MicroLogix 1200

- Puerto RS-232 mejorado (incluye alimentación de 24 VCC para dispositivos de interface de red)
- 300; 600; 1200; 4800; 9600; 19,200 y 38,400 baudios
- Señales de handshake de hardware RTS/CTS
- Conexión a las redes DH-485, DeviceNet y Ethernet a través de los módulos de interface 1761-NET-AIC, 1761-NET-DNI y 1761-NET-ENI
- Conexión a módems para comunicaciones remotas
- Los mensajes ASCII proporcionan capacidad para hacer llamadas telefónicas

8. Se proporciona la imagen de otro controlador del mismo modelo, pero de distintas especificaciones, indicar cuáles son sus especificaciones técnicas.

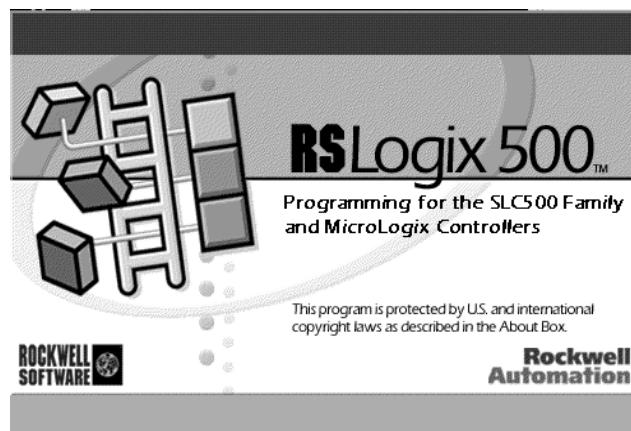
Especificaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 2.2. CONFIGURAR E INSTALAR UN PLC.

En esta actividad el participante se encargará de instalar el software de programación industrial RSLogix500, identificará los componentes de la interfaz de programación del software RSLogix 500, identificará cuáles son los componentes necesarios para realizar una buena configuración del programa RSLogix500 y realizará la configuración la plataforma de programación RSview500, realizará un programa básico en lenguaje Ladder.

**RSLogix500.** Esta familia de productos ha sido desarrollado para operar en sistemas operativos Microsoft ® Windows. Diseñado para los controladores lógicos programables de la empresa Allen-Bradley SLC ™ 500 y MicroLogix ™ familias de procesadores, RSLogix500 fue el software de programación para PLC en ofrecer productividad invencible con una industria a través de esta interfaz de usuario, requisitos de compatibilidad del sistema:

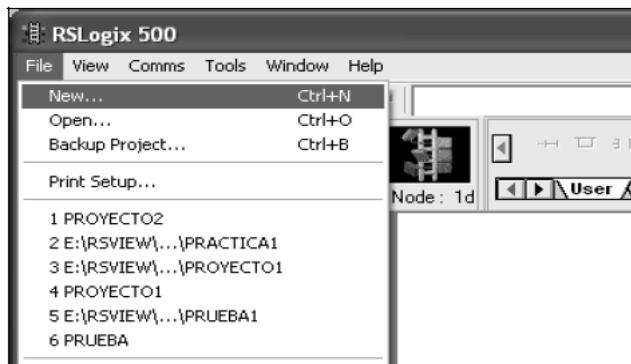


- IBM ®-compatible PC con procesador Pentium ®.
- Microsoft ® Windows 98, Windows NT ® (versión 4 w / Service Pack 4 o superior), Windows 2000 o Windows XP.
- 32 MB de RAM (se recomiendan 64 MB).
- 50 MB de espacio libre en disco duro (o más según los requisitos de la aplicación).
- De 16 colores VGA GraphicsAdapter, 640 x 480 o mayor resolución (256-color de 800 x 600 óptimo).
- Productos requieren el uso de RSLinxClassic Lite. RSLinx Lite se incluye con el software RSLogix 500.

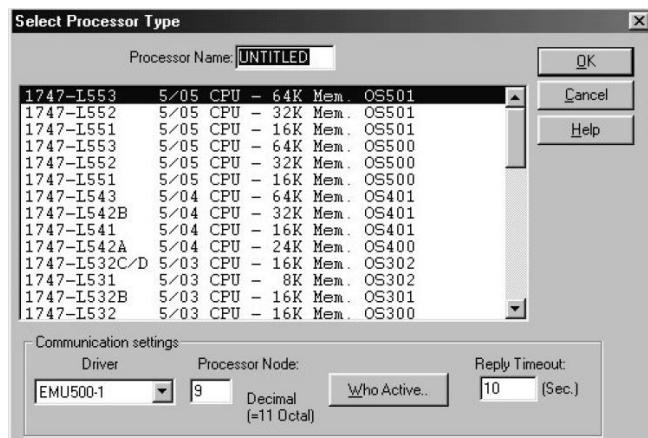
Los programas que se desarrollan en RSLogix500 son compatibles con los programas creados con paquetes de Rockwell Software basado en DOS para el SLC 500 y MicroLogix de procesadores, por lo que el programa mantienen compatibilidad, se debe mencionar que este manual sólo se basará en el RSLogix500 para plataforma Windows.

### 2.3. CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO DEFINIENDO EL CONTROLADOR.

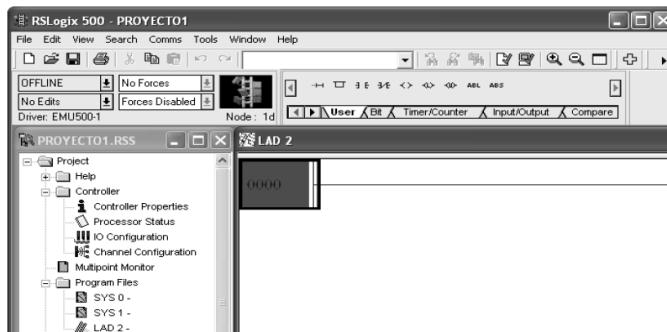
Se va a crear un proyecto nuevo en RSLogix 500, para ello se seleccionará la opción menú File\New como se muestra en la figura, luego se va a elegir el procesador del PLC, para este caso se escogerá Micrologix 1200, al momento de crearse el proyecto genera el nombre de **UNTILED**, aquí se puede poner el nombre que corresponde al procesador o dejarlo como está.



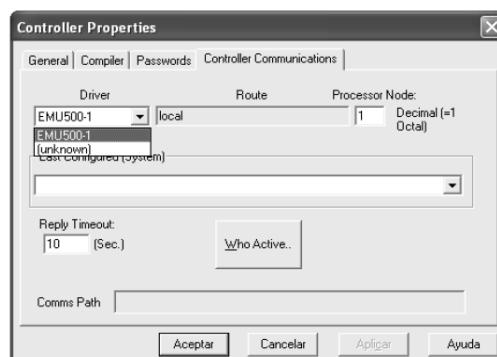
Posteriormente se procede a seleccionar el procesador adecuado y se presiona “OK”.



A continuación aparece la interfaz principal del RSLogix 500, dicha ventana tiene el nombre de **UNTITLED**, en la barra de título, la cual corresponde a la estructura del proyecto, en este caso ya ha sido guardado y parece con el nombre de **PROYECTO1**; la ventana LAD 2, corresponde a un programa el cual sólo tiene una rama (0000) con una única instrucción al final de ella (END), lo cual indica que no se ha programado nada aún y se está apto para programar.



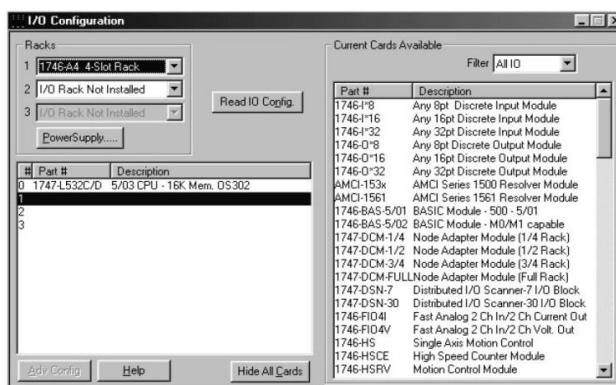
Luego se ingresa a la opción del menú “**Controlle Comunications**” y se selecciona el driver configurado en el paso anterior, en el caso se está trabajando con el emulador y aparecerá el driver EMU500-1 (si no se estará trabajando con el emulador, se debe seleccionar el driver de acuerdo al PLC con el que se está trabajando).



Si estamos conectados al PLC podemos utilizar el botón **Who Active**, para determinar el nodo en el que se encuentra el PLC que deseamos configurar.

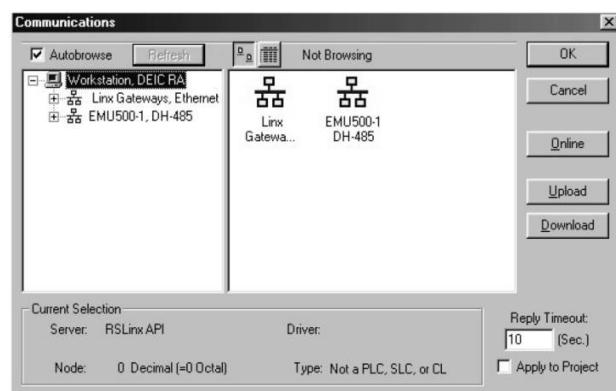
## 2.4. CONFIGURACIÓN DE LOS MÓDULOS I/O.

Nos colocamos nuevamente en el Árbol del proyecto y seleccionamos haciendo doble clic en “IO Configuration”, aquí se configuraran los módulos que se encuentran conectados en los racks del PLC. Dependiendo del PLC, y de las tarjetas que este tenga procedemos a configurar los módulos de entrada y salida, la manera de hacerlo es colocándonos en el registro correspondiente y luego seleccionamos de la lista el módulo correspondiente. Es importante notar que en el primer Slot es decir el Slot 0, está ocupado siempre por el CPU por lo que no se debe de configurar.



## 2.5. CONFIGURACIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL SISTEMA.

Ahora vamos a realizar las configuración del sistema, este es un aspecto muy importante debido a que configuración que establezca en este paso se mantendrá con el proyecto y será aplicado cuando intente descargar cualquier programa, para realizar la configuración seleccionar en la barra de menú la opción “**Comms**” y en el menú que se despliega seleccionar “**SystemComms**”.



Desde esta ventana seleccionar el PLC con el cual desea trabajar en el proyecto buscando el driver respectivo, mediante esta ventana se puede ir a línea con un PLC

que se encuentre conectado a la computadora haciendo clic en la opción **Online**, de igual manera se puede realizar la descarga de programas presionando **Download** y obteniendo el programa residente en un PLC mediante **Upload**.

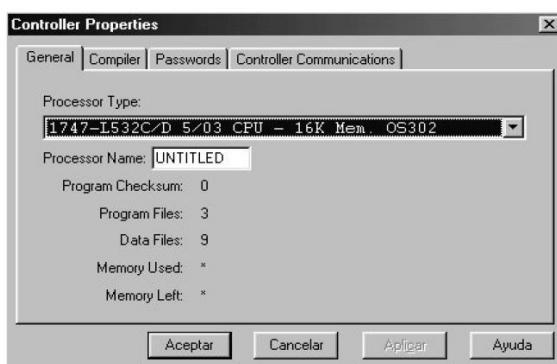
En todas las opciones mencionadas anteriormente es necesario validar la casilla **AppytoProyect** este proceso solo es necesario realizarlo una vez debido a que después se puede recurrir a las funciones directas de Download, Upload y Go Online presentes en la ventana principal del Rslogix 500.



### 2.6. CONFIGURACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONTROLADOR.

En el desarrollo de los proyectos de automatización es frecuente tener que realizar actualizaciones a los procesadores de los PLC's o cambios en la configuración de las comunicaciones, por ejemplo: después de validado un programa a través del software de emulación de PLC (RSlogix Emulate) se procede a realizar el Download de dicho programa al PLC real presente en el proceso.

Para realizar estos procesos e incluso para asignarle Passwords a los programas en Ladder, procedemos a abrir la carpeta **controller** en la ventana del "árbol del proyecto" y seleccionamos la opción **controller properties**, veremos la siguiente ventana.

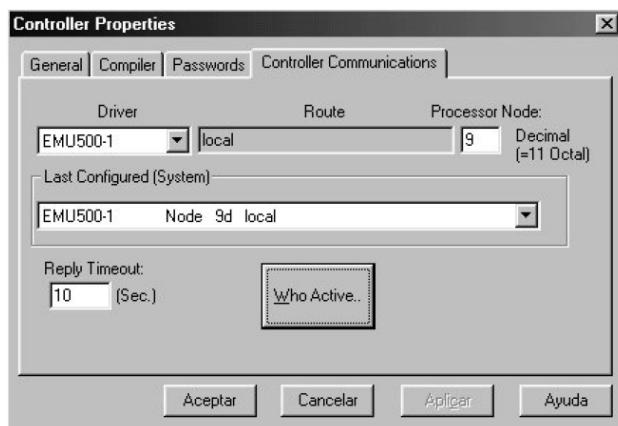


Se puede observar que la ventana tiene cuatro pestañas para diferentes configuraciones, estas son: **General**, **Compiler**, **Passwords** y **Controller Communications**.

En la opción **General** se puede realizar el cambio de procesador en el momento que se requiera, aunque es importante anotar que dicha modificación puede generar errores en el programa sobre todo si se realiza un cambio a un procesador con

inferiores características, además se puede colocar un nombre al procesador del PLC.

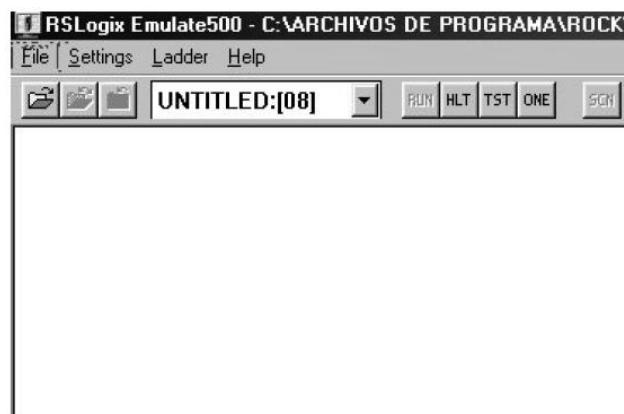
La opción de **Passwords** es inmediata y muy familiar debido a que se solicita el nuevo password y la verificación del mismo, la opción de **Controller Communications** es muy importante debido a que a través de ella se puede cambiar el PLC de destino para la descarga de un programa o cambiar el driver de comunicaciones al proyecto. Esta ventana es familiar debido a que es la misma en la que se ha trabajado la lectura de la configuración en línea de los módulos de I/O del PLC.



Es importante aclarar que para realizar la validación de los cambios realizados es indispensable dar clic en la opción **Aplicar**, ubicada en la parte inferior de la ventana.

### RSLogixEmulate 500.

El software de emulación RslogixEmulate 500 fue creado para mejorar los procesos de validación de los programas de usuario en el desarrollo de los proyectos de automatización industrial basados en los PLC's de Allen Bradley tipo SLC500 y Micrologix, trabajando en un entorno bajo el sistema operativo Microsoft® Windows.



Para emular un PLC es necesario tener un archivo .ACH del programa que va a ser descargado, por tanto en el Rslogix 500 se debe guardar con la extensión .ACH., este es el programa que debe ser abierto en el RslogixEmulate en la opción de la ventana principal del software, Asignaremos posteriormente un número de nodo en la opción **Station #**, este número puede ser de 1 a 31 y no debe estar repetido en la lista de PLC's abiertos en el Emulate.

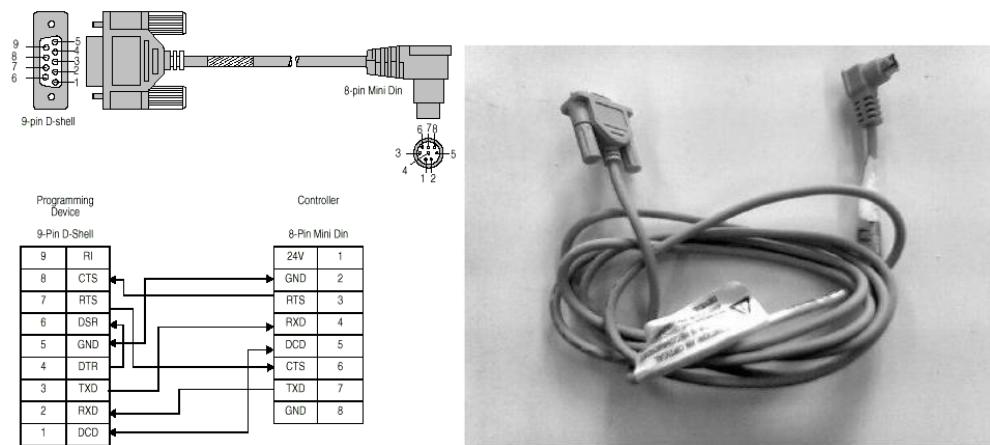
Posteriormente, se debe dar clic en la opción **RUN** presente en la ventana principal del RslogixEmulate para colocar este "PLC" en modo de ejecución y pueda ser visto en el RSlinx y habilitado para ser escogido como PLC de destino en el proceso de descarga.

Si se desea eliminar un PLC del emulador se selecciona de la lista y seleccionaremos la opción de **Halt** (parar), observaremos luego que se habilitan las opciones **Re-Load** y **Close** en la parte izquierda de la ventana del Emulate.

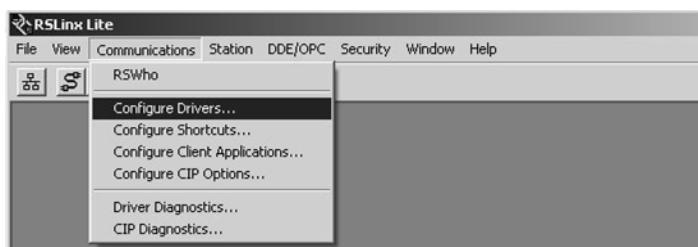
## 2.7. CONFIGURA LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE DATOS EN UN PLC.

En esta actividad mostraremos como configurar el software RSLogix 500 para comunicar con el PLC Micrologix 1000 por comunicación RS232.

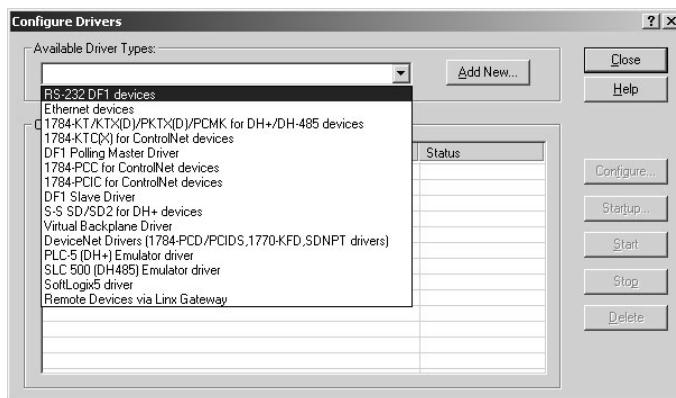
1. Para conectar el PC al PLC hay que utilizar el cable 1761-CBL-PM02.



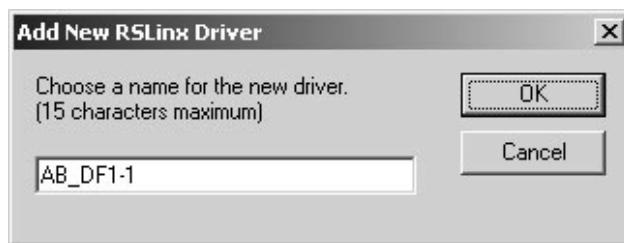
2. Para configurar las comunicaciones se debe abrir el RSLinks ya que es el programa que gestiona las comunicaciones.



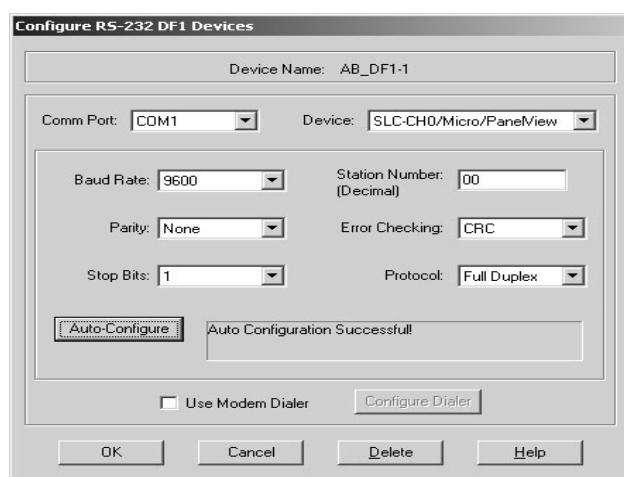
3. Dentro de **Configure Drivers...** seleccionar de la lista desplegable la opción **RS-232 DF1.**



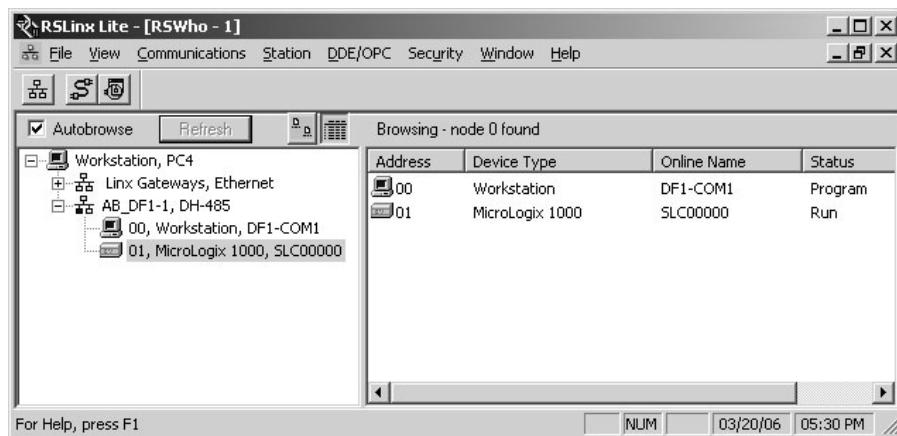
4. Una vez seleccionado el Driver presionar **Add New**, aparecerá una ventana en la que se seleccionará el nombre. Al pulsar **OK** se entra en la ventana de configuración del nuevo Driver.



5. Seleccionar el **Comm Port** correcto del PC, Device: **SLC-CH0/Micro/PanelView**Station Number: **0**. Teniendo el PLC conectado al PC pulsar **Auto-Configure**. Tras varios mensajes, cuando la configuración sea completa, aparecerá el siguiente mensaje **Auto Configuration Successful!**



- Luego veremos en el explorador del programa RSLogix el controlador con el cual hemos establecido en enlace.



## FUNDAMENTO TEÓRICO.

### PLC.

En el siguiente apartado el participante conocerá el Programable Logic Controller (PLC), que es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los componentes de entrada y salida, y el programa lógico interno, actuando sobre los equipos finales de control.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

### HISTORIA DE LOS PLC.

En 1969 la División Hydramatic de la General Motors instaló el primer PLC para reemplazar los sistemas inflexibles cableados usados entonces en sus líneas de producción. Ya en 1971, los PLC's se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits,

comparados con los 4 de los 70s, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los 90's, parecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLC's de diferentes marcas y PC's, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real".

- Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades: Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Entre las aplicaciones generales de los PLC tenemos:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos.

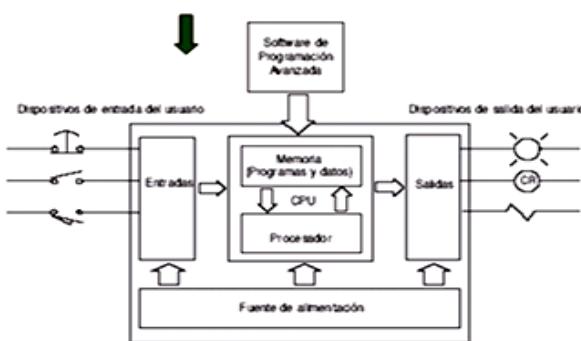
Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.

- Costo. El punto de equilibrio a partir del cual su precio es comparable, o incluso inferior a los tradicionales de lógica cableada disminuye constantemente. Adaptación al Medio.
- Inmunidad al ruido eléctrico
- Rigidez dieléctrica.
- Temperatura.
- Humedad.
- Vibraciones.
- Shock (golpes).
- Radiofrecuencia.
- Antiexplosivo.

### CONCEPTOS BÁSICOS DEL PLC.

Un PLC o Autómata Programable posee las herramientas necesarias, tanto de software como de hardware, para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y tomar decisiones de acuerdo a un programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar.



De acuerdo con la definición de la "NEMA" (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 5 VDC, 4 20 mA, etc.),varios tipos de máquinas o procesos.



Las entradas pueden recibir señales de tipo digital, por ejemplo: interruptores, o de tipo analógico, como son los sensores de temperatura. Estas señales son transformadas internamente en señales compatibles con los microprocesadores y demás circuitos integrados de procesamiento interno.

Su funcionamiento depende de un programa que se le ha introducido previamente, con el cual se ejecuta cierta secuencia en forma completamente automática.

### ESTRUCTURA EXTERNA DEL PLC.

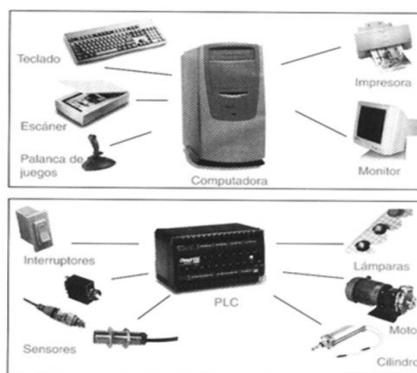
Todos los autómatas programables (PLC), poseen una de las siguientes estructuras:

**Compacta o integrada:** En un solo bloque están todos los elementos.

**Modular:**

- Estructura americana: separa las E/S del resto del autómata.
- Estructura europea: cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).

Exteriormente nos encontraremos con cajas que contienen una de estas estructuras, las cuales poseen indicadores y conectores en función del modelo y fabricante. Para el caso de una estructura modular se dispone de la posibilidad de fijar los distintos módulos en railes normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente.



Los micro-autómatas suelen venir sin caja, en formato kit, ya que su empleo no es determinado y se suele incluir dentro de un conjunto más grande de control o dentro de la misma maquinaria que se debe controlar.

### CLASIFICACIÓN DE LOS PLC.

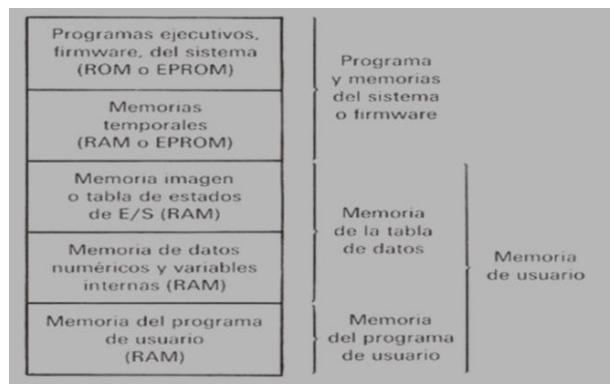
Debido a la gran variedad de tipos distintos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en el número de Entradas y Salida (I/O), en su tamaño de memoria, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

- **PLC tipo Nano:** Generalmente PLC de tipo compacto ( Fuente, CPU e I/O integradas ) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.
- **PLC tipo Compactos:** Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O), su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales.
- **PLC tipo Modular:** Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:
  - ✓ Rack.
  - ✓ Fuente de Alimentación.
  - ✓ CPU.
  - ✓ Módulos de I/O.
  - ✓ Comunicaciones.
  - ✓ Contaje rápido. Funciones especiales.

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O.

### COMPONENTES DE UN PLC.

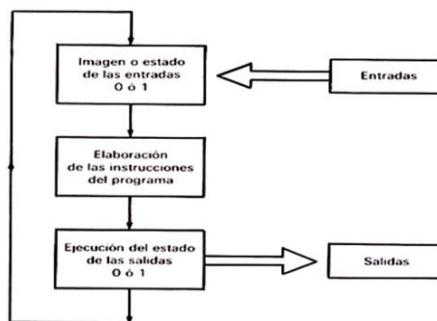
- **CPU o Unidad de Proceso Lógico**, que en caso del PLC reside en un circuito integrado denominado Microprocesador o Microcontrolador, es el director de las operaciones del mismo. Por extensión, todo el **"cerebro"** del PLC se denomina CPU. El CPU se especifica mediante el tiempo que requiere en procesar 1 K de instrucciones, y por el número de operaciones diferentes que puede procesar. Normalmente el primer valor va desde menos de un milisegundo a unas decenas de milisegundos, y el segundo de 40 a más de 200 operaciones diferentes.



- **MEMORIA.** Es el lugar de residencia tanto del programa como de los datos que se van obteniendo durante la ejecución del programa. Existe dos tipos de memoria

según su ubicación: la residente, que está junto o en el CPU y, la memoria exterior, que puede ser retirada por el usuario para su modificación o copia. De este último tipo existen borrables (RAM, EEPROM) y, no borrables (EPROM), según la aplicación.

Las memorias empleadas en los programas van de 1 K a unos 128 K.



- **PROCESADOR DE COMUNICACIONES.** Las comunicaciones del CPU son llevadas a cabo por un circuito especializado con protocolos de los tipos RS-232C, TTY o HPIB (IEEE-485) según el fabricante y la sofisticación del PLC.
- **UNIDADES DE E/S.** Son los dispositivos básicos por dónde se toma la información de los captadores, en el caso de las entradas, y por donde se realiza la activación de los actuadores, en las salidas.

Sus funciones principales son adaptar las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del PLC; realizar una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de los de potencia, generalmente a través de optoacopladores, y proporcionar el medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.

Generalmente vamos a disponer de dos tipos de E/S: analógicas y digitales.

Entradas:

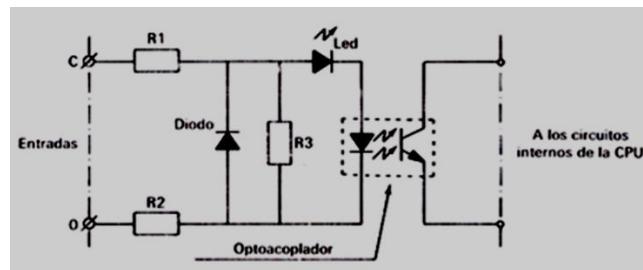
- ✓ **Analógicas.** Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante un convertidor analógico/digital (A/D).

Parámetros más significativos de éste tipo de módulos:

Campo o rango intensidad o tensión.	Resolución	Tiempo de conversión	Precisión de conversión
0 - 10 V	8 bits	1 ms	+/- (1% + 1 bit) en entradas  +/- 1% en salidas
4 - 20 mA	8 bits	1 ms	
0 - 10 V	12 bits	1 ms	
4 - 20 mA	12 bits	1 ms	

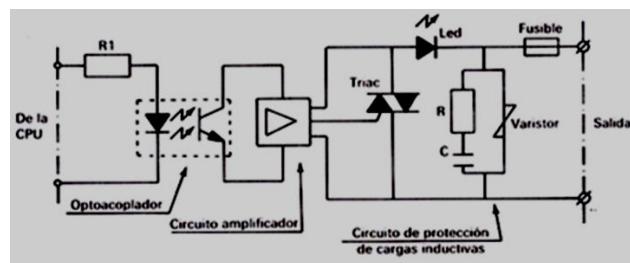
- ✓ **Digitales.** Son las más utilizadas y corresponden a una señal de entrada a un nivel de tensión o a la ausencia de la misma.

En el siguiente esquema simplificado, se muestra el circuito de entrada por transistor del tipo NPN, y en el que se destaca como elemento principal, el optoacoplador.



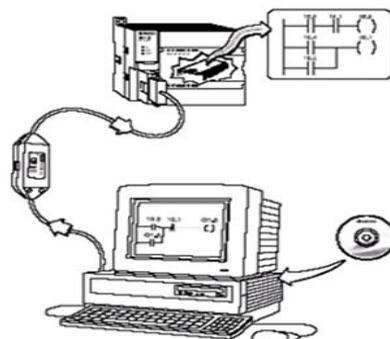
## SALIDAS:

En las salidas donde se conectan o acoplan los dispositivos de salida o actuadores, e incluyen un indicador luminoso LED de activado. Tres son los tipos de salidas que se pueden dar:



- A relé.
- A triac.
- A transistor.

Mientras que la salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a DC, las de relés y triacs suelen utilizarse para actuadores s CA. Por ejemplo: circuito de salida a triac:



✓ **INTERFACES.** Todo autómata, salvo casos excepcionales, posee la virtud de poder comunicarse con otros dispositivos (como un PC).

Lo normal es que posea una E/S serie del tipo RS-232 / RS-422, y efectúan la comunicación mediante el código ASCII. Asimismo, permiten la introducción, verificación y depuración del programa mediante la consola de programación, así como la grabación del programa en memoria EPROM, comunicación con un monitor, impresora, etc.

✓ **BATERIA.** Mantiene energizada la memoria RAM que almacena el programa mientras el PLC permanece des-energizado. El PLC, con batería, generalmente puede mantener el programa durante alrededor de tres meses.

La vida útil de la batería, varía de 1 a 3 años. En aquellos PLC's que contienen memoria no volátil (EEPROM o de cualquier otro tipo), la batería no es indispensable.

✓ **TARJETAS MODULARES INTELIGENTES.** Existen para los PLC's modulares, tarjetas con funciones específicas que relevan al microprocesador de las tareas que requieren de gran velocidad o de gran exactitud. Estas tarjetas se denominan inteligentes por contener un microprocesador dentro de ellas para su funcionamiento propio. El enlace al PLC se efectúa mediante el cable (bus) o tarjeta de respaldo ya la velocidad del CPU principal.

Las funciones que se encuentran en este tipo de tarjetas son de:

- Posicionamiento de Servomecanismos.
- Contadores de Alta Velocidad.
- Transmisores de Temperatura.
- Puerto de Comunicación BASIC.

**BUS.** Los sistemas modulares requieren una conexión entre los distintos elementos del sistema y, esto se logra mediante un bastidor que a la vez es soporte mecánico de los mismos. Este bastidor contiene la conexión a la fuente de voltaje, así como el "bus" de direcciones y de datos con el que se comunican las tarjetas y el CPU.

En el caso de tener muchas tarjetas de entradas/salidas, o de requerirse éstas en otra parte de la máquina, a cierta distancia de la CPU, es necesario adaptar un bastidor adicional que sea continuación del original, con una conexión entre bastidores para la comunicación. Esta conexión si es cercana puede lograrse con un simple cable paralelo y, en otros casos, se requiere de un procesador de comunicaciones para emplear fibra óptica o, una red con protocolo establecida.

**FUENTE DE PODER.** Por último, se requiere una fuente de voltaje para la operación de todos los componentes mencionados anteriormente. Y ésta, puede ser externa en los sistemas de PLC modulares o, interna en los PLC compactos.

Además, en el caso de una interrupción del suministro eléctrico, para mantener la información en la memoria borrable de tipo RAM, como es la hora y fecha, y los registros de contadores, etc. se requiere de una fuente auxiliar. En los PLC's compactos un "supercapacitor" ya integrado en el sistema es suficiente, pero en los modulares, es preciso adicionar una batería externa.

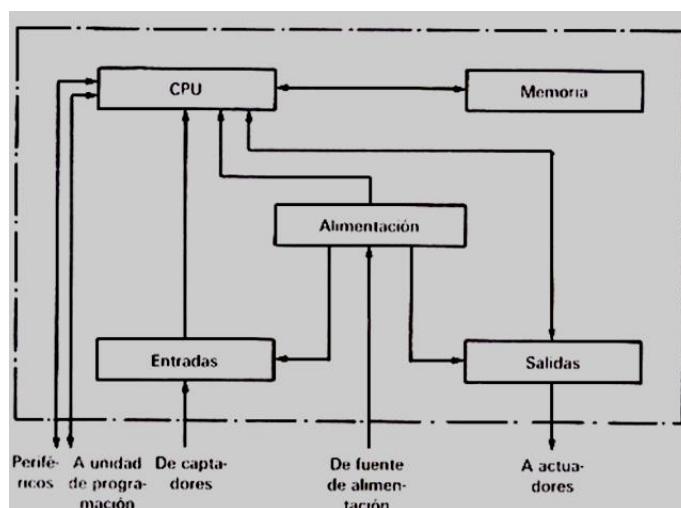
**PROGRAMADOR.** Aunque de uso eventual en un sistema, desde un teclado con una pantalla de una línea de caracteres hasta una computadora personal pueden emplearse para programar un PLC, siempre y cuando sean compatibles los sistemas y los programas empleados.

Con base en lo anterior, podemos clasificar a los PLC por tamaño. Esto es, por el número de entradas/salidas que se pueden tener o conectar. Ej. Un PLC con 216 entradas/salidas permite la conexión de una combinación de entradas y salidas cuya suma no pase de 216.

Además del tamaño físico, es importante la velocidad de proceso del CPU y la memoria total que puede ser empleada para programas por el usuario. Ej. Un PLC con una velocidad de proceso de 1000 instrucciones en 0.8 ms promedio y memoria de 8KBytes (1 Byte = 8 bits).

Es necesario hacer notar que después de procesar las instrucciones, el PLC se comunica externamente, realiza funciones de mantenimiento como verificar integridad de memoria, voltaje de batería, etc. En seguida actualiza las salidas y acto seguido lee las entradas. Con lo que el tiempo de proceso total, puede llegar a ser el doble del de ejecución del programa.

**Esquema de un PLC simplificado en diagrama de bloques:**



## FUNCIONAMIENTO DE UN PLC.

### SELECCIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN.

- **RUN:** En esta posición, el PLC empieza a ejecutar el programa.
- **STOP:** Esta posición detiene el proceso que se esté ejecutando.
- **PROGRAM:** En esta posición, el PLC permite ser programado desde algún dispositivo externo.

### FUNCIONES DE LAS INDICACIONES LUMÍNICAS.

- **PWR:** Muestra el estado de la fuente de alimentación.
- **RUN:** Indica que la CPU del PLC se encuentra en modo RUN.
- **CPU:** La CPU hace diagnóstico de su estado de funcionamiento en forma automática.
- **ERR:** Señal que hubo un error durante la ejecución del programa. El error puede ser de programa o de funcionamiento del hardware del PLC.
- **BATT:** Indica el estado actual de la batería de respaldo de la fuente de alimentación.
- **I/O:** Esta luz sirve para indicar el estado de los módulos de entrada y salida.
- **DIAG:** Los autómatas pueden tener un sistema de diagnóstico propio.
- **TXD:** Es el indicador de transmisión de datos por los puertos de comunicaciones.
- **RDX:** Es el indicador de recepción de datos por los puertos de comunicaciones.

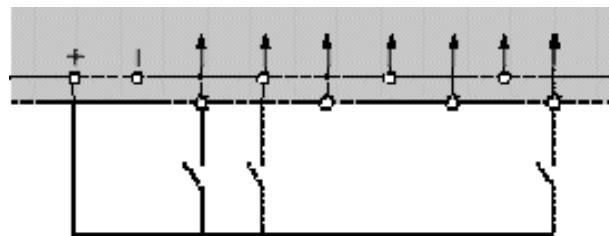
### FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

A PARTIR DE UNA TENSIÓN EXTERIOR PROPORCIONA LAS TENSIONES NECESARIAS PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS ELECTRÓNICOS DEL AUTÓMATA, ADEMÁS POSEE UNA BATERÍA PARA MANTENER EL PROGRAMA Y ALGUNOS DATOS EN LA MEMORIA SI HUBIERA UN CORTE DE LA TENSIÓN EXTERIOR.

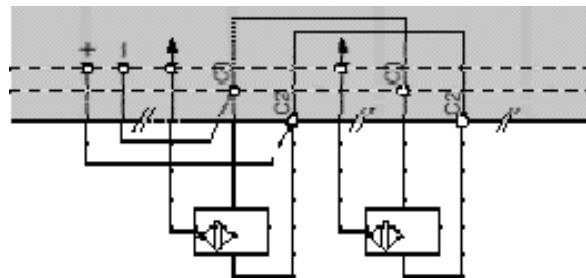
### BLOQUE DE ENTRADAS.

ADAPTA Y CODIFICA DE FORMA COMPRENSIBLE PARA LA CPU LAS SEÑALES PROCEDENTES DE LOS DISPOSITIVOS DE ENTRADA O CAPTADORES.

- **Captadores Pasivos:** Son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc.



- **Captadores Activos:** Son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos). Muchos de estos aparatos pueden ser alimentados por la propia fuente de alimentación del autómata.

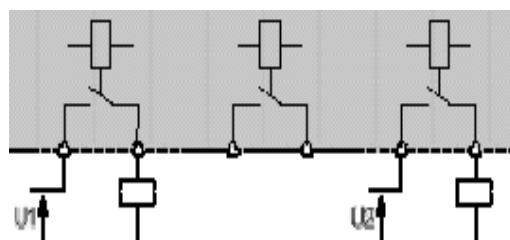


Se puede utilizar como captadores contactos eléctricamente abiertos o eléctricamente cerrados dependiendo de su función en el circuito.

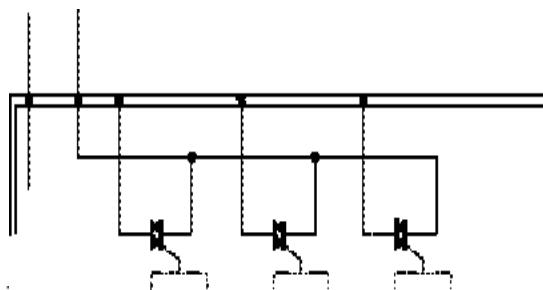
## BLOQUE DE SALIDAS.

**DECODIFICA LAS SEÑALES PROCEDENTES DE LA CPU, LAS AMPLIFICA Y LAS ENVÍA A LOS DISPOSITIVOS DE SALIDA O ACTUADORES, COMO LÁMPARAS, RELÉS, CONTACTORES, ARRANCADORES, ELECTROVÁLVULAS, ETC.**

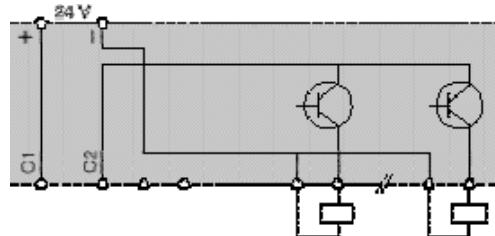
- **Módulos de salidas a Relés:**



- **Módulos de salidas a Triacs:**



- **Módulos de salidas a Transistores a colector abierto:**



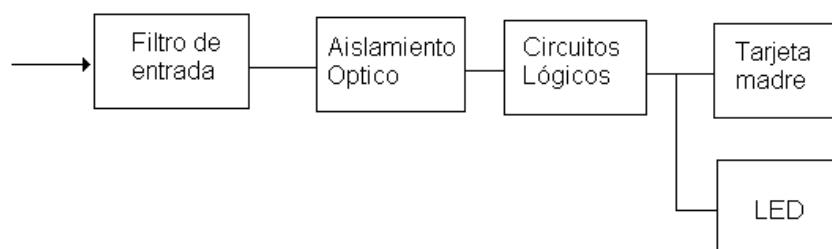
## MÓDULOS DE E/S ANALÓGICOS.

Los módulos discretos reciben energía a través del chasis I/O de la tarjeta madre del 1746 a la cual alimenta la tarjeta de la fuente de energía. Refiérase a las especificaciones individuales de cada módulo para el requerimiento en corriente (mA) para operar el módulo. Es recomendable sumar los requerimientos de corriente de todos los módulos para evitar una sobrecarga de la fuente o de la tarjeta madre.

## MÓDULOS DE ENTRADA.

Un módulo de entrada responde a una señal de entrada de la siguiente manera:

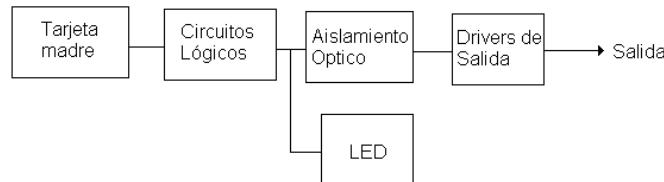
- Un filtro a la entrada limita el voltaje presente causado por el voltaje inducido y/o ruido eléctrico. Si no es filtrado, el voltaje inducido pudiera producir datos falsos. Todos los módulos de entrada utilizan entradas filtradas.
- El aislamiento óptico protege la tarjeta madre del PLC y los módulos de los circuitos lógicos de posible daño debido a ruido eléctrico.
- Los circuitos lógicos procesan la señal.
- Un LED de entrada se prende o se apaga indicando el estatus del equipo de entrada correspondiente.



## MÓDULOS DE SALIDA.

Un módulo de salida controla la señal de salida de la siguiente manera:

- Los circuitos lógicos determinan el estatus de salida.
- Un LED de salida indica el estatus de la señal de salida.
- El aislamiento óptico separa el módulo lógico y circuitos de la tarjeta principal de la señal de campo.
- El controlador de salida enciende o apaga el correspondiente LED de salida.



## MÓDULOS ESPECIALES.

- BCD Entradas y Salidas.
- Entradas de Termocuplas.
- Entradas de Termorresistencias (PT-100).
- Salidas a Display.
- Memoria de Datos.

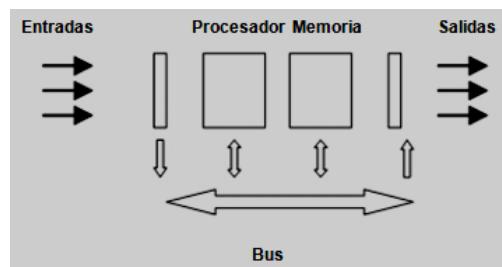
## MÓDULOS INTELIGENTES.

- Control de Motores a pasos.
- Control PID.
- Comunicación.
- Lector Óptico.
- Generación de frecuencias.
- Contadores de pulsos rápidos.
- Medidores de frecuencias y/o ancho de pulsos.
- Remotos.

## PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR PLC.

El ciclo o ejecución de instrucciones que se dará en el PLC es el que se muestra a continuación:

- Lectura de las entradas.
- Tratamiento del programa.
- Escritura de las salidas.

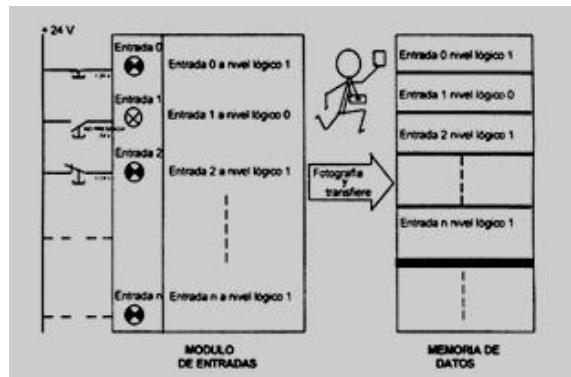


El PLC se descompone en 4 subconjuntos principales:

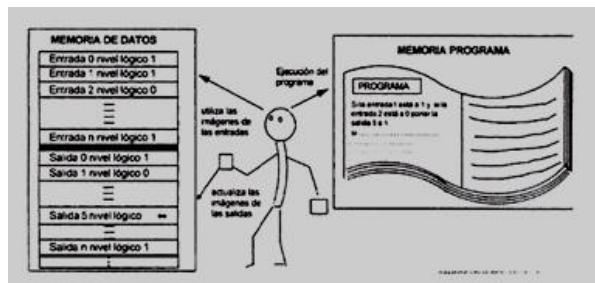
- Interfaces de entrada.
- Procesador (lee las entradas y en función de ellas y de las instrucciones del programa, escribe las salidas).
- Memoria.
- Interfaces de salida.

Los intercambios entre la unidad central y las interfaces de E/S se realizan de manera cíclica (algunas decenas de mseg. por ciclo). El ciclo de funcionamiento comprende 3 fases sucesivas.

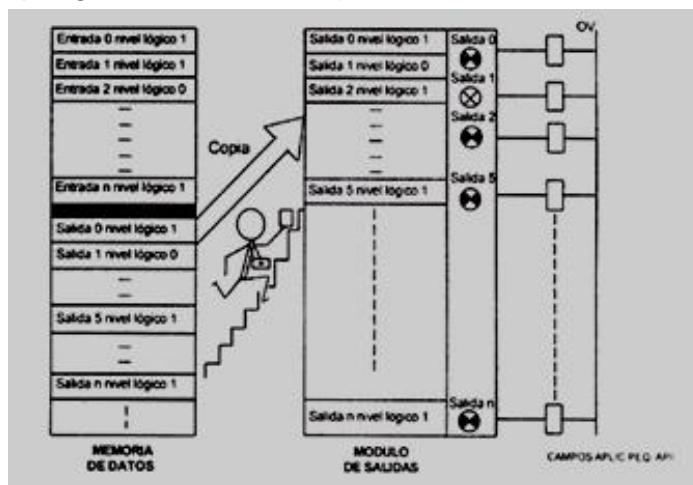
- FASE 1: Adquisición del estado de las entradas (y memorización de las mismas en la memoria de datos).
- FASE 2: Tratamiento del programa (y actualización de las imágenes de las salidas en la memoria de datos).
- FASE 3: Actualización de las salidas (las imágenes de las salidas se transfieren a las interfaces de salida).



**FASE 1:** El procesador “fotografía”, el estado lógico de las entradas y después transfiere la imagen obtenida en la memoria de datos.



**FASE 2:** Ejecución de operaciones lógicas contenidas en la memoria de programa, una tras otra hasta la última. Para ello utiliza la imagen del estado de las entradas contenida en la memoria de datos, y actualiza el resultado de cada operación lógica en la memoria de datos (imágenes de las salidas).



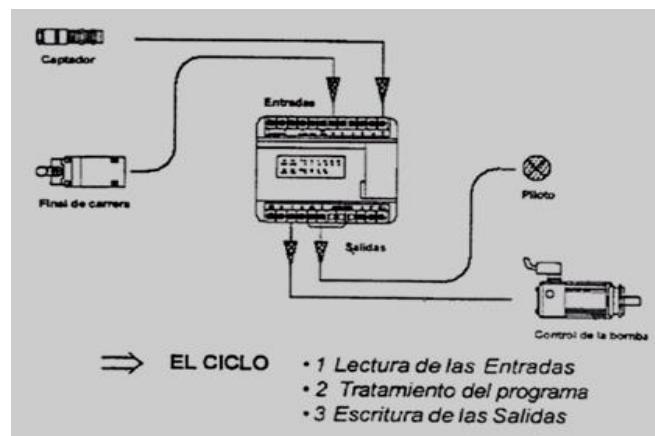
**FASE 3:** Copia sobre los módulos de salida, el conjunto de las imágenes (estados lógicos de las salidas) contenidos en la memoria de datos.

## DIAGRAMA DE FLUJO DE CICLO DEL PLC.

El tiempo de ciclo (o de escrutación) es el tiempo transcurrido entre 2 escrutaciones de una entrada física (eléctrica).



La máxima duración del programa de usuario está controlada por el autómata (watchdog del programa) y no debe rebasar los 150 ms.



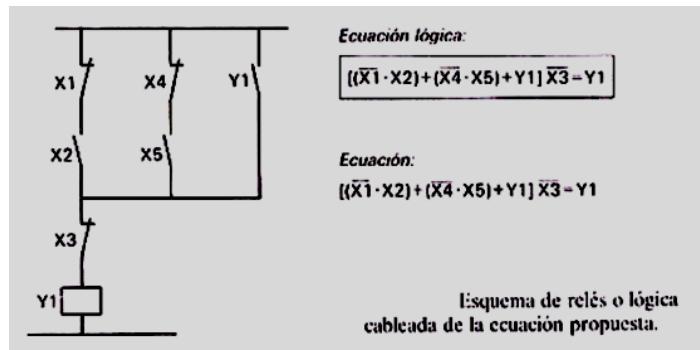
## LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN PARA PLC.

En general se podría decir que los lenguajes de programación más usados son aquellos que transfieren directamente el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas o los logigramas, pero éstos no son los únicos. Los lenguajes más usados:

- **Nemónico**, conocido como lista de instrucciones, booleano (AWL).
- Diagrama de contactos o **ladder diagram** (KOP).
- Plano de funciones o **bloques funcionales** (FUP).
- **Grafset** o diagrama funcional, diagrama de etapas o fases.

## TEXTO ESTRUCTURADO.

Dado el siguiente circuito con lógica de relés, veremos cómo es su programación en los diversos, lenguajes nombrados:



## NEMÓNICOS BOOLEANOS AWL.

Algunos de los nemáticos son:

- STR : Operación inicio contacto abierto.

- STR NOT : Operación inicio contacto cerrado.
- AND (Y) : Contacto serie abierto.
- OR (O) : Contacto paralelo abierto.
- AND NOT : Contacto serie cerrado.
- OR NOT : Contacto paralelo cerrado.
- OUT : Bobina de relé de salida.
- TMR : Temporizador.
- CNT : Contador.
- CS : Conexión de una función a un grupo de salidas.
- SFR : Registro de desplazamiento.

Permite crear programas de control introduciendo la nemotécnica de las operaciones. El editor AWL también permite crear ciertos programas que, de otra forma, no se podrían programar con los editores KOP ni FUP.

Ello se debe a que AWL es el lenguaje nativo de la CPU, a diferencia de los editores gráficos en los que son aplicables ciertas restricciones para poder dibujar los diagramas correctamente.

### **Ventajas:**

- Más apropiado para los programadores expertos.
- En algunos casos AWL permite solucionar problemas que no podrían solucionarse con KOP o FUP.
- En tanto que el editor AWL se puede utilizar siempre para ver o editar un programa creado con los editores KOP o FUP, lo contrario no es posible en todos los casos.

### **DIAGRAMA LADDER KOP.**

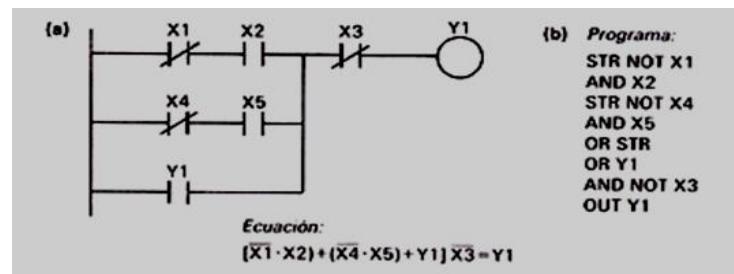
**ES UNA SUCESIÓN DE REDES DE CONTACTOS QUE TRANSFIEREN LA INFORMACIÓN LÓGICA DE LAS ENTRADAS A LAS SALIDAS. EL RESULTADO DEPENDE DE LAS FUNCIONES PROGRAMADAS.**

**CONSISTE EN ASIGNAR LOS CONTACTOS A LAS ENTRADAS DEL CONTROLADOR Y LAS BOBINAS A LOS RELÉS, A LAS SALIDAS O A LOS BITS INTERNOS DEL PLC.**

### **Características:**

- La lógica se divide en unidades pequeñas y de fácil comprensión llamadas "segmentos" o "networks".
- El programa se ejecuta segmento por segmento, de izquierda a derecha y luego de arriba a abajo.

- Tras alcanzar la CPU el final del programa, comienza nuevamente en la primera operación del mismo.

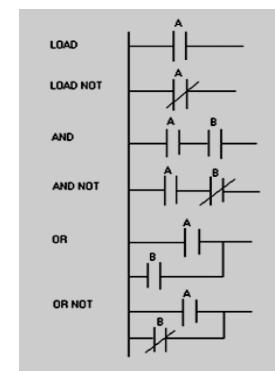


### Ventajas del lenguaje ladder:

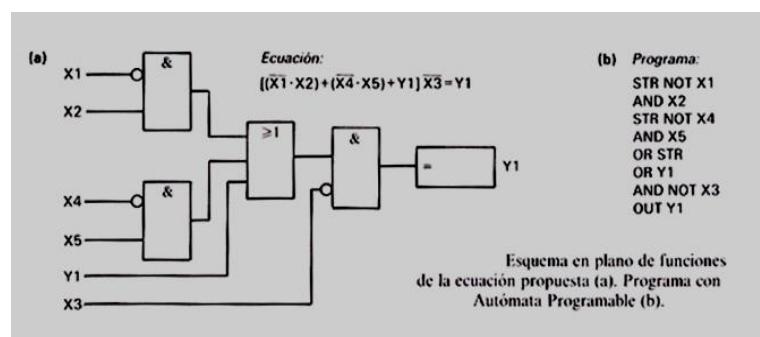
- El lenguaje KOP les facilita el trabajo a los programadores principiantes.
- La representación gráfica es a menudo fácil de comprender, siendo popular en el mundo entero.
- El editor AWL siempre se puede utilizar para visualizar un programa creado en KOP.

### FUNCIONES BÁSICAS EN EL LENGUAJE LADDER:

- Load
- Load not
- And
- And not
- On
- Or not



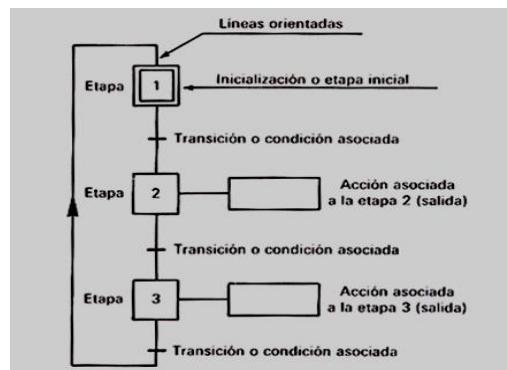
### PLANO DE FUNCIONES - FUP.



Nótese la similitud que tienen los símbolos lógicos presentados en la imagen anterior con las compuertas lógicas de los circuitos digitales.

## GRAFCET (GRAPHE DE COMANDE ETAPETRANSITION).

Es un método gráfico de análisis.



Consiste en descomponer todo automatismo secuencial en una sucesión de etapas, a las que están asociadas acciones, transiciones y receptividades. El paso de una etapa a otra está condicionado por una transición.

## TAREA 3.

### REALIZA LA PROGRAMACIÓN DE EVENTOS DISCRETOS EN UN PLC.

Las primeras tecnologías disponibles para implementar controladores de sistemas de eventos discretos, se basaban en la aplicación de tecnologías cableadas, lo que denominaba automatismos cableados. Se utilizaban principalmente las tecnologías neumática y electromecánica.

La tecnología neumática adquiere especial relevancia en la implementación cableada de automatismos, además cuenta con la ventaja de que es homogénea con numerosas máquinas de producción equipadas con cilindros neumáticos. Se debe resaltar que aunque sea una tecnología cableada, el mando neumático utiliza secuenciadores modulares que suprinen una parte del cableado. En la actualidad en muchas máquinas neumáticas industriales el sistema de control que sigue en activo está integrado por circuitos neumáticos. Los nuevos productos desarrollados incorporan como sistema de mando, en el caso de algunas máquinas pequeñas, circuitos de relés electromagnéticos, pero la mayoría esta comandada por autómatas programables. Los relés electromagnéticos disponen de contactos accionados por una bobina electromagnética. La puesta en tensión de la bobina hace que los contactos conmuten debido a la fuerza electromagnética creada. Los relés electromagnéticos pueden efectuar conmutaciones de grandes corrientes. Continúan siendo interesantes para automatismos muy sencillos. Aunque han sido prácticamente sustituidos por autómatas programables, se siguen utilizando alrededor de ellos en particular para realizar los circuitos de seguridad.

#### EQUIPOS Y MATERIALES:

- Computador Pentium 4 o superior.
- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Programa de Automatización Industrial RSLogix500.

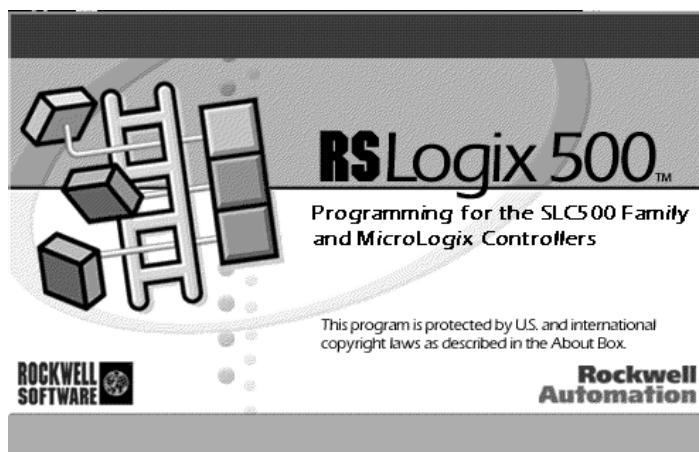
#### ORDEN DE EJECUCIÓN:

- Instalación de los programas de Automatización en la computadora.
- Implementación de las tareas y comprobación del correcto funcionamiento de las actividades.

## MODELA AUTOMATISMOS DE CARÁCTER SECUENCIAL Y APLICA PROGRAMACIÓN LADDER.

### RSLOGIX500.

Este programa permite crear y editar un nuevo programas de control en lenguaje de programación de PLC's LADDER del autómata. Aquí podremos cargar el programa residente en un PLC hacia la computadora, descargar un nuevo programa desde la PC hacia el PLC o leer los datos que tenemos actualmente en un PLC conectándose en línea (ON LINE), entre otras funciones principales. Además:



- Funciona como un editor de programación con un menú de ayuda para el usuario.
- Permite la configuración del modo de comunicación con el PLC.
- Tiene incluido todo el set de instrucciones para las familias SLC500 y Micrologix 1000 facilitando así la programación.
- Posee un menú de ayuda explicando el funcionamiento de cada instrucción para las dos familias de PLC's.
- Puede descargar del computador hacia el PLC y desde el PLC hacia el computador la programación en escalera.

Tiene un menú que contiene toda la información de los bits de funcionamiento del PLC, el cual trabajando en conjunto con los otros 2 paquetes de software permite visualizar cual es el estado de las variables en tiempo real cuando se ejecuta el programa de escalera.

RSLogix 500 es el software destinado a la creación de los programas del autómata en lenguaje de esquema de contactos o también llamada lógica de escalera (*Ladder*). Incluye editor de **Laddery** verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows.

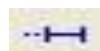
### 3.1. ACTIVAR UNA SALIDA POR MEDIO DE UNA ENTRADA

En esta actividad el participante se encargara de instalar el software de programación industrial RSLogix500, Identificara los componentes de la interfaz de programación del software RSLogix 500, Identificara cuáles son los componentes necesarios para realizar una buena configuración del programa RSLogix500 y realizará la configuración la plataforma de programación RSview500, realizara un programa básico en lenguaje Ladder.

**Procedimiento:**

1. Para comenzar, debemos abrir el programa RSLogix 500 y seleccionar el modelo de nuestro PLC, y crear un nuevo proyecto, vamos a iniciar a programar en modo offline. Ya en la pantalla principal, verificamos que en la barra de instrucciones esta seleccionada la pestaña **USER**.

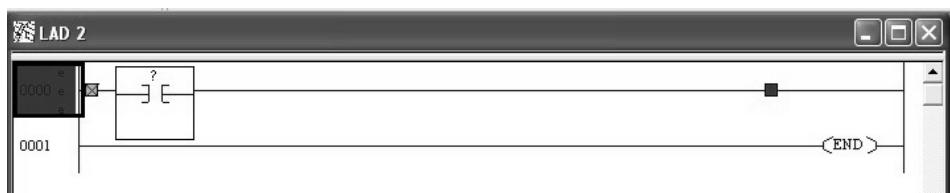


2. Nuestro segundo paso será añadir un nuevo RUNG, solo tenemos que seleccionar en el icono  y se añadirá un nuevo RUNG en nuestro programa.



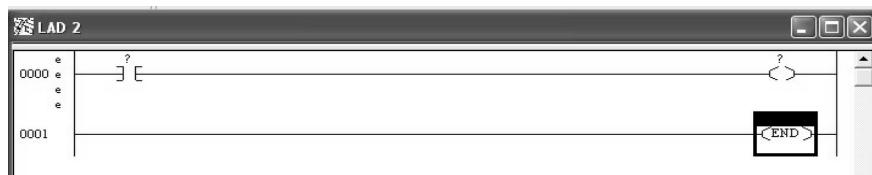
Para añadir elementos, debemos de seguir algunas reglas básicas de la programación Ladder., por ejemplo las salidas o bobinas solo se podrán insertar en el externo derecho y entradas en la parte izquierda del diagrama **LADDER**.

3. Insertaremos una entrada, esta se representa con el icono , y la arrastramos hasta donde deseamos colocarla, sin soltar el botón del ratón.

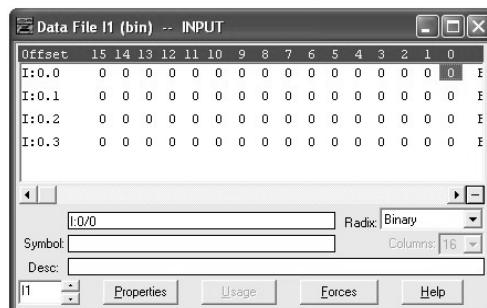


Vemos que al seleccionar el elemento y arrastrarlo, el mismo software nos indica, mediante un cuadro verde, donde podemos colocar el elemento de manera correcta. Para aceptar y colocar el elemento solo soltamos el botón del ratón y este queda en su lugar. Por ahora nuestra entrada nos muestra un signo de interrogación, esto porque no hemos hecho aún el direccionamiento de esta entrada.

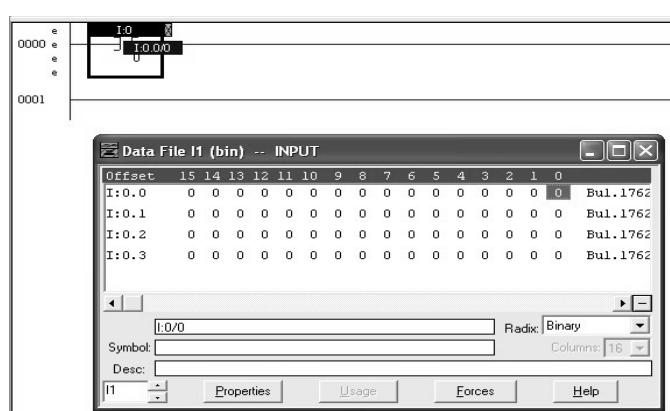
4. A continuación ponemos nuestra salida, seleccionamos con el icono  y la arrastramos hacia donde queremos colocarla.



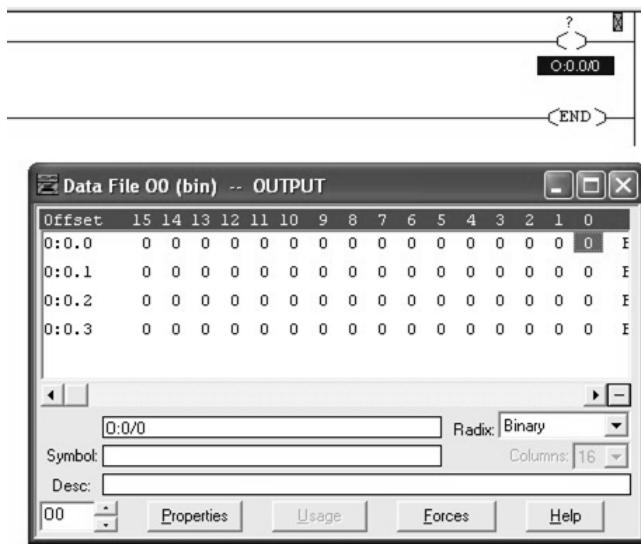
5. Ahora solo nos falta hacer el direccionamiento, es decir indicando el número de entrada y salida estamos utilizando, primero direcciónamos la entrada, en el árbol del proyecto buscamos la carpeta **DATA FILES** y seleccionamos sobre **I1-INPUT**, y se abrirá el siguiente recuadro:



Aquí podemos ver las entradas con las que disponemos, en este caso I: 0.0 del 0 al 13, nuestro ejemplo usaremos la número 0, seleccionamos 0 y lo arrastramos hasta donde esta nuestra entrada.



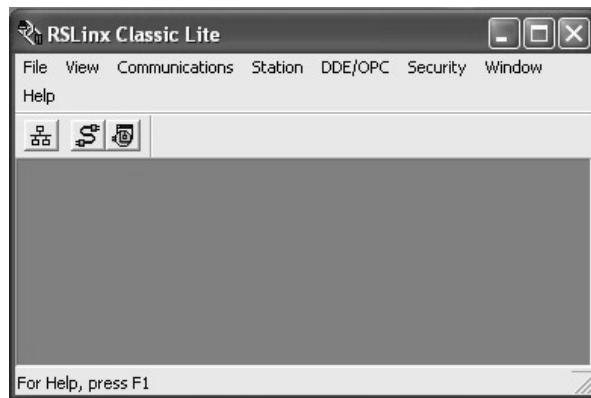
Para la salida, hacemos el mismo procedimiento, abrimos O0-Output, y en 0:0.0 seleccionamos la 0 y la arrastramos hacia donde esta nuestra salida.



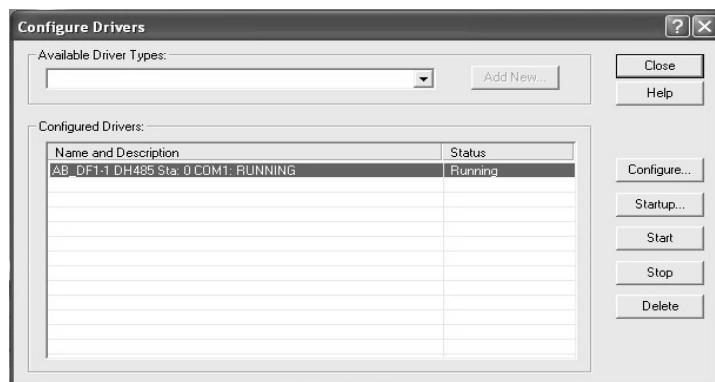
Terminado el segmento de programación 000 podemos descargarlo al PLC, ahora antes de cargarlo, debemos configurar la comunicación entre la PC y el PLC, ya que si queremos cargarlo el software nos mostrara la siguiente ventana, donde nos indica que la comunicación no está configurada.



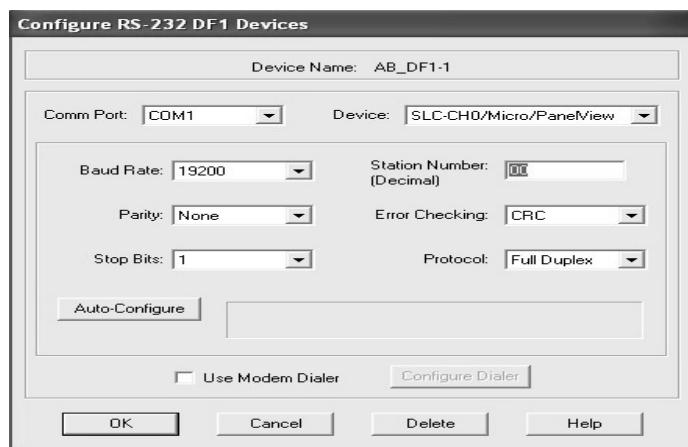
Para configurar la comunicación vamos a **INICIO > TODOS LOS PROGRAMAS> ROCKWELL SOFTWARE> RS LINK**, seleccionamos **RS LINK CLASSIC**, y aparecerá la siguiente ventana.



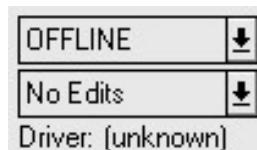
Presionamos el botón  aparecerá la siguiente ventana:



Seleccionamos la opción 



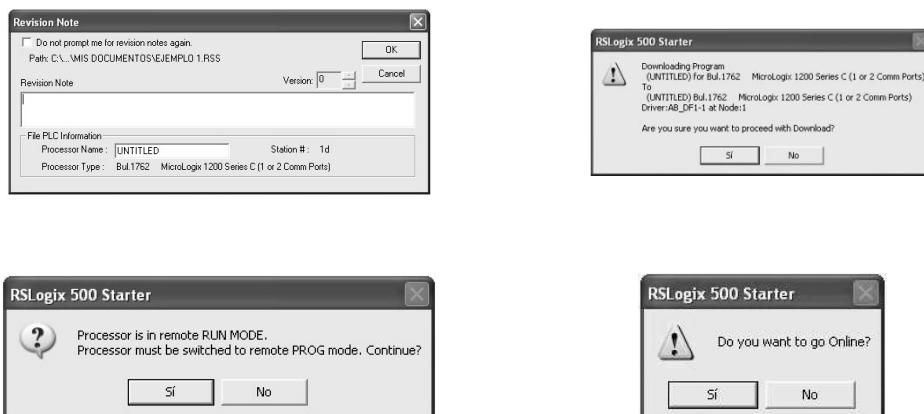
Volvemos a hacer una nueva selección en , y cerramos todas estas ventanas, regresamos a RSLogix500 en nuestra pantalla principal, y buscamos la barra de estado del procesador:



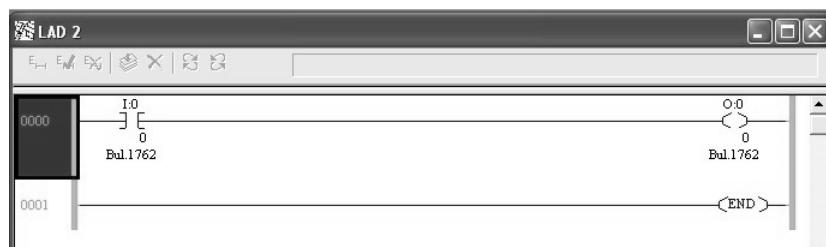
Y seleccionamos la opción para descargar nuestro programa.



Aparecerán los siguientes recuadros, en todos hacemos clic en **Si**



Aquí ya hemos cargado con éxito nuestro programa, y nos encontramos en modo **ON LINE**, por lo que estamos monitoreando en que partes de nuestro programa hay señal. Si activamos la entrada, se activara la salida y nuestro elementos se pondrán en color verde, en el PCL, cada salida y entrada tienen un led que nos indican su estado.



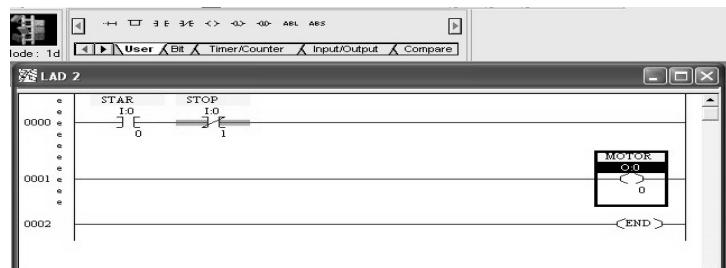
### 3.2. ACTIVANDO UNA SALIDA CON MEMORIA O ENCLAVAMIENTO.

En este ejemplo, realizaremos un circuito para memorizar el estado de una salida (enclavamiento), necesitamos utilizar contactos y bobinas virtuales, es decir contactos y bobinas que no existen físicamente, no cuentan con ninguna conexión o borne físico donde cablear, sin embargo en nuestro programa hacemos la conexión como si estos existieran, estos elementos son simulados por el PLC.

Para este circuito usaremos dos entradas del PLC una para un botón normalmente abierto sin enclavamiento (START) y la otra para un botón normalmente cerrado sin enclavamiento (STOP), una bobina y su contacto normalmente abiertos virtuales y una salida real del PLC (MOTOR), en donde podemos tener conectado un contador, un motor, una luz indicadora, etc., en este caso lo llamaremos simplemente MOTOR.

Procedimiento:

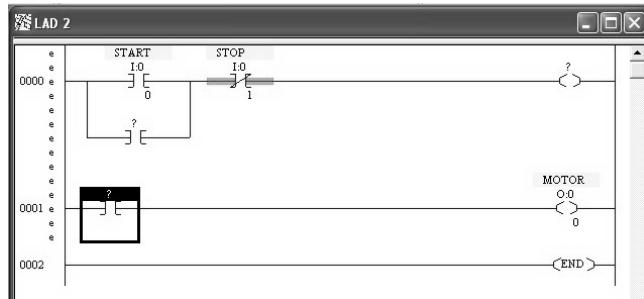
1. Como primer paso, ponemos nuestro botones de START, STOP y la salida del MOTOR, nótese que todos los elementos los arrastramos de la pestaña USER.



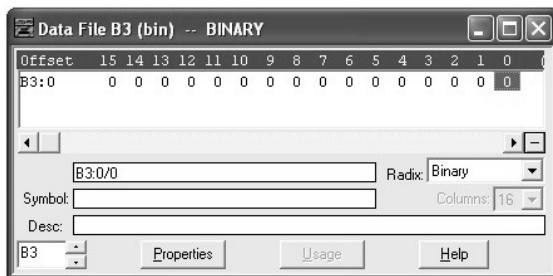
2. Ahora para poder usar las salidas y entradas virtuales cambiamos a la pestaña bit y vemos que tenemos también en este menú contactos y bobinas.



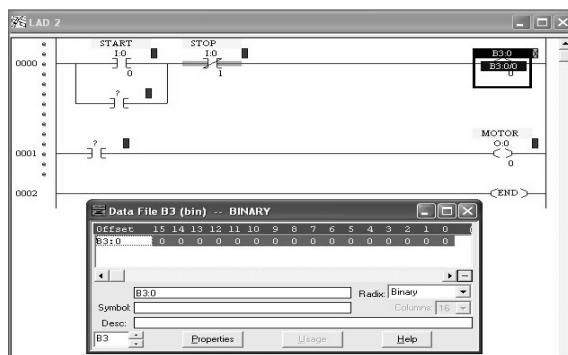
De este menú seleccionamos los elementos que usaremos como contacto y bobina auxiliar, también debemos colocar el lazo en paralelo con el botón de START que servirá como la memoria del circuito.



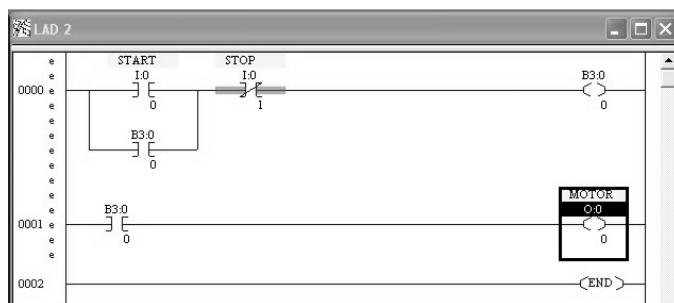
3. Insertados todos los elementos que usaremos ahora solo tenemos que direccionarlos, para esto en el árbol del programa seleccionamos DATA FILES B3 –BINARY y nos aparece la siguiente ventana:



4. De esta ventana arrastraremos B3:0 en la bobina y el contacto auxiliar, como el contacto auxiliar corresponde a la bobina auxiliar su direccionamiento es el mismo, más adelante veremos cómo agregar más elementos auxiliares.



5. Al direccionar todos los elementos auxiliares nuestro programa quedara de la siguiente manera:



Nótese que el direccionamiento de los elementos auxiliares es diferente del de las salidas y entradas reales.

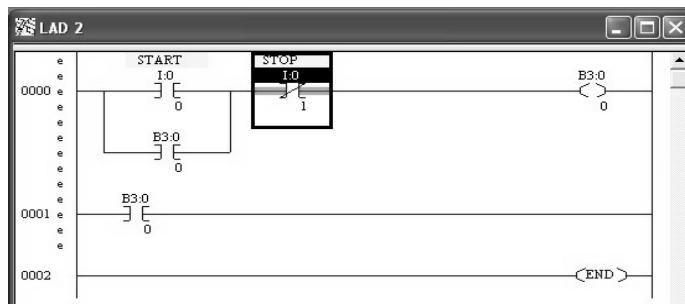
Ahora cargamos el programa al PLC, y al activar la entrada I:00 (START), en el simulador de entradas del PLC, solo damos un pulso y lo regresamos a la posición de apagado, y vemos como se hace la memoria en el circuito, para desactivar, cortamos la memoria con la entrada I:01

### 3.3. USANDO TEMPORIZADORES (TIMERS).

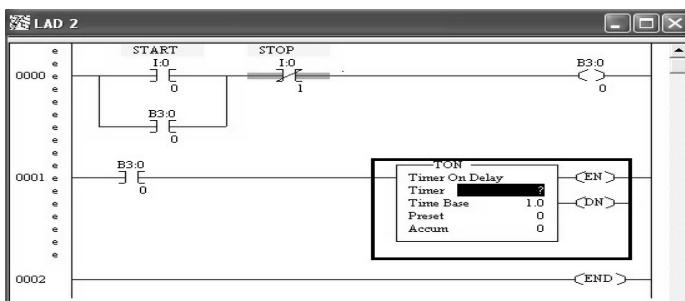
La principal finalidad de utilizar Temporizadores (Timers) en automatización, es controlar el tiempo que dura activo el elemento o desactivarlo cuando ha transcurrido un cierto tiempo.

El primer ejemplo que veremos para aprender a usar los Timers para el PLC Micrologix, será el caso más sencillo, prolongar la activación de una salida un tiempo determinado, con un solo pulso de entrada.

1. Para iniciar comenzamos con el problema anterior solo que eliminamos la salida real.

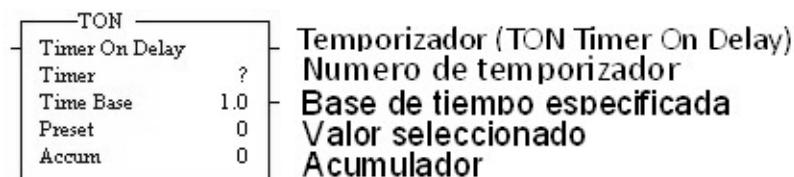


2. Y nos vamos al menú **TIMER/COUNTER**, seleccionamos **TON** y lo arrastramos al lugar donde estaba nuestra salida, quedando de la siguiente manera:



Hasta este punto, solo tenemos puesto el temporizador, falta poner su contacto de salida que se activara después de que pase el tiempo programado, antes definiremos cuales son los parámetros que tenemos que colocar en el temporalizado para que este funcione.

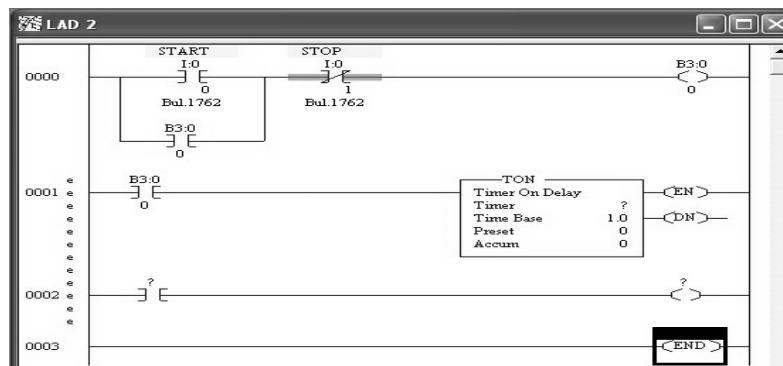
## Timer.



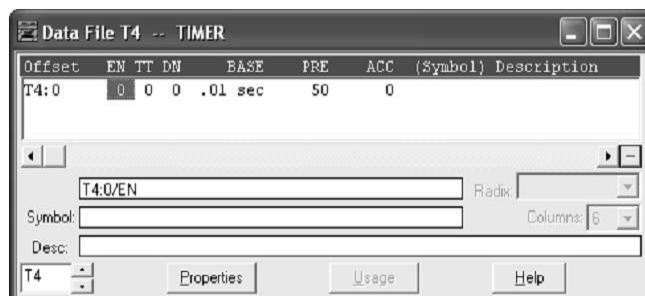
El número de temporizador define que temporizador estamos utilizando, el software nos crea un temporizador por default, que es T4 – TIMER, si queremos utilizar más temporizadores tenemos que crearlos, pero por ahora solo trabajaremos con este temporizador sus parámetros son los siguientes:

- Base de tiempo especificada: en esta parte definimos cual unidad de tiempo utilizaremos, en este caso 1.0 estamos utilizando 1 segundo como base de tiempo.
- Valor seleccionado: aquí definimos el tiempo que tardara el temporizador en activar salida por ejemplo, si ponemos 20 al energizarse el temporizador, este esperara 20 segundos para activar su contacto.
- Acumulador: al energizarse el temporizador, aquí visualizaremos cuantos segundos han transcurrido.

3. Para completar nuestro programa añadimos el contacto temporizador y una salida real.



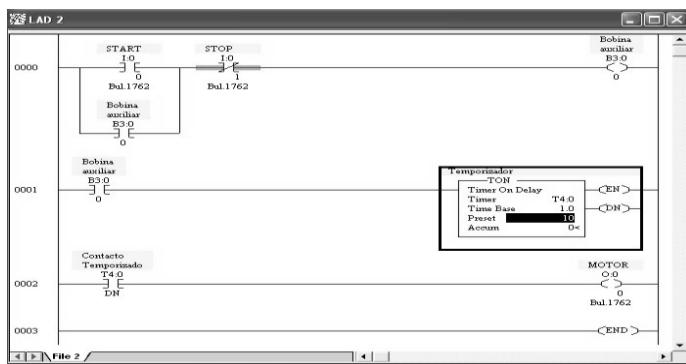
4. Ahora definiremos el temporizador, y pondremos un valor **PRESET** de 10s para definir el temporizador y su contacto abrimos **T4-TIMER** en el árbol del programa en la carpeta **DATA FILES** y tenemos la siguiente ventana:



Definiremos el timer seleccionado Offset T4:0, y arrastramos hacia el temporizador, para definir el contacto, seleccionamos DN y lo arrastramos al contacto del temporizador.

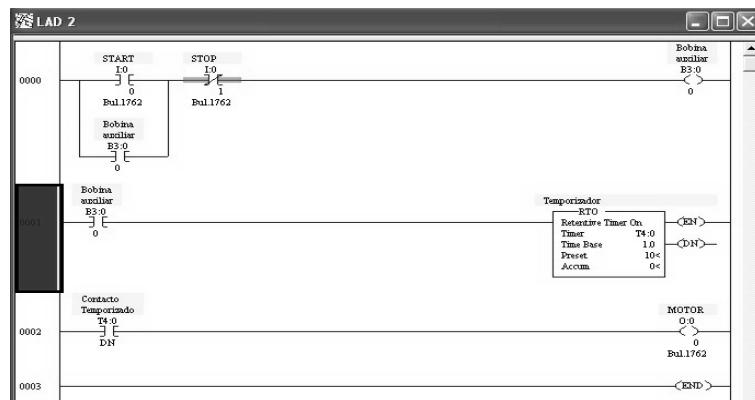


Ya definido ponemos el valor **PRESET**, definimos la salida real del PLC que activaremos y cargamos en el PLC.

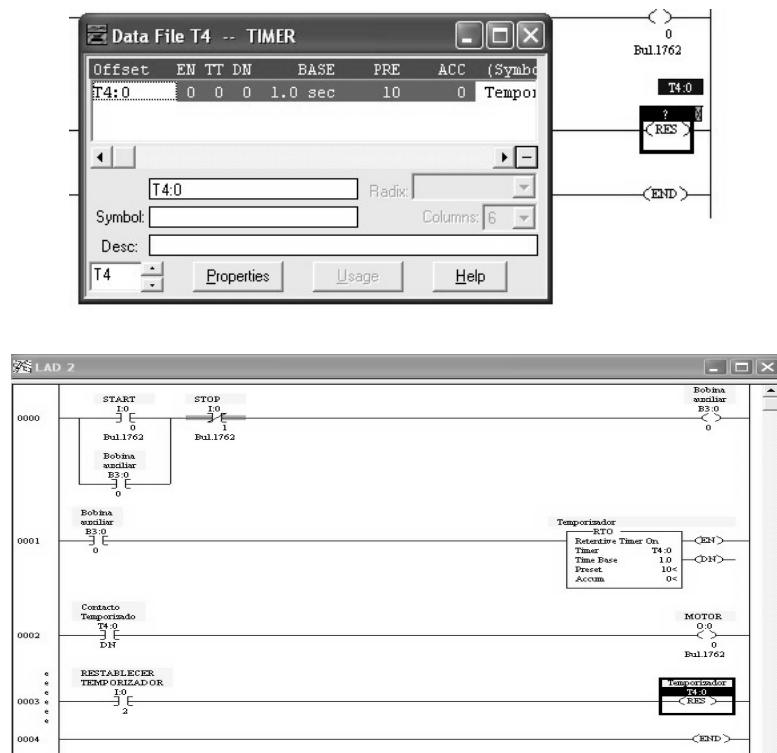


Ya definido ponemos el valor de **PRESET**, definimos la salida real del PLC que activaremos y cargamos en PLC, Cuando pasa el tiempo de 10 seg, el contacto del temporizador estará activado mientras el temporizador este energizado, para desactivarlo dejamos de mandarle señal al timer, es decir, con el botón STOP cortamos la memoria y se abre el contacto auxiliar, por lo que el temporizador deja de recibir señal y su contacto se abre, por lo que la salida se desactiva.

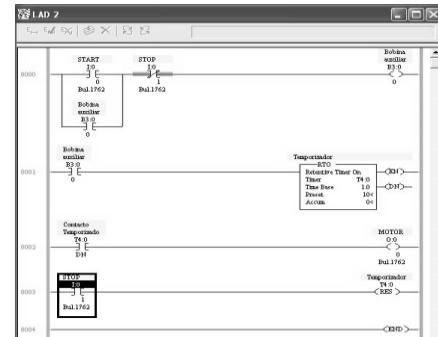
5. Existe otro temporizador, similar a **TON**, solo en este temporizador su contacto no se desactiva al dejar de recibir señal, si no para poder desactivarlo necesitamos asociarle una función de **RESET**, este temporizador es **RTO**Retentive On Delay. Para realizar un ejemplo con este temporizador utilizamos el Programa anterior, solamente cambiamos el temporizador **TON** por un **RTO**, y ponemos el mismo de 10 s, y lo cargamos en el PLC. Nos debe quedar de la siguiente forma:



Al correr el programa vemos que realiza la función de la misma manera que un temporizador **TON**, solo que al activar el botón **STOP** la salida no se desactiva, para poder desactivarla necesitamos poner en nuestro programa un **RESET** para dicho temporizador, este se encuentra en el mismo menú del temporizador **RES**, y funciona como una bobina, por lo que para activarla necesitaremos el uso de una entrada, el programa completo queda como se muestra:



6. Al probar el programa, vemos que la única manera de desactivar nuestra salida **O:0** es mediante el botón de restablecer, otra manera sería en lugar de activarlo con una entrada adicional, programar el mismo botón **STOP** como restablecedor del temporizador, como se muestra a continuación:

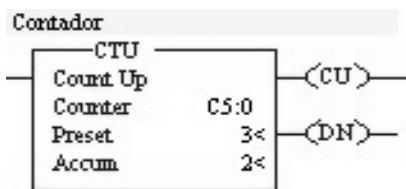


### 3.4. USANDO CONTADORES.

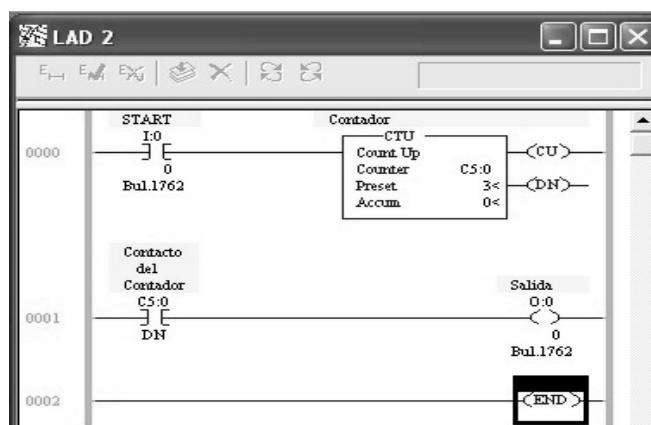
Definidos a los Contadores como posiciones de memoria que almacena un valor numérico mismo que se incrementa o decrementa según la configuración dada a dicho contador. Así como los temporizadores un contador debe tener un valor prefijado como meta o **RESET**, el cual es un número que el usuario configura para que dicho contador realice esta función.

Por ejemplo, si el contador tiene un **RESET** de 15 y el valor del conteo va en 14, se dice que el contador se encuentra inactivo y para el siguiente pulso, cuando el valor llegue a 15, el contador queda inactivo porque ha llegado al valor de **RESET**.

La finalidad básica de un contador, es permitir el paso de una condición un determinado número de veces, al contar estos pulsos y llegar al valor **RESET** el contacto asociado a este contador se activara, este contador corresponde al tipo **COUNT UP** **CTU** y se encuentra en el menú de **Timer/Counter**.

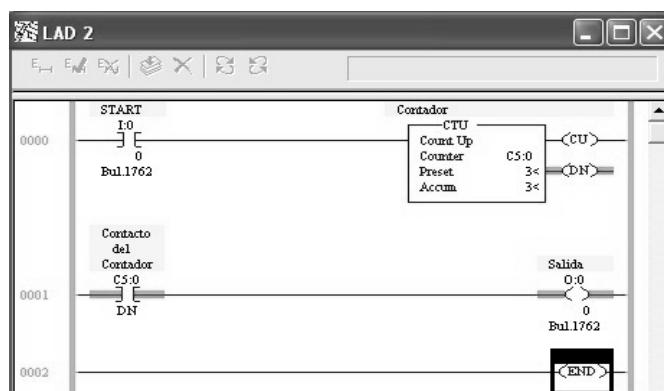


1. El ejemplo a continuación activaremos una salida, programando un valor **PRESET** al contador de 3 al correr el programa, proporcionamos tres pulsos al contador, activando la entrada asignada **START** tres veces para activar el contacto del temporizador, cuando el acumulador llegue a ser igual a **PRESET** se activara nuestra salida.

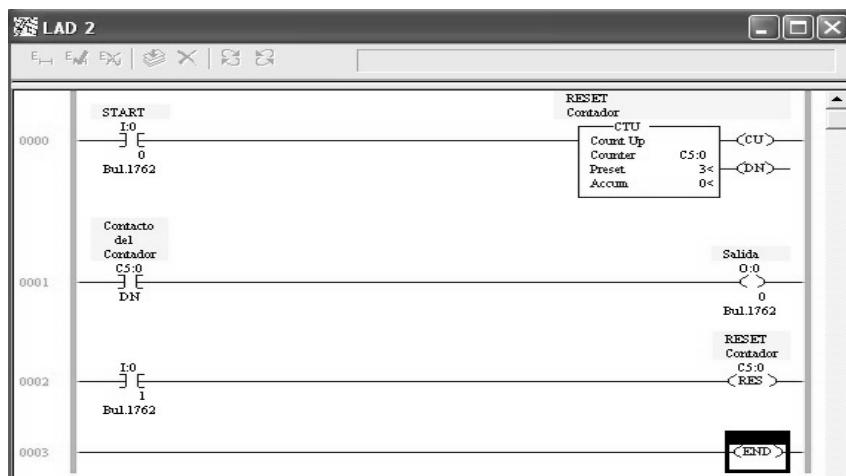


Al activar y desactivar el botón **START** vemos que el contador va incrementando su acumulador, según las veces que hemos mandado señal al contador.

2. Cuando el número en el acumulado se iguala con el valor de preset, el contacto del temporizador se activa, por lo que la señal puede llegar hasta nuestra salida.



Obsérvese que no hay manera de deshabilitar el contacto del temporizador por lo que la salida estará siempre activa esto resulta algo impráctico por lo que debemos añadir un **RESET** al contador, esto para poder deshabilitar su contacto, y restablecer el acumulador del contador a cero.



## FUNDAMENTO TEÓRICO.

### PROGRAMACIÓN EN RSLOGIX5.

En este apartado el participante conocerá las directrices básicas para la utilización del RSLogix. Este programa permite crear los programas de control en lenguaje Ladder para PLC's. Tras los conceptos básicos y las prácticas realizadas con varios autómatas de diferentes gamas y de fácil manejo, el objetivo fundamental de este apartado es familiarizar al alumno con un PLC de gama alta, más moderno y con mayores posibilidades, a través de un proceso guiado de ejercicios sencillos que culminará con la resolución de un pequeño problema de automatización.

El autómata que se utilizará en este caso es el ControllLogix de Allen-Bradley y una vez conocido en esta práctica el método de configuración y programación del mismo, se procederá a automatizar un proceso de complejidad algo mayor en la práctica siguiente.

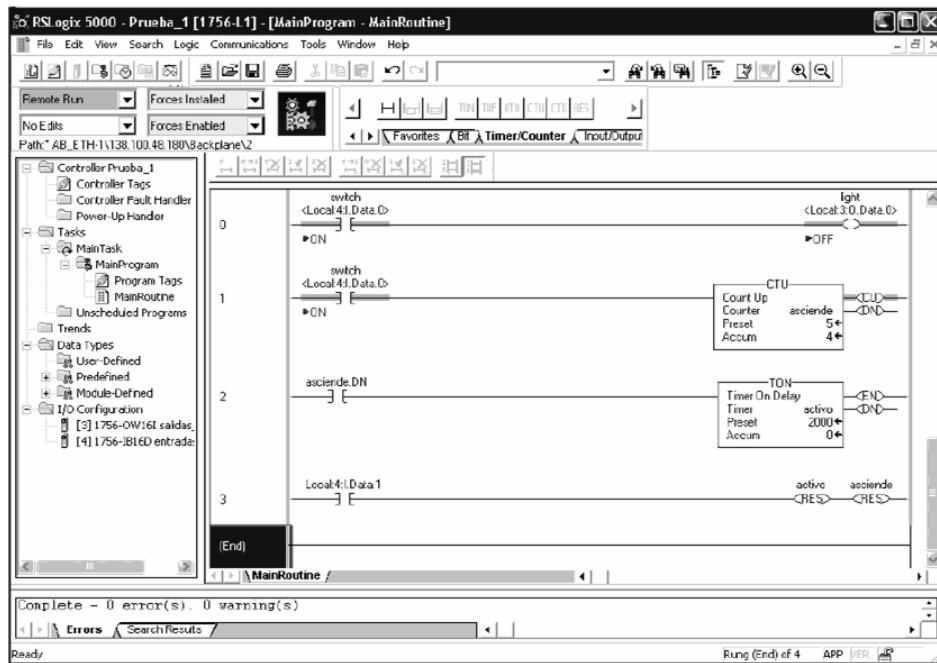
### INTRODUCCIÓN A RSLOGIX.

RSLogix es el software destinado a la creación de los programas del autómata en lenguaje de esquema, de contactos o también llamada lógica de escalera (Ladder). Incluye editor de Ladder y verificador de proyectos (creación de una lista de errores) entre otras opciones. Este producto se ha desarrollado para funcionar en los sistemas operativos Windows®.



El RSLogix nos permite configurar, programar y supervisar el funcionamiento del autómata ControlLogix. Para introducirnos en su utilización se creará un proyecto nuevo ControlLogix y se configurará un módulo de entrada digital y un módulo de salida digital. Escribiremos la lógica de escalera para usar las entradas y salidas y, a continuación, descargaremos y probaremos el programa.

Existen diferentes menús de trabajo en el entorno de RSLogix, a continuación se hace una pequeña explicación de los mismos:



- **Barra de menú:** Permite realizar diferentes funciones como recuperar o guardar programas, opciones de ayuda, etc. Es decir, las funciones elementales de cualquier software actual.
- **Barra de iconos:** Engloba las funciones de uso más repetido en el desarrollo de los programas.
- **Barra de estado del procesador:** Nos permite visualizar y modificar el modo de trabajo del procesador (online, offline, program, remote), cargar y/o descargar programas (upload / download program), así como visualizar el controlador utilizado (Ethernet drive en el caso actual).

Los modos de trabajo más usuales son:

- **Offline:** Consiste en realizar el programa sobre un ordenador, sin necesidad alguna de acceder al PLC para posteriormente una vez acabado y verificado el programa descargarlo en el procesador. Este hecho dota al programador de gran independencia a la hora de realizar el trabajo.
- **Online:** La programación se realiza directamente sobre la memoria del PLC, de manera que cualquier cambio que se realice sobre el programa afectará

directamente al procesador, y con ello a la planta que controla. Este método es de gran utilidad para el programador experto y el personal de mantenimiento ya que permite realizar modificaciones en tiempo real y sin necesidad de parar la producción.

- **Árbol del proyecto:** Contiene todas las carpetas y archivos generados en el proyecto, estos se organizan en carpetas. Las más interesantes para el tipo de prácticas que se realizará son:
- **Controller properties:** Contiene las prestaciones del procesador que se está utilizando, las opciones de seguridad que se quieren establecer para el proyecto y las comunicaciones.
- **Processor Status:** Se accede al archivo de estado del procesador.
- **IO Configuration:** Se podrán establecer y/o leer las tarjetas que conforman el sistema.
- **Channel Configuration:** Permite configurar los canales de comunicación del procesador. Contiene las distintas rutinas Ladder creadas para el proyecto.
- Da acceso a los datos de programa que se van a utilizar así como a las referencias cruzadas (cross references). Podemos configurar y consultar salidas (output), entradas (input), variables binarias (binary), temporizadores (timer), contadores (counter). Si seleccionamos alguna de las opciones se despliegan diálogos similares al siguiente, en el que se pueden configurar diferentes parámetros según el tipo de elemento.
- **Panel de resultados:** Aparecen los errores de programación que surgen al verificar la corrección del programa realizado (situados en la barra de iconos). Efectuando doble clic sobre el error, automáticamente el cursor se situará sobre la ventana de programa **Ladder** en la posición donde se ha producido tal error.
- También es posible validar el archivo mediante **Edit > Verify File** o el proyecto completo **Edit > Verify Project**.
- **Barra de instrucciones:** Esta barra le permitirá, a través de pestañas y botones, acceder de forma rápida a las instrucciones más habituales del lenguaje Ladder. Presionando sobre cada instrucción, ésta se introducirá en el programa Ladder.
- **Ventana del programa Ladder:** Contiene todos los programas y subrutinas Ladder relacionados con el proyecto que se esté realizando. Se puede interaccionar sobre esta ventana escribiendo el programa directamente desde el teclado o ayudándose con el ratón (ya sea arrastrando objetos procedentes de otras ventanas o seleccionando opciones con el botón derecho del ratón).

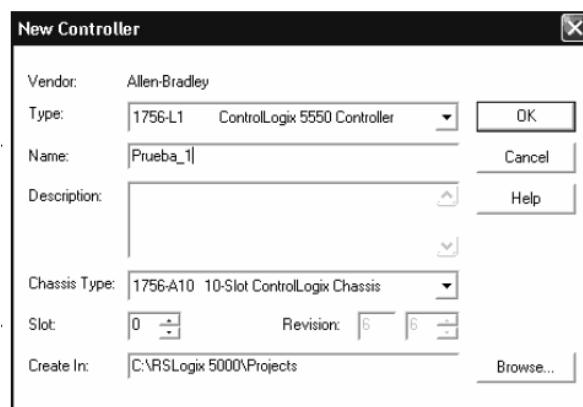
### INICIANDO EL SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN RSLOGIX.

Haga doble clic en el ícono **RSLogix** que se encuentra en el escritorio o en el menú de programas. Aparecerá la siguiente ventana:

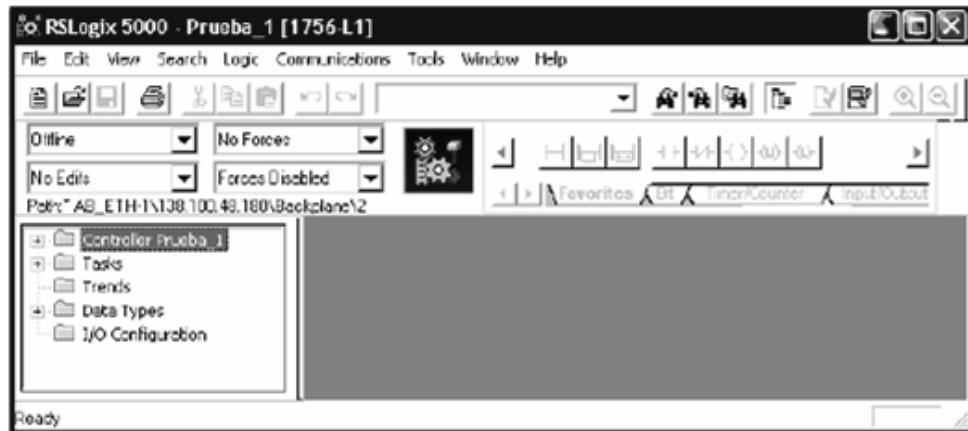


## CREANDO UN NUEVO ARCHIVO DEL CONTROLADOR PARA EL PROCESADOR.

- Haga clic en **Archivo** y luego en **Nuevo** en el menú principal. Aparece la ventana.
- Escriba “Prueba1” como nombre del proyecto o controlador (controller).
- Seleccione el tipo de chasis a fin de coincidir con el tamaño del de su puesto de laboratorio.
- Seleccione un número de ranura (slot) a fin de coincidir con la posición del controlador **Logix5550** que tenga asignado en el chasis. Las ranuras se numeran de izquierda a derecha, empezando con la 0. Cada chasis dispone de dos CPU, si no está seguro de la asignación pregunte al profesor para mayor seguridad2.
- Haga clic en **Aceptar**. La ventana **Organizador del Controller** deberá aparecer ahora al lado izquierdo de la pantalla con una carpeta ‘Controller Prueba1’.



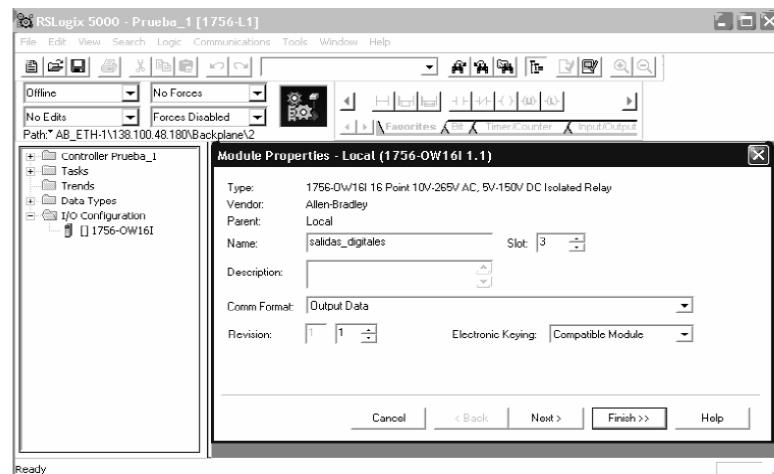
- Ahora tenemos un proyecto **ControlLogix** creado. En este momento no tenemos ninguna E/S asociada al proyecto. Además, actualmente no hay código de ejecución (ladder) en el proyecto.



- Las carpetas más importantes del proyecto son: controller prueba\_1 donde se definen las variables y los tags de programa y controlador; tasks donde se escribirá el código de los algoritmos de control; I/O configuración donde se definen y configuran los módulos de entrada y salidas analógicos y/o digitales y otro tipo de módulos de interacción con el exterior.

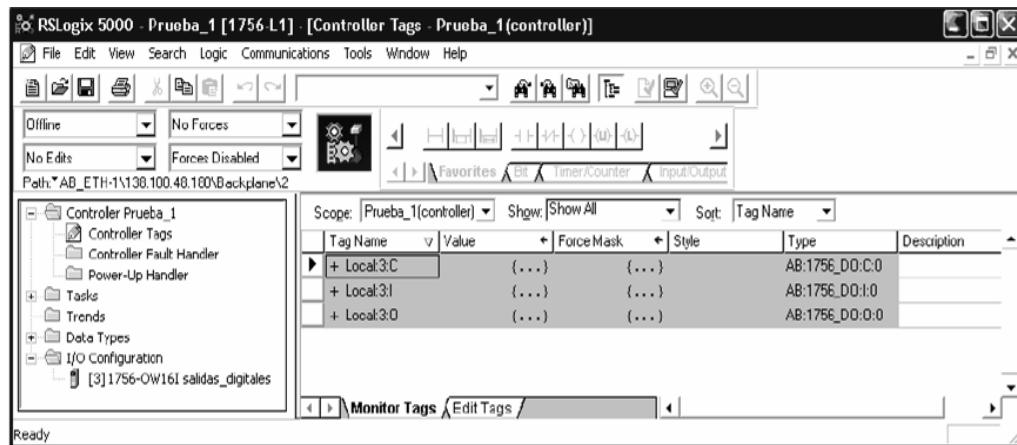
## CONFIGURACIÓN DEL MÓDULO DE SALIDA.

Configure el módulo de salida digital para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1756-OW16I) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.



- Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta Configuration I/O y seleccione **New module** para abrir una lista de los módulos disponibles.
- Haga doble clic en el módulo 1756-OW16I. Aparece la ventana de la figura.
- Configure el módulo llamándolo "salidas\_digitales"3, seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado y actualizando el número de revisión, que se ha anotado físicamente en el frontal del módulo (banda color naranja). Haga clic en Siguiente.

- Vaya confirmando las ventanas de configuración y establezca un RPI (Request Packet Interval) de 25ms en la ventana en que se solicite. Algunas de las ventanas de configuración permiten seleccionar el estado individual de cada salida según distintas condiciones operativas.



## TAGS DE SALIDA.

Vea los tags creados para el 1756-OW16I en el slot correspondiente.

- Haga doble clic en Tags del controller en el organizador del controlador. Aparece la ventana de la figura.
- Deben aparecer entradas bajo ‘Nombre de tag’ del tipo ‘Local:X:C’, ‘Local:X:I’, ‘Local:X:O’. Estas entradas son estructuras de tag y contienen más tags de los que se muestran en la pantalla.
- El nombre ‘Local’ indica que éstos son tags para un módulo que está en el mismo chasis que el controlador, a través de la red podríamos haber definido otro módulo conectado físicamente en otro chasis, en este caso a aparecería con el nombre de “Remote”. El número X entre los signos de dos puntos será el número de slot del módulo. Los caracteres después del segundo signo de dos puntos, C, I u O, indicarán si el dato es de configuración, entrada o salida, respectivamente.
- El campo ‘ámbito’ (scope) situado encima de ‘Nombre de tag’ muestra el alcance (o ámbito de control definido) para los tags que aparecen en la pantalla. En este caso, el ámbito de los tags es ‘Pruoba1 (controller)’ lo cual indica que los tags son válidos para todos los programas en este archivo del controlador. Si el campo ámbito mostrara el nombre de un programa, entonces los tags serían válidos sólo para el archivo de programa mostrado en el campo ‘ámbito’.
- Muestre en pantalla una lista expandida de los tags asociados con el módulo 1756-OW16I.
- Haga clic en el pequeño signo “+” situado delante del nombre de un tag para ver los tags que quedan jerárquicamente por debajo de él. Si los nombres completos de los tags y los valores no son visibles, amplíe las columnas.
- Los valores que se visualizan representan el estado de configuración o valor de cada item mostrado. Los tipos de tag de configuración son ‘DINT’ (doble entero) y

constan de 32 bits. Los “2” indican que el ‘estilo’ (base) de los valores es binario. El signo ‘#’ es un delimitador entre el ‘estilo’ y los valores. Los 32 bits de los tags están numerados del 0 al 31 de derecha a izquierda. Los bits que se establecen en estos tags son resultado de las selecciones hechas anteriormente en la pantalla de configuración del módulo.

- Cierre la ventana ‘**Tags del controller**’.
- Haga clic en **Archivo** en la barra del menú principal y luego en **Guardar**, para guardar el programa.

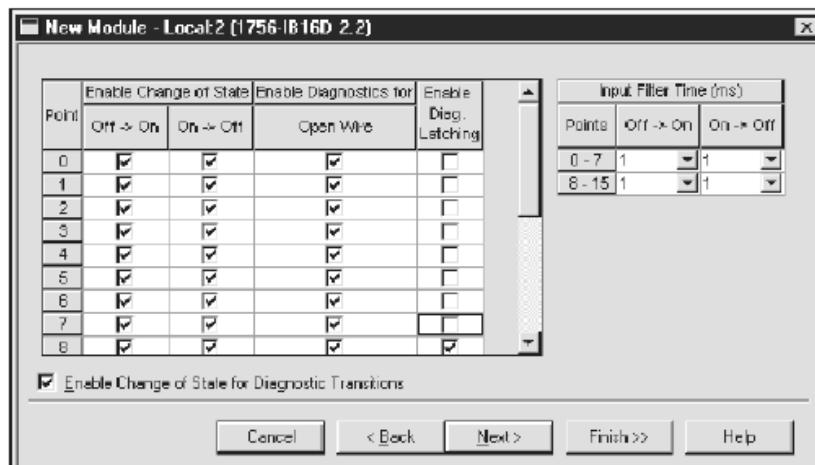
### Configuración del módulo de entrada.

Configure el módulo de entrada digital para este controlador, para ello se debe tener especial cuidado en elegir el módulo (por su referencia, por ejemplo 1756-IB16D) y obtener por inspección el slot que ocupa dentro del backplane.

- Haga clic con el botón derecho del mouse en la carpeta Configuration I/O y seleccione **New module**. Haga doble clic en el módulo 1756-IB16D.
- Configure el módulo llamándolo “entradas” 4, seleccionando el número de slot en el que se encuentra conectado y actualizando el número de revisión, que se ha anotado físicamente en el frontal del módulo (banda color azul). Haga clic en **Siguiente**.
- Vaya confirmando las ventanas de configuración y establezca un **RPI** (Request Packet Interval) de 25ms en la ventana en que se solicite. Algunas de las ventanas de configuración permiten seleccionar el estado individual de cada salida según distintas condiciones operativas.

Así por ejemplo, como se muestra en la figura, el usuario puede configurar muchos estados de diagnóstico y entradas en el módulo, hasta el nivel de punto. El usuario puede ‘**Habilitar / inhabilitar detección de cambio de estado**’, ‘**Habilitar/inhabilitar diagnósticos para cable abierto**’ y ‘**Habilitar / inhabilitar enclavamiento de diagnósticos**’ para cualquier punto.

El usuario puede configurar ‘Tiempos de filtro de entrada’ en ‘**Desactivado > Activado**’ o ‘**Activado > Desactivado**’ en grupos de 8 entradas. El usuario también puede ‘**Habilitar/inhabilitar cambio de estado para transiciones de diagnóstico**’ para los fallos que ocurran.

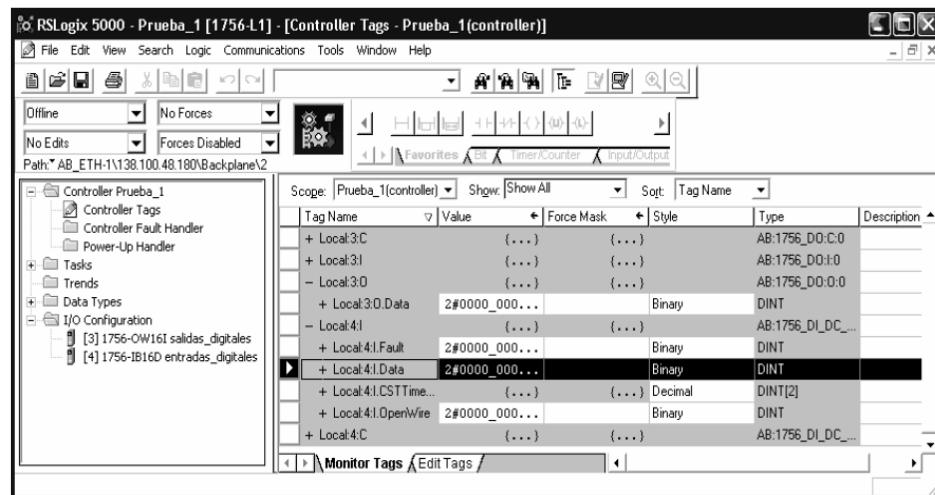


Compruebe que '**Habilitar cambio de estado**', '**Habilitar diagnósticos para cable abierto**' y '**Habilitar cambio de estado para transiciones de diagnóstico**' estén como se muestra en la figura anterior. Haga clic en el cuadro '**Habilitar enclavamiento de diag**' para los puntos de entrada 0 a7 a fin de inhabilitar la función '**Enclavamiento de diagnóstico**' para las primeras ocho entradas. Si se selecciona el cuadro '**Habilitar enclavamiento de diagnóstico**' para un punto de entrada, el bit de fallo permanecerá establecido y el indicador LED rojo permanecerá encendido aun después que se haya corregido el fallo.

## TAGS DE ENTRADA.

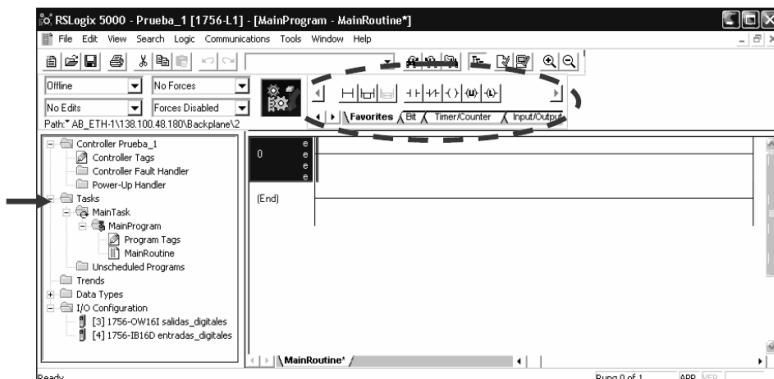
Verifique que se han creado los tags para el 1756-IB16D.

- Haga doble clic en Tags del controller en el organizador del controlador, aparece la venta de la figura 9. Ahora deben aparecer dos o más entradas bajo 'Nombre de tag'; 'Local:X:C' y 'Local:X:I'. El módulo de entrada contiene datos de entrada y configuración.
- Haga clic en el pequeño signo + situado delante del nombre de tag 'Local:X:C' para ver todos los tags de configuración de este módulo. Amplíe la columna 'Nombre de tag' si es necesario para ver los nombres completos de los tags.
- Haga clic en el pequeño signo + situado delante del nombre de tag 'Local:X:I' para ver todos los tags de entrada de este módulo. El tag etiquetado 'Local:X:I.Data' contiene los bits de entrada.
- Cierre la ventana y guarde el programa.

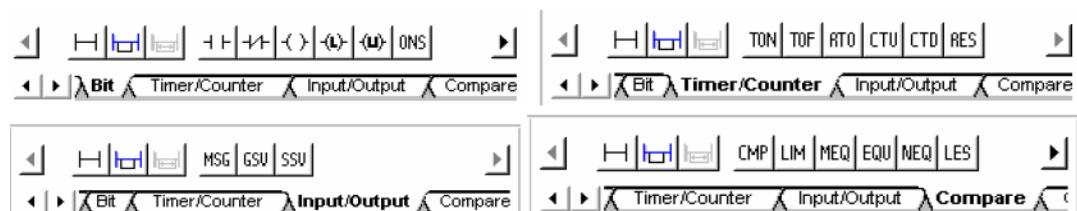


## CONFECCIÓN DEL PROGRAMA.

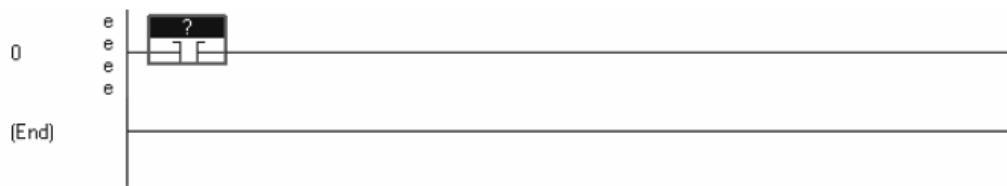
- Haga doble clic en **MainRoutine** en el organizador del controlador. Aparecerá la ventana de la figura, donde la zona más importante es en la que aparece el renglón de edición. Nótese que es la primera vez que están activos los iconos de programación en Ladder.



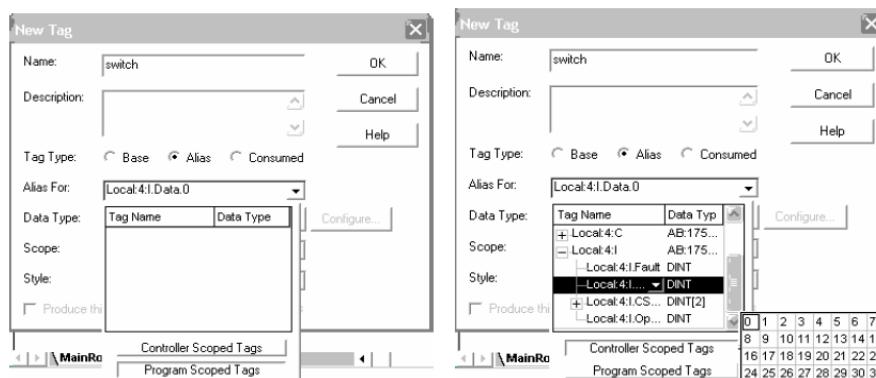
- Coloque una instrucción de entrada en el renglón usando direccionamiento de alias.
- Haga clic en **Ver** en el Menú principal y luego en **Barras de herramientas**. Verifique que están seleccionadas las primeras 4 barras de herramientas, luego haga clic en **Cerrar**. La parte superior de la figura 10 ha pasado a tener el aspecto de la figura.



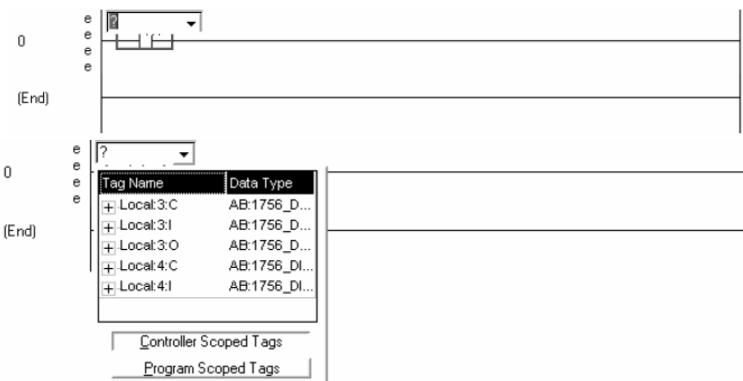
- Seleccione la pestaña de instrucciones de **Bit**, luego haga clic en el ícono XIC (eXaminelfClosed) en la barra de herramientas. Éste es el método de introducir una instrucción en un renglón, el resultado de muestra en la figura siguiente.



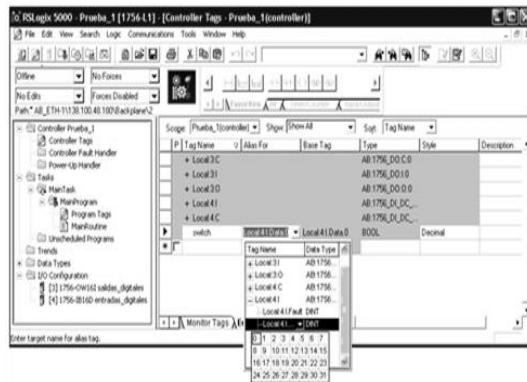
- Haga clic con el botón derecho del mouse en el signo de interrogación (?) en el área azul encima de la instrucción XIC, luego seleccione **Crear tag**. Aparecerá la ventana '**Nuevo tag**'.



- Nómbrelo 'switch' y seleccione un tipo de tag de 'Alias'.
- Haga clic en la flecha hacia abajo junto al campo 'Alias para:', seleccione la entrada 0 del módulo de entradas digitales.
- Si no aparecen tags en la pantalla, haga clic en Tags del ámbito del controlador para ver una lista de los tags del controlador disponibles.
- Haga clic en el signo + situado delante de la entrada 'Local:X:I' (el 1756-IB16D en el slot X. Una de las entradas que aparece bajo la estructura 'Local:X:I' es 'Local:X:I.Data'.
- Haga clic en el tag 'Local:X:I.Data', luego haga clic en la flecha hacia abajo que aparece. Deberá aparecer una selección de bits disponible.
- Haga clic en 0. Esto asignará el bit '0' de la palabra de entrada 'Local:X:I.Data' al alias de tag 'switch'.
- Seleccione Prueba1 (controller) para el 'Grupo' y luego haga clic en Aceptar.
- Otra forma de definir el Tag en la instrucción es la siguiente, hacer un doble clic con el botón izquierdo del mouse en la interrogación, desplegar el menú y proceder de la misma forma que en f). Pero en este caso los alias tienen que estar definidos con anterioridad.

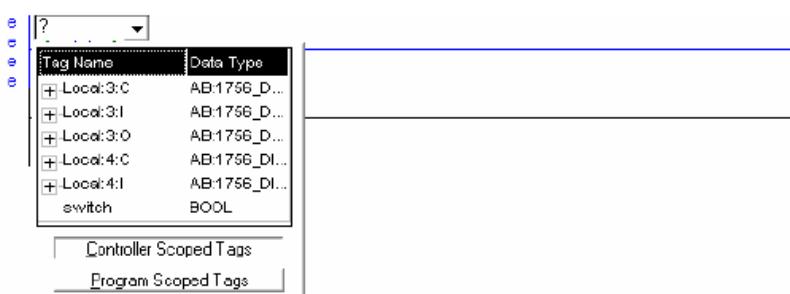


Para definir un alias, proceder de la siguiente forma: con el botón izquierdo hacer un clic en la pestaña edittag aparece la ventana de la figura. Escribir el nombre del tag en la columna tagname y después asignarle el tag físico en la columna alias **for**.



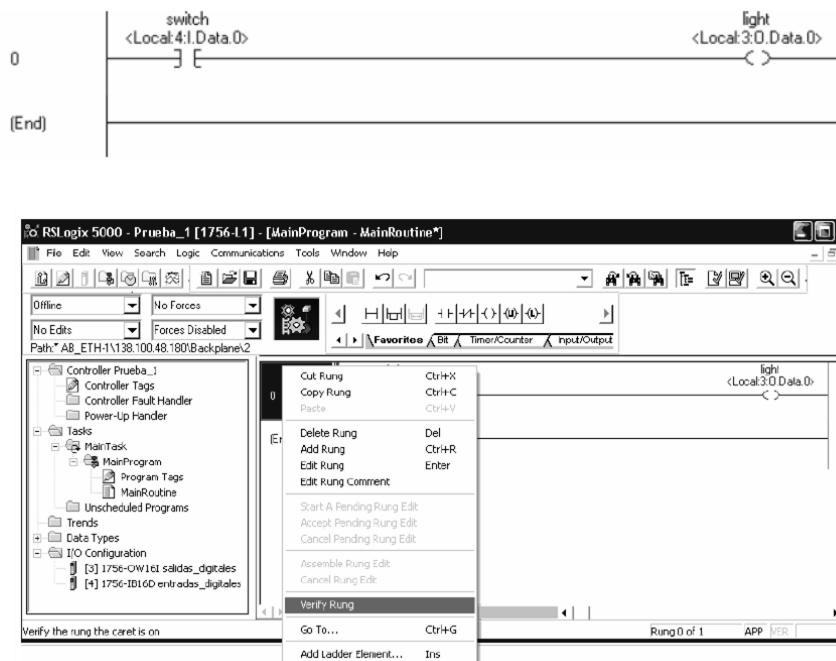
Coloque una instrucción de salida en el renglón usando direccionamiento de alias.

Haga clic sin soltar el botón del mouse en **OTE** (OutputEnergize) en la barra de herramientas. Arrastre el puntero del mouse y la OTE hasta que esté encima de la línea azul del renglón 0 y aparezca un punto verde en la línea azul del renglón 0. Suelte el botón del mouse y la instrucción **OTE** deberá aparecer al final del renglón. Ésta es la segunda manera de introducir una instrucción en un renglón.



Existe una tercera opción, consistente en seleccionar la instrucción a cuya derecha queremos insertar una nueva<sup>6</sup>; al pulsar la tecla Insert del PC se despliega un menú para elegir la instrucción deseada.

Para crear el alias de salida se procede de igual forma que para las entradas, asignemos a un tag light la salida física local: **3:O.Data.0**



## DEPURACIÓN.

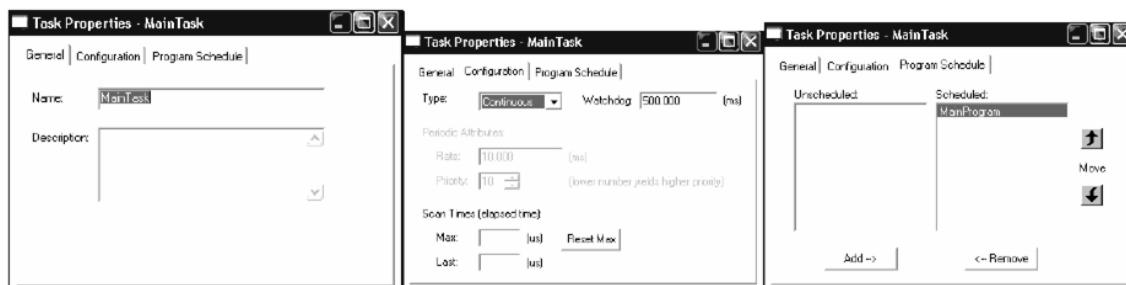
Haga clic con el botón derecho del mouse en el número del renglón (0) y seleccione verificar renglón. Verá el mensaje '**Verificación completa sin errores**' en la esquina inferior izquierda de la pantalla. También puede verificar la rutina completa haciendo clic en **Lógica** en la barra del menú principal, resaltando **Verificar** y seleccionando **Routine**.

## PROPIEDADES DE LAS TAREAS Y PROGRAMAS.

Verifique las propiedades de la Tarea principal y el Programa principal.

- Haga clic con el botón derecho del mouse en **Tarea principal (MainTask)** en el organizador del controlador, luego haga clic en **Propiedades**. Debe abrirse el cuadro de diálogo **Propiedades de la tarea**. Haga clic en la ficha **Planificación del programa** y compruebe que **MainProgram** aparece en el campo **Programas Planificados**. Si no es así, haga clic en **Añadir** para programar el '**MainProgram**'.
- Haga clic en la ficha **Configuración** y verifique que el '**Watchdog**' esté establecido en 500 ms. El '**Watchdog**' es un temporizador de control del tiempo de scan del programa que, si se excede, hará que el procesador entre en modo de fallo.

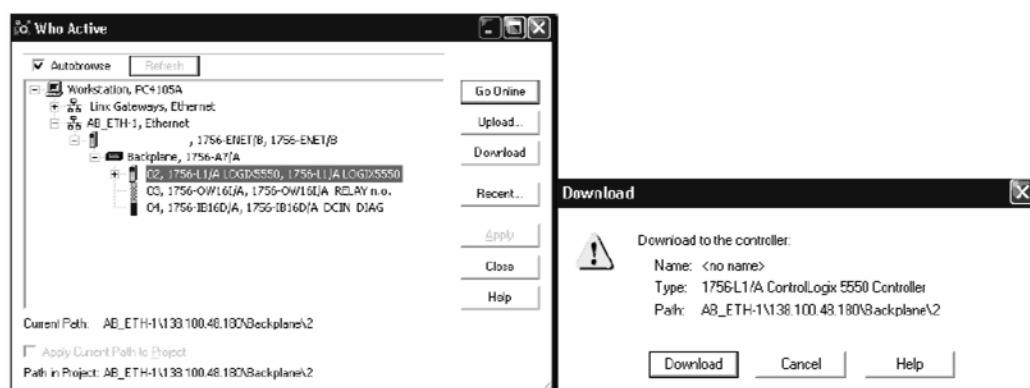
- Haga clic en **Aceptar** para cerrar la ventana.
- Haga clic con el botón derecho del mouse en Programa Principal en el **organizador del controlador**, luego haga clic en **Propiedades**. Deberá abrirse el cuadro de diálogo **Propiedades del programa**. Haga clic en la ficha **Configuración** y verifique que ‘**MainRoutine**’ aparece en el campo ‘**Principal**’. Si no fuera así, haga clic en la flecha hacia abajo del campo ‘**Principal**’ y luego haga clic en **MainRoutine**.
- Haga clic en **Aceptar** para cerrar la ventana.
- Guarde el programa.



## TRANSFERENCIA DE PROGRAMAS.

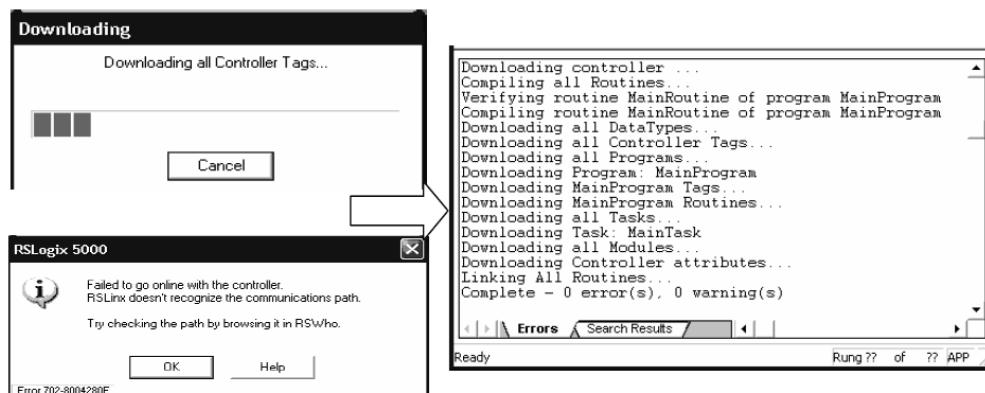
Descargue el programa en la memoria de la CPU del PLC.

- Haga clic en **Comunicaciones** y luego en **Who active**.
- Aparece la ventana de la figura 20, izquierda, que no es más que la información que facilita el driver de comunicaciones RSLinx Lite. Seleccione la CPU en la que desea descargar el programa, y se actualizará el Path con la ruta elegida “**AB\_ETH\138.100.48.180\Backplane\2**”, esta ruta significa algo así como “acceso a la CPU que está en el slot 2 del backplane que tiene conectada una tarjeta de acceso a través de ethernet”.



- El controlador no puede estar en el modo ‘**run**’ para descargar un programa.

- Haga clic en **Comunicaciones** y luego en **Descargar**, o directamente pulse **download** desde la ventana de **Who active**, aparecerá la venta de la figura derecha, que pide la confirmación de la descarga.
- Haga clic en **Descargar** para descargar el programa. Verá un gráfico que muestra el progreso de la descarga en el centro de la pantalla y recibirá mensajes de estado referentes a la descarga en la esquina inferior izquierda de la pantalla, un ejemplo se muestra en la figura izquierda. Si existiera algún error, se muestra tal y como aparece en la figura, y en función del error se ha de depurar el proceso para una correcta descarga.



Durante el proceso de descarga es recomendable observar varios detalles de las barras de iconos (parte superior izquierda), cuando se aplica la descarga el icono adquiere un movimiento, indicando que se ha iniciado el proceso de transferencia y ejecución, una vez transferido el programa aparece resaltada la opción **RemoteProgram** donde antes ponía **Offline** a modo de indicación de que el programa se ha volcado con éxito en la memoria de la CPU, esta situación se muestra a continuación.

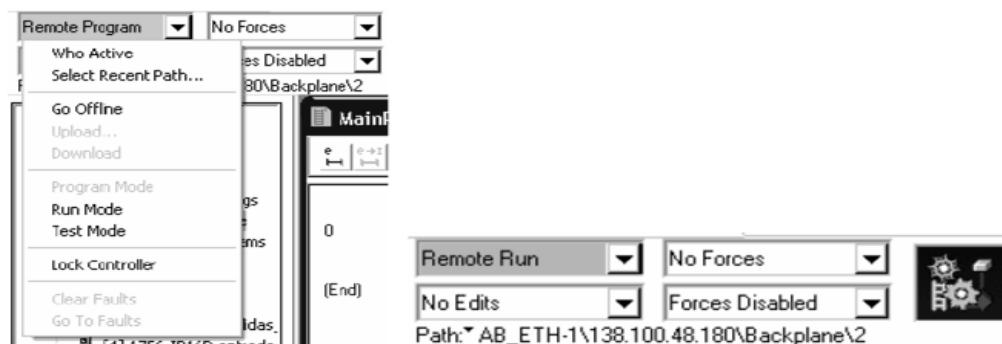


## EJECUCIÓN DE PROGRAMAS.

Comprobación de la ejecución del Programa.

- Poner el controlador en el modo '**RUN**' desplegando la opción **RemoteProgram**. Seleccione la opción **RunMode** cambiando de estado y la forma de mostrar en el código la ejecución es resaltar en verde todos los bits activos y la líneas verticales.
- Compruebe los puntos en línea abriendo la ventana **Tags del controlador**, veremos que el valor de los tags de '**switch**' y '**light**' cambia de '0' a '1'

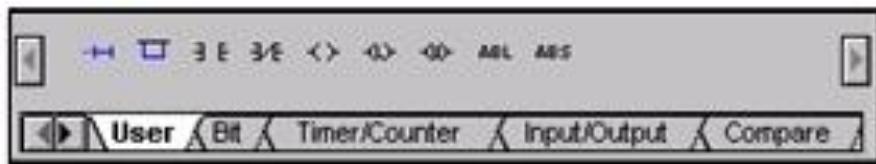
cuando presiona el pulsador correspondiente del entrenador. Los valores de los tags a los cuales se refieren estos alias también cambiarán.



## EDICIÓN DE UN PROGRAMA LADDER.

Las diferentes instrucciones del lenguaje Ladder se encuentran en la barra de instrucciones citada anteriormente. Al presionar sobre alguno de los elementos de esta barra estos se introducirán directamente en la rama sobre la que nos encontramos.

A continuación se hará una explicación de las instrucciones usadas para la resolución de las prácticas de este curso:



- Añadir una nueva rama al programa.



- Crear una rama en paralelo a la que ya está creada.



- **Contacto normalmente abierto (XIC - Examine IfClosed):**

Examina si la variable binaria está activa (valor=1), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama.



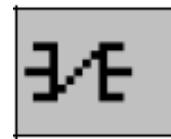
- **Contacto normalmente cerrado (XIO - Examine If Open):**

Examina si la variable binaria está inactiva (valor=0), y si lo está permite al paso de la señal al siguiente elemento de la rama.



- **Activación de la variable (OTE - Output Energize):**

Si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable. Si dejan de ser ciertas las condiciones o en una rama posterior se vuelve a utilizar la instrucción y la condición es falsa, la variable se desactiva.



- **Activación de la variable de manera retentiva (OTL - Output Latch):**

Si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable y continúa activada aunque las condiciones dejen de ser ciertas.



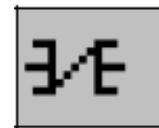
- **Desactivación de la variable (OTU - Output Unlatch):**

Normalmente esta instrucción se utiliza para anular el efecto de la anterior. Si las condiciones previas de la rama son ciertas, se desactiva la variable y continúa desactivada aunque las condiciones dejen de ser ciertas.



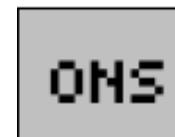
- **Activación de la variable (OTE - Output Energize):**

Si las condiciones previas de la rama son ciertas, se activa la variable. Si dejan de ser ciertas las condiciones o en una rama posterior se vuelve a utilizar la instrucción y la condición es falsa, la variable se desactiva.



- **Flanco ascendente (ONS – One Shot):**

Esta instrucción combinada con el contacto normalmente abierto hace que se active la variable de salida únicamente cuando la variable del contacto haga la transición de 0 a 1 (flanco ascendente). De esta manera se puede simular el comportamiento de un pulsador.



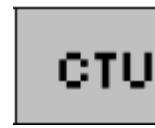
- **Temporizador (TON – Timer On-Delay):**

La instrucción sirve para retardar una salida, empieza a contar intervalos de tiempo cuando las condiciones del renglón se hacen verdaderas. Siempre que las condiciones del renglón permanezcan verdaderas, el temporizador incrementa su acumulador hasta llegar al valor preseleccionado. El acumulador se restablece (0) cuando las condiciones del renglón se hacen falsas.



- **Contador (CTU - Count Up):**

Se usa para incrementar un contador en cada transición de renglón de falso a verdadero.

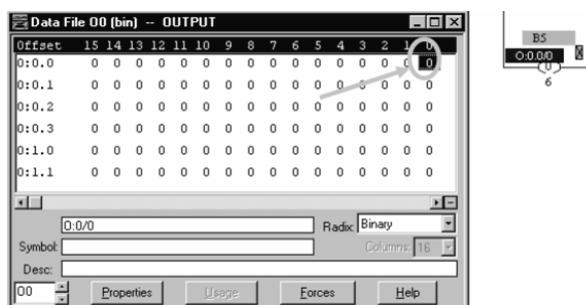


- **Resetear (RES - Reset):**

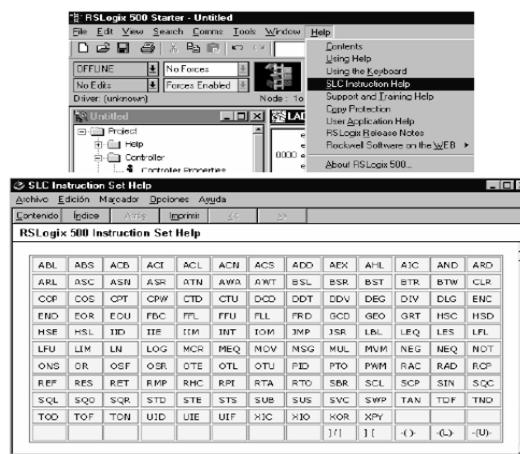
La instrucción RES restablece temporizadores, contadores y elementos de control.



Para introducir el nombre de las variables se puede hacer mediante el teclado o a partir del Árbol del proyecto>Data Files y seleccionar el elemento necesario (salida, entrada, variable..). Una vez seleccionado el elemento se abre una ventana y se puede arrastrar con el ratón la variable como se muestra en la figura, y colocar el nombre de la variable (0:0.0/0) encima de la casilla verde de la instrucción (indicada con el círculo azul).



Para más información sobre las instrucciones usadas en el RSLogix se puede acceder al menú de ayuda: **Help > SLCInstructionHelp** y se encuentra una explicación muy detallada de su funcionamiento.



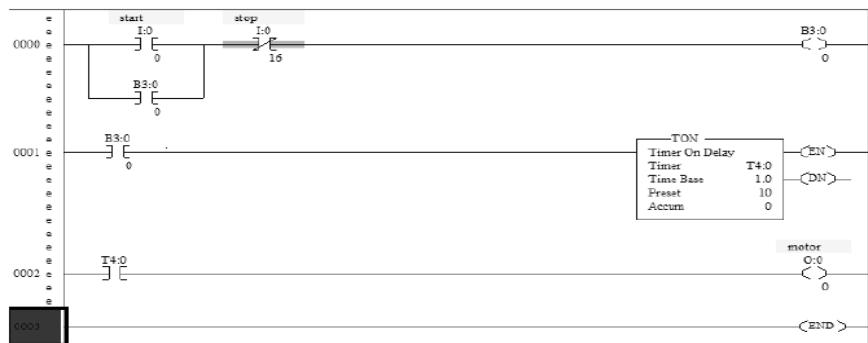
## **TIMERS O TEMPORIZADORES.**

Se usan principalmente en automatización para poder controlar un proceso por medio de un cierto tiempo. Son posiciones de memoria, que se actualizan automáticamente por el Sistema Operativo a ritmo de reloj. Permiten sincronizar operaciones de entradas/salidas, medir tiempos, etc.

Los temporizadores tienen asociados un bit lógico, para indicar su estado.

Hay 3 tipos (básicos) o modos de funcionamiento:

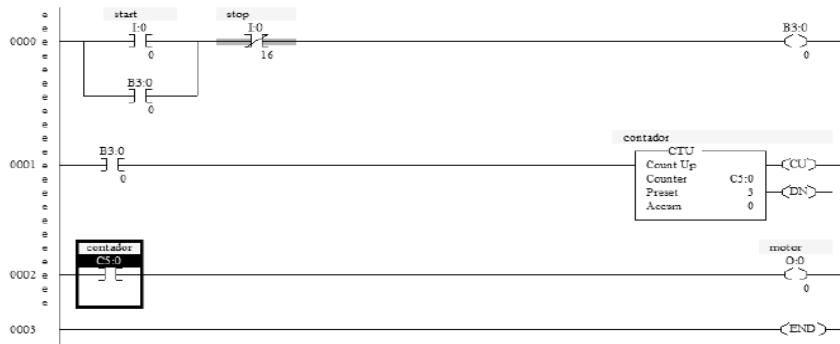
- TP** : Monoestable, permite generar un impulso de duración precisa (duración programable).
- TON** : Permite controlar el retardo en la conexión (retardo programable).
- TOF** : Permite controlar el retardo en la desconexión (retardo programable).



En la siguiente imagen se puede apreciar el uso de un temporizador (timer) en modo **TON** donde el motor conectado se activará y quedará encendido hasta que el timer termine de contar.

## CONTADORES.

Un contador es una posición de memoria que se actualiza según unas determinadas instrucciones. Trabajan con flanco.



El trabajo de contador es muy importante en la automatización, ya que por medio de este se puede controlar algo por medio de un conteo ya sea de piezas o de cualquier otra cosa que se desee contar. En la imagen se puede apreciar el uso de un contador con su respectivo bloque.

## **TAREA 4: IMPLEMENTACIÓN DE AUTOMATISMOS.**

En este capítulo simularemos procesos automáticos, los autómatas programables se introducen por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. Bedford Associates propuso un sistema de control denominado Controlador Digital Modular (Modicon, Modular Digital Controller) al fabricante de automóviles General Motors. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

A mediados de los 70 las tecnologías dominantes de los PLC eran máquinas de estado secuenciales y CPU's basadas en desplazamiento de bit. Los microprocesadores convencionales incorporaron la potencia necesaria para resolver de forma rápida y completa la lógica de los pequeños PLC's. Por cada modelo de microprocesador había un modelo de PLC basado en el mismo. Las funciones de comunicación comenzaron a integrarse en los autómatas a partir del año 1973. El primer bus de comunicaciones fue el Modbus de Modicon. El PLC podía ahora establecer comunicación e intercambiar informaciones con otros PLC's. En los 80 se produjo un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol) de General Motors. También fue un tiempo en el que se redujeron las dimensiones del PLC y se pasó a programar con programación simbólica a través de ordenadores personales en vez de los clásicos terminales de programación. Hoy día el PLC más pequeño es del tamaño de un simple relé. En la década de los noventa se ha producido una gradual reducción en el número de nuevos protocolos, y en la modernización de las capas físicas de los protocolos más populares que sobrevivieron a los 80.

### **EQUIPOS Y MATERIALES:**

- Computador Pentium 4 o superior.
- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Versión de evaluación del programa industrial LogixPro Simulator.

### **ORDEN DE EJECUCIÓN:**

- Instalación de los programas de Automatización en la computadora.
- Implementación de las tareas y comprobación del correcto funcionamiento de las actividades.

**ELABORA PROGRAMAS EN DIAGRAMA DE CONTACTOS O LISTAS DE INSTRUCCIONES A PARTIR DEL GRAFCET.****LógiXPro Simulator.**

La programación del PLC se efectuó mediante el software LogixProSimulator, este es un programa para la línea de controladores programables Micrologix de la marca Allen Bradley, desarrollado por la empresa LearningPit , con LogixPro se pueden realizar programas en lenguaje Ladder o escalera también conocido como diagrama de contactos , otro aspecto importante del programa es su fácil comprensión para el participante o programador que entrenara la automatización de procesos industriales con PLC.

El entorno del programa cuenta con un área de trabajo en la que se colocaran los segmentos de programación, en este espacio ubicaremos los elementos como contactares, bobinas, funciones logias, comparadores ramales en paralelo, etc. Todos estos elementos se ubican en la ventana de herramientas, clasificadas en categorías, entre ellas. User, Bit, Timer, Counter, Input, Output, etc.



Una vez realizado nuestro programa debemos activar la ventana de simulación adecuada los tipos de simuladores propuestos son los siguientes: I/O Simulator, Door Simulator, Silo Simulator, Batch Simulator y otros más. En el caso que se presenten dificultades en el proceso existe un segmento de ayuda, suministrado por el programa que aplica ciertos criterios básicos de programación y brinda algunos ejemplos básicos de ayuda al participante.

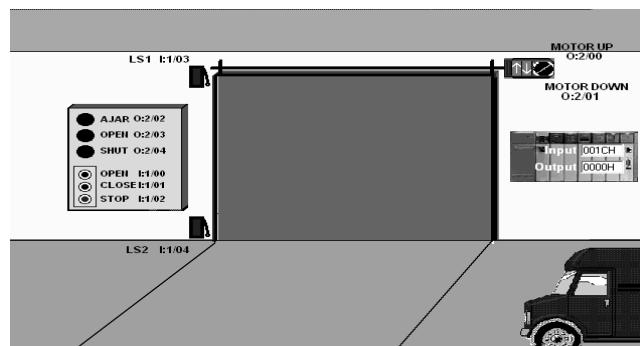
Una vez finalizado nuestro programa y verificado la respectiva simulación se procede a pasar el programa a la memoria del PLC, el software tiene esta función conectando la computadora al puerto de comunicación del controlador.

#### 4.1. ELABORA UN DIAGRAMA EN GRAFCET.

En esta actividad realizaremos un diagrama en Grafcet para la automatización de una puerta, presionando el botón OPEN la puerta se abrirá hasta que el sensor LS1 pueda detectar su apertura, de igual manera si presionamos el botón de CLOSE esta se cerrara hasta que detecte el sensor LS2

#### Proceso de Ejecución:

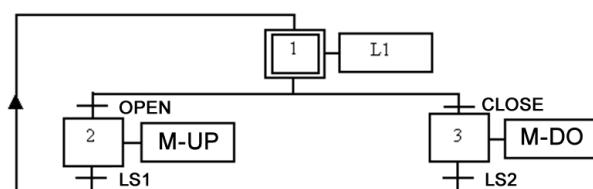
1. Tomaremos como referencia la simulación del programa LogixPro. **Door Simulator**



LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Door Simulator serán las siguientes:

- Open I:1/00.
- Close I:1/01.
- Stop I:1/02.
- Indicador Open O:2/03.
- Motor UpO:2/00.
- Motor DownO:2/01.
- Sensor LS2 I:1/04.
- Sensor LS1I:1/03.

2. A continuación se obtendrá el **GRAFCET** para el control de un montacargas que funciona entre dos plantas. El ejemplo es sólo pedagógico; para simplificarlo no se tendrá en cuenta la acción de parada. Los elementos necesarios son los siguientes



- La descripción del diagrama será la siguiente: Al arrancar el programa se activa la etapa inicial 1 encendiéndose la lámpara de paro L1, si la puerta esté

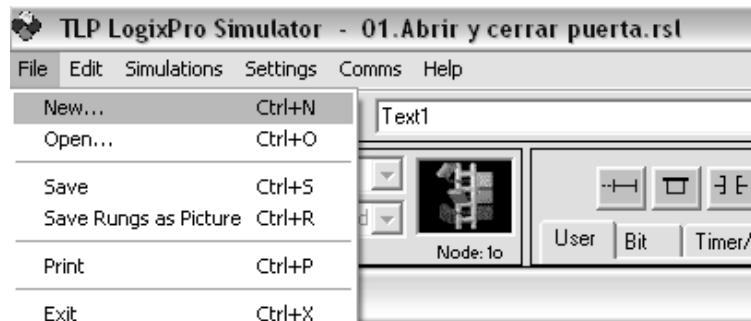
cerrada, Sensor LS2 = 1, la activación del pulsador para cerrar la puerta, no tendrá ningún efecto, en cambio la activación del pulsador de subida OPEN I:1/00 = 1, provocará la desactivación de la etapa 1 y la activación de la etapa 2 ya que se cumple la condición de transición, esto es, el producto lógico de OPEN y LS2 es 1 la activación de la etapa 2 excita el Contactor del Motor Up O:2/00 y la puerta sube, cuando la puerta este abierta LS1 = 1 se desactiva la etapa 2 y vuelve a activarse la 1, parándose el motor. En estas condiciones presionar el botón de OPEN I:1/00 no tiene efecto alguno y sobre CLOSE I:1/01 provoca la activación del Motor DOWNO:2/01, lo que hace que la puerta empiece a cerrarse hasta activarse el sensor LS2 = 1, momento en el que se parará el motor.

## 4.2. AUTOMATIZA LA APERTURA Y CIERRE DE UNA PUERTA.

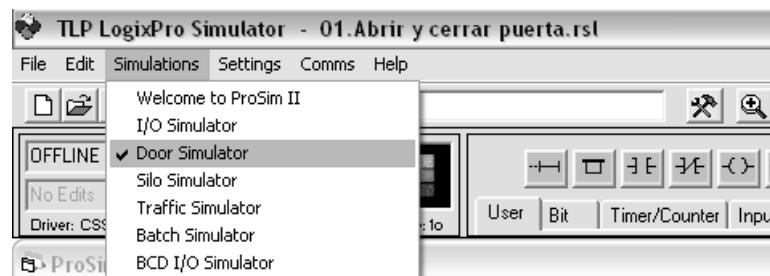
En esta actividad realizaremos la automatización de una puerta, presionando el botón **OPEN** la puerta se abrirá hasta que el sensor LS1 pueda detectar su apertura, de igual manera si presionamos el botón de **CLOSE** esta se cerrara hasta que detecte el sensor LS2

### Proceso de Ejecución.

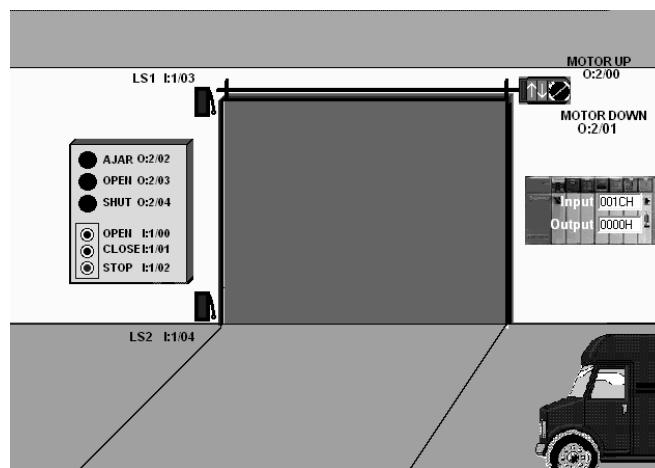
1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File / New**, en la parte derecha del programa aparecerá un área en blanco en la que insertaremos las funciones de nuestro programa.



2. Seleccionar el simulador que vamos a programar, en nuestro caso será **Door Simulator** en la barra de menú.



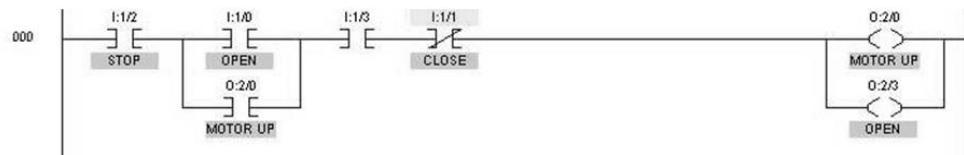
3. Aparecerá en la parte izquierda del programa un gráfico correspondiente al sistema de apertura y cierra de una puerta, en este grafico veremos un panel de control con pulsadores, indicadores, también veremos actuadores(motores), sensores y finales de carrera.



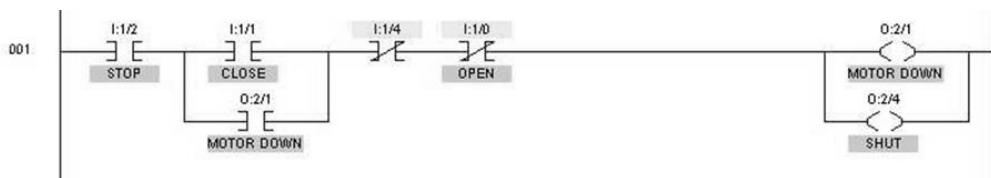
LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Door Simulator serán las siguientes:

- Open I:1/00
- Close I:1/01
- Stop I:1/02
- Indicador Open O:2/03
- Motor Up Open O:2/00
- Motor Up Open O:2/01
- Sensor LS2 I:1/04
- Sensor LS1 I:1/03

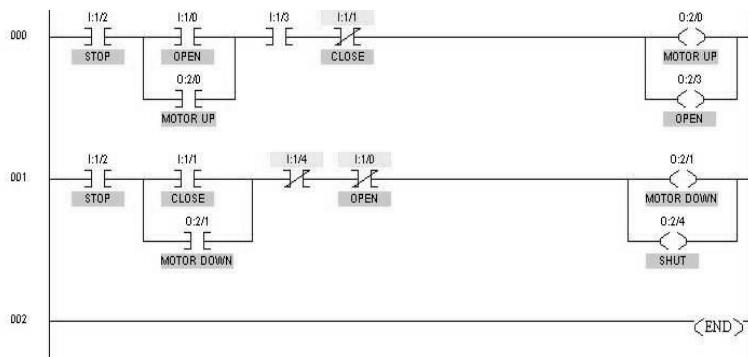
4. Insertaremos en el segmento 000 el contacto STOP (NC) en serie a OPEN (NA), LS1 (NC), CLOSE (NC), MOTOR-UP e **INDICADOR OPEN**. El pulsador de **STOP** se encargara de detener el sistema, el botón de OPEN iniciara la apertura de la puerta hasta que el sensor de nivel LS1 detecte que la puerta está totalmente abierta. La bobina **MOTOR-UP** se encargara de mantener energizado al motor y el botón de **CLOSE** cambiara la orden de apertura si este contacto se abre, esto lo hacemos para evitar que la puerta se abra y cierre al mismo tiempo lo que produciría un corto circuito en el motor.



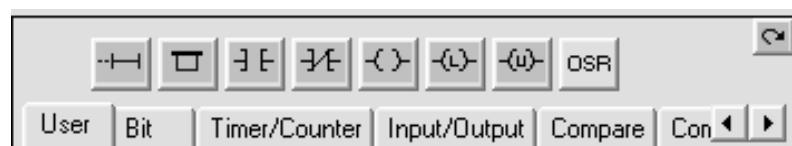
5. Insertaremos en el segmento 001 el contacto **STOP (NC)** en serie a **OPEN (NA)**, **LS1 (NC)**, **CLOSE (NC)**, **MOTOR-DOWN** e **INDICADOR SHUT**. El pulsador de STOP se encargara de detener el sistema, el botón de CLOSE iniciara el cierre de la puerta hasta que el sensor de nivel LS2 detecte que la puerta está totalmente cerrada. La bobina MOTOR-DOWN se encargará de mantener energizado al motor y el botón de OPEN cambiará la orden de cierre si este contacto se abre.



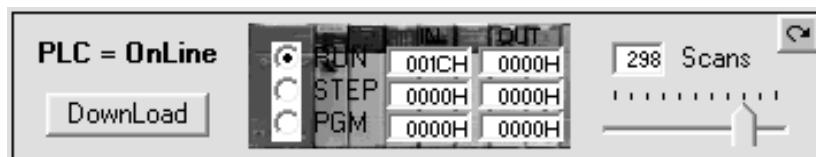
6. Finalmente nuestro programa será como el que se muestra en la siguiente figura.



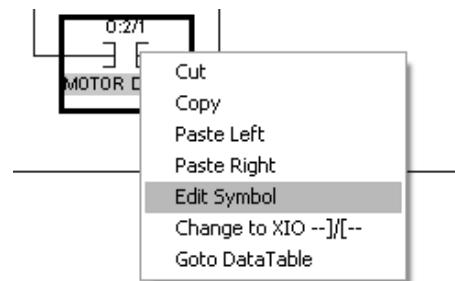
7. Para iniciar la simulación de nuestro programa presionaremos el botón que se encuentra en la parte superior derecha.



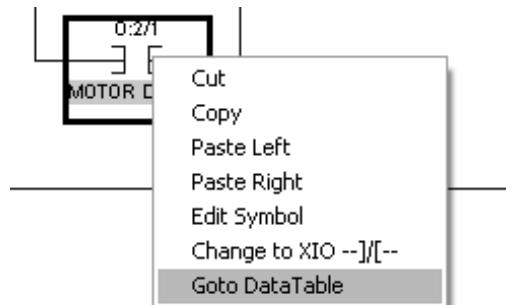
Cambiaran las opciones de programación por aquellas que nos servirán para descargar el programa al controlador, ejecutar programa y seleccionar la velocidad de ejecución.



8. Si queremos personalizar los bloques de las funciones de nuestro programa debemos hacer clic derecho sobre el icono y seleccionar la opción **Edit Symbol**.



9. Para averiguar el estado de un Bit configurado por nuestro programa solo bastara seleccionar la opción **GotoDataTable**.



Las ventanas que aparecerán varían de acuerdo a la selección que realicemos, estas pueden ser Bits, Contadores, Salidas, Entradas, etc. En nuestro caso veremos la tabla de entrada (Input Table).

**Input Table**

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
I:0/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
I:1/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I:2/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I:3/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I:4/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I:5/	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Radix:  Table:

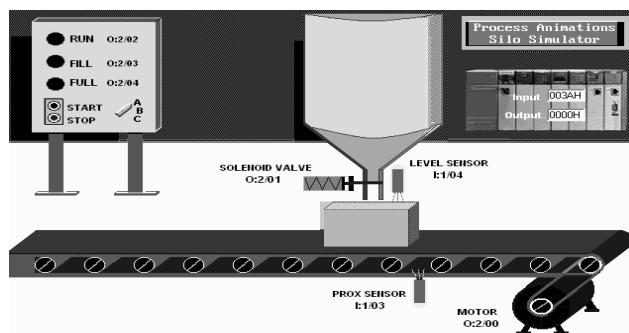
Address  Symbol

#### 4.3. AUTOMATIZA EL LLENADO DE DEPÓSITOS.

En esta actividad realizaremos la automatización de una línea de producción para el llenado de depósitos, estos depósitos se transportan en una faja trasportadora hasta un silo en el que se descargara el producto, el proceso inicia presionando el botón de **START**, si en cualquier momento ocurre un desperfecto en el sistema con el botón de **STOP** se puede detener, una electroválvula se encarga de descargar el producto y un motor de mover la faja transportadora

## Proceso de Ejecución.

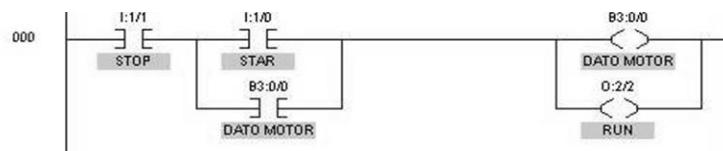
1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File /New**, luego en la opción **Proyecto / Silo Simulator**.



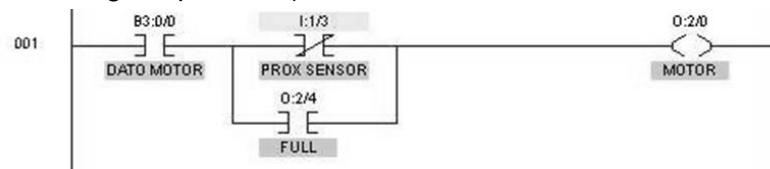
LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Door Simulator serán las siguientes:

- Start I:1/0
  - Stop I:1/1
  - IndicadorRUNO:2/2
  - IndicadorFULLO:2/4
  - Motor O:2/0Sensor PROXIMIDAD I:1/03
  - Sensor LEVELI:1/04
  - SOLENOID VALVEI:1/04

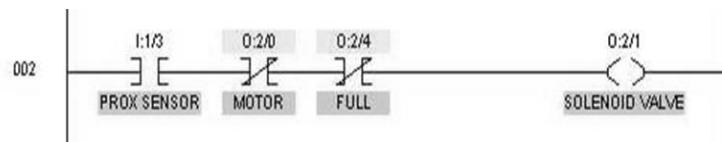
2. Agregar el botón de **START** inicia el sistema, cuando es presionado se activa un bit denominado **DATO MOTOR**, de igual manera se activara el indicador **RUN**.



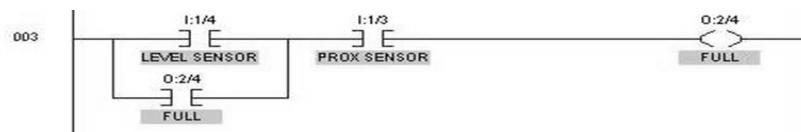
3. El bit **DATO MOTOR** activara a el motor que está conectado a la faja transportadora hasta que el sensor de proximidad **PROX SENSOR** detecte un depósito para ser llenado, en ese momento el motor se detendrá, el motor se activara nuevamente si el indicador **FULL** se activa (esto ocurre cuando a el depósito se le descargo el producto).



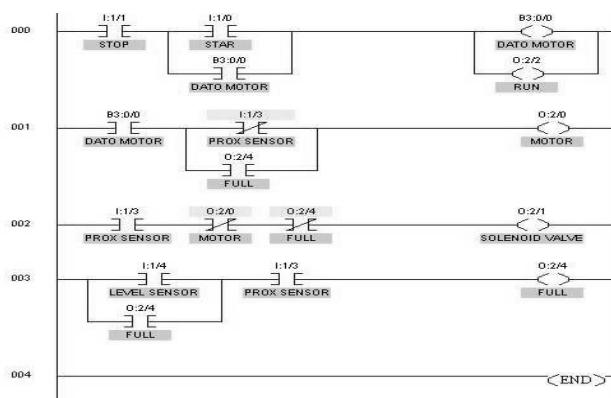
4. Agregar una electroválvula denominada **SOLENOID VALVE**, esta electroválvula activara a un cilindro neumático que moverá una compuerta para la descarga de material en el depósito, esta descarga se producirá solo si el motor está detenido y el indicador de **FULL** también está desactivado.



5. Luego haber agregado el contacto de **FULL**, agregaremos una bobina de salida para este mismo indicador, esta bobina se activara cuando el sensor de nivel detectara el producto en el depósito y para ello también el sensor de proximidad también deberá estar activado, cuando esto suceda la electroválvula se desactivará.



6. Finalmente nuestro programa será como el que se muestra en la siguiente figura y podemos descargarlo al **PLC**.

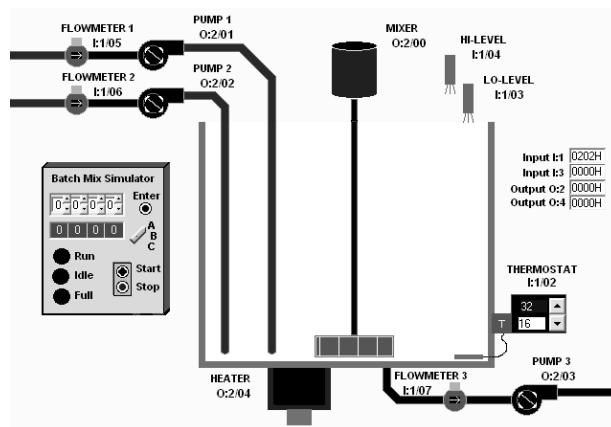


#### 4.4. AUTOMATIZA EL LLENADO DE UN TANQUE DE AGUA.

En esta actividad realizaremos la automatización de para el llenado de un tanque de agua, cuando pulsemos el botón de START una bomba PUMP2 iniciara el llenado del tanque hasta que sensor de nivel superior HI-LEVEL se active, luego el calentador HEATER se energizara aumentando la temperatura del agua dentro del tanque, cuando el agua alcance la temperatura deseada se pondrá en funcionamiento el mezclador MIXER.

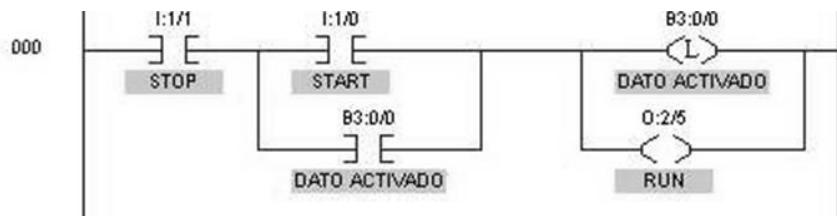
#### Proceso de Ejecución.

1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File /New**, luego en la opción **Simulación / Batch Simulator**.



LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Door Simulator serán las siguientes:

- Start I:1/0
  - Stop I:1/1
  - IndicadorRUNO:2/5
  - Bomba PUMP2O:2/02
  - Mezclador MIXERO:2/00
  - CalentadorHETERO:2/04
  - THERMOSTAT I:1:02
2. Agregar los botones de **STAR**, **STOP** y el indicador de **RUN**, cuando presionemos el botón de **START** se energizara la bobina correspondiente a un bit al que llamaremos **DATO ACTIVADO** y la bobina correspondiente a el indicador de **RUN**, debemos mencionar que el bit de dato activado quedara enganchado en este estado (L)



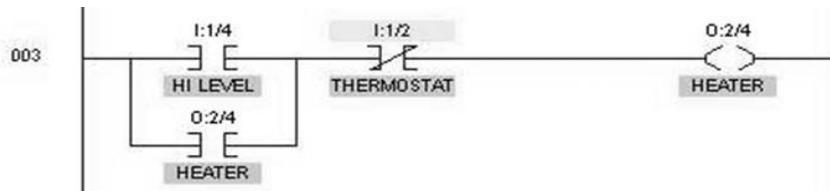
3. Agregar una bobina para activar a la bomba **PUMP2**, el motor de la bomba se energizara mientras se encuentre activo el bit de **DATO-ACTIVADO**.



4. Agregaremos un contacto para el sensor de nivel **HI\_LEVEL**, cuando el nivel de agua sube activa este sensor y desactivara el estado del bit **DATO\_ACTIVADO** en consecuencia la bomba se apagará.



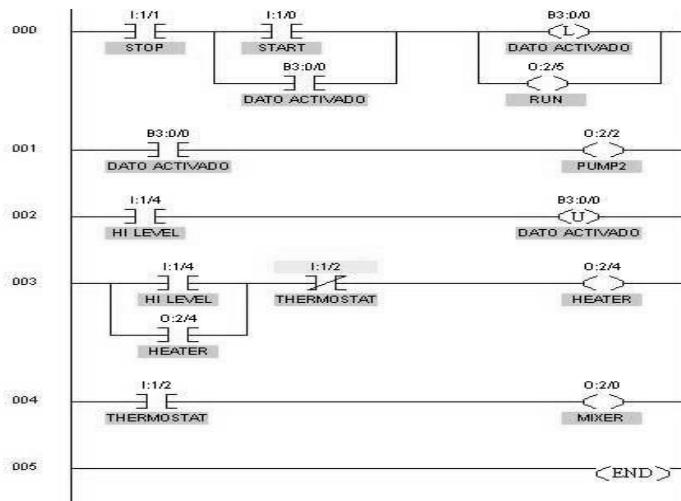
5. El sensor de Nivel energizará el calentador **HEATER** y este permanecerá activado gracias al contacto que tiene el mismo nombre, el calentador aumentara la temperatura del tanque de agua mientras el termostato no llegue a la temperatura deseada.



6. Cuando el termostato de active energizara a la bobina del mezclador de agua para mantener el agua a temperatura constante.



7. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File /New**, luego en la opción **Simulación / Batch Simulator**.



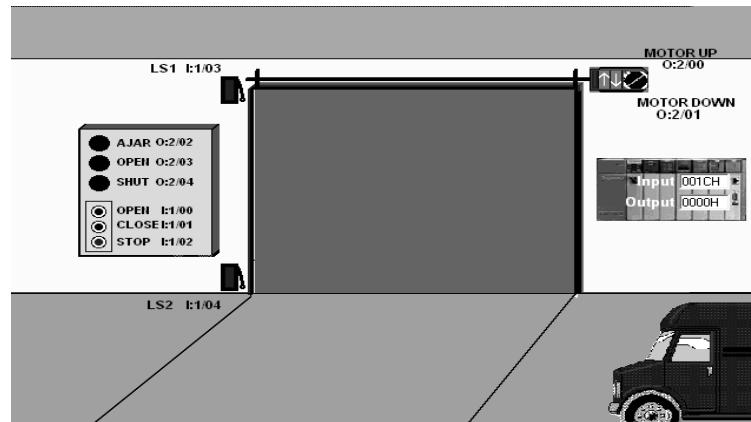
## ELABORA PROGRAMAS CON TEMPORIZACIONES Y CONTADORES.

### 4.5. AUTOMATIZA LA APERTURA Y CIERRE DE UNA PUERTA.

En esta actividad realizaremos la automatización de una puerta (similar a la actividad 3.1), presionando el botón OPEN la puerta se abrirá hasta que el sensor LS1 pueda detectar su apertura, de igual manera si presionamos el botón de CLOSE esta se cerrara hasta que detecte el sensor LS2. Agregaremos a este programa un temporizador que permitirá controlar el pase de un vehículo por esta puerta

#### Proceso de Ejecución.

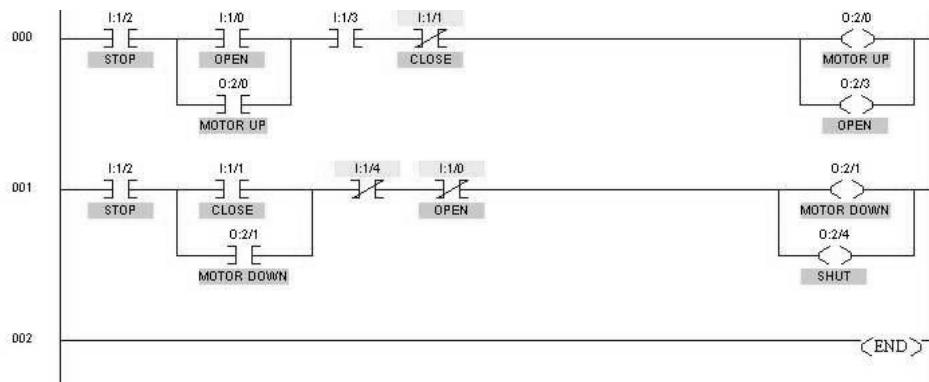
1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File / New**, en la parte derecha del programa aparecerá un área en blanco en la que insertaremos las funciones de nuestro programa.



LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para **Door Simulator** serán las siguientes:

- Open I:1/00
- Close I:1/01
- Stop I:1/02
- Indicador Open O:2/03
- Motor Up Open O:2/00
- Motor Up Open O:2/01
- Sensor LS2 I:1/04
- Sensor LS1 I:1/03

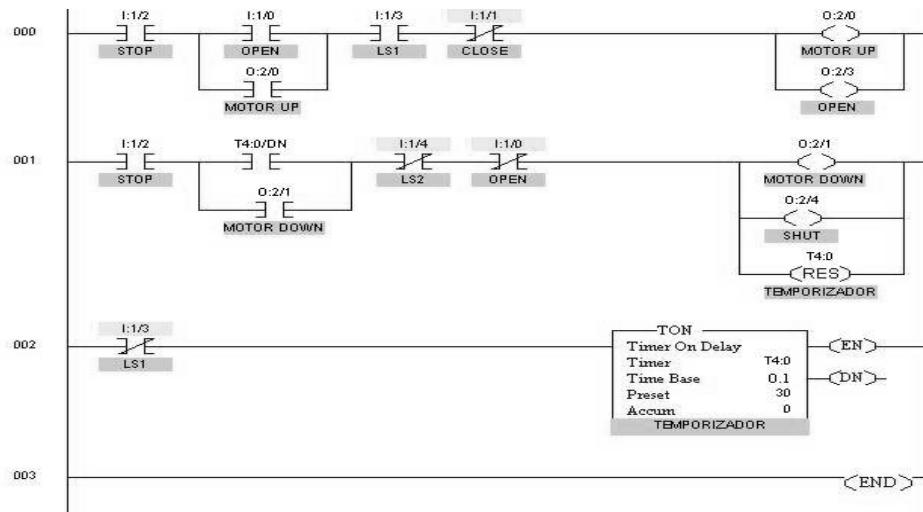
El problema desarrollado en la actividad 3.1 se muestra en la siguiente figura, agregaremos un temporizador a este programa para no tener que presionar la el botón **CLOSE**.



2. Cuando el sensor LS1 detecta la puerta abierta totalmente habilitara el acumulador del temporizador **TON**, el valor del acumulador se incrementara de acuerdo a la base de tiempo prefijada en **TIME\_BASE**, este valor incrementara hasta que sea igual al valor de **PRESET**.



3. Cambiaremos el pulsador CLOSE por el bit **DN** del temporizador **TON**, con esto lograremos cerrar la puerta después de un instante de tiempo.

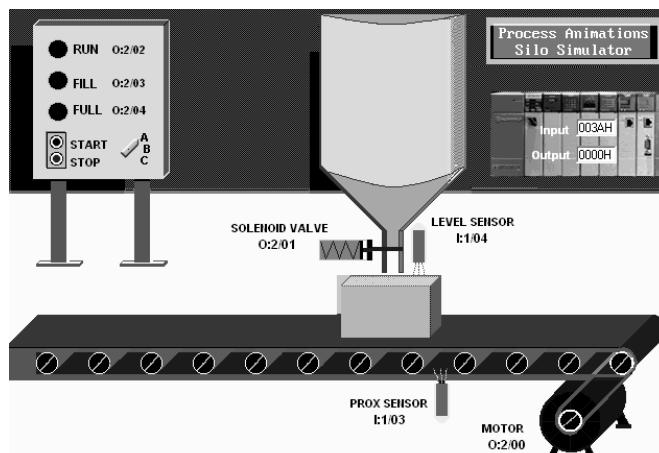


## 4.6. AUTOMATIZA EL LLENADO DE DEPÓSITOS EN UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.

En esta actividad realizaremos la automatización de un proceso similar al de la actividad 3.2, a la programación de esta actividad agregaremos una función para contabilizar la cantidad de cajas que se está llenando, esta función es muy útil en procesos como líneas de envasado.

Proceso de Ejecución.

1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción **File /New**, luego en la opción **Proyecto / Silo Simulator**.

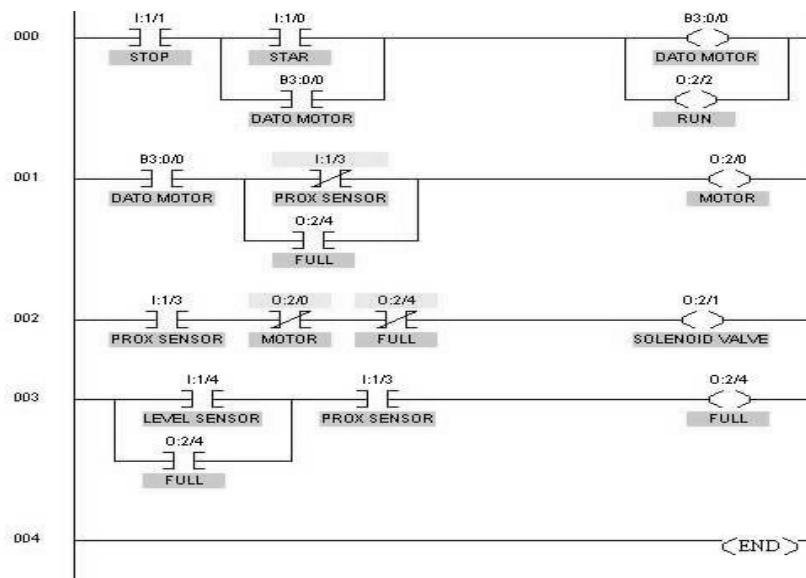


LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Door Simulator serán las siguientes:

- Start I:1/0
- Stop I:1/1
- IndicadorRUNO:2/2

- Indicador FULL:2/4
- Motor O:2/0 Sensor PROXIMIDAD I:1/03
- Sensor LEVEL I:1/04
- SOLENOID VALVE I:1/04

El problema desarrollado en la actividad 3.2 se muestra en la siguiente figura, agregaremos un Contador a este programa para contabilizar las cajas que se van llenando con el producto.



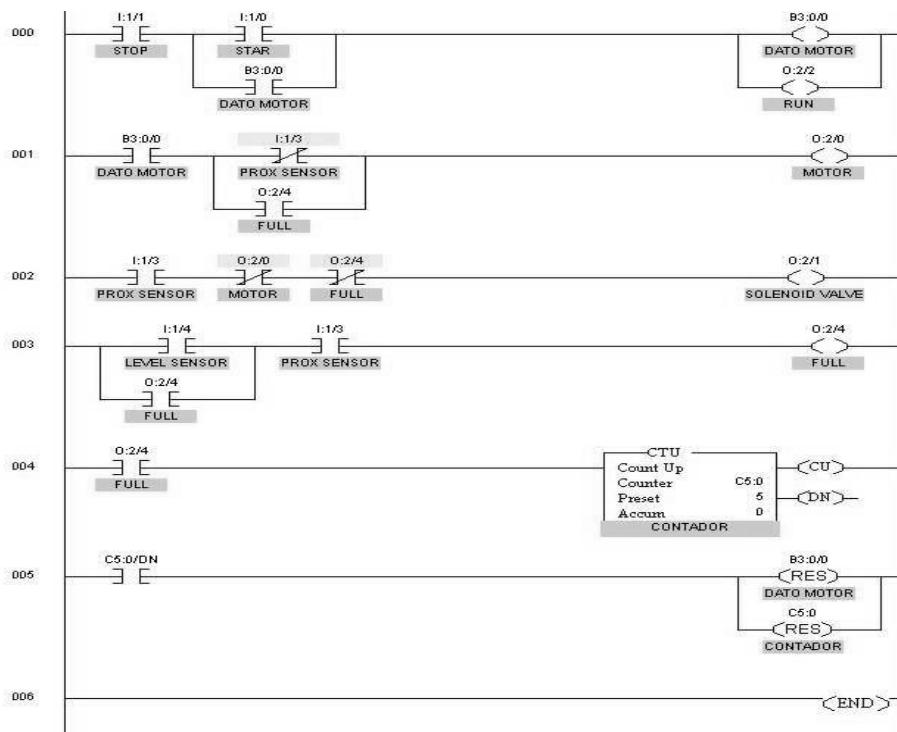
2. Agregaremos un contacto relacionado al indicador **FULL**, este indicador activara el acumulador del contador **CTU**, con cada caja llenada de producto se incrementara este acumulador hasta que sea igual a **PRESET**.



3. EL contador **CTU** tiene un bit denominado **DN** que se activara cuando el valor del acumulador es igual que el **PRESET**, este bit será conectado a dos bobinas de **RESET** la primara será para inicializar al bit **DATO MOTOR** y el otro para el contador **CTU**.



4. El programa finalmente quedara como se muestra en la siguiente figura, ahora podemos descargarlo al **PLC**.



### FUNDAMENTO TEÓRICO.

En el siguiente apartado el participante conocerá la metodología para el desarrollo y simulación de programas de control para procesos secuenciales. Los trabajos realizados en los últimos años, han conducido a representaciones gráficas de las especificaciones funcionales que son totalmente independientes de la realización tecnológica, pudiendo ésta ser cableada (módulos neumáticos, relés electromecánicos o módulos electrónicos) o programada (PLC, ordenador o microprocesador). Estas nuevas formas de representación se basan en los conceptos de etapa y de receptividad que simplifica en gran medida la síntesis de los automatismos secuenciales, al considerar el hecho de que, entre el gran número de informaciones disponibles, pocas son significativas en un determinado momento. A partir de estas ideas, los trabajos efectuados por las comisiones de AFCET y de ADEPA han dado como resultado la definición de un diagrama funcional: el GRAFCET, (Graphe de ComandsEtape/Transition, gráfico de mando etapa/transición).

Este diagrama funcional permite describir los comportamientos del automatismo en relación a las informaciones que recibe, imponiendo un funcionamiento riguroso, evitando de esta forma incoherencias, bloqueos o conflictos en el funcionamiento. En cada nivel de descripción, este diagrama puede ser modificado o corregido, sin necesidad de volver a partes ya estudiadas.

### **LÓGIXPRO SIMULATOR.**

La programación del PLC se efectuó mediante el software LogixPro Simulator, este es un programa para la línea de controladores programables Micrologix de la marca Allen Bradley, desarrollado por la empresa LearningPit, con LogixPro se pueden realizar programas en lenguaje Ladder o escalera también conocido como diagrama de contactos, otro aspecto importante del programa es su fácil comprensión para el participante o programador que entrenara la automatización de procesos industriales con PLC.

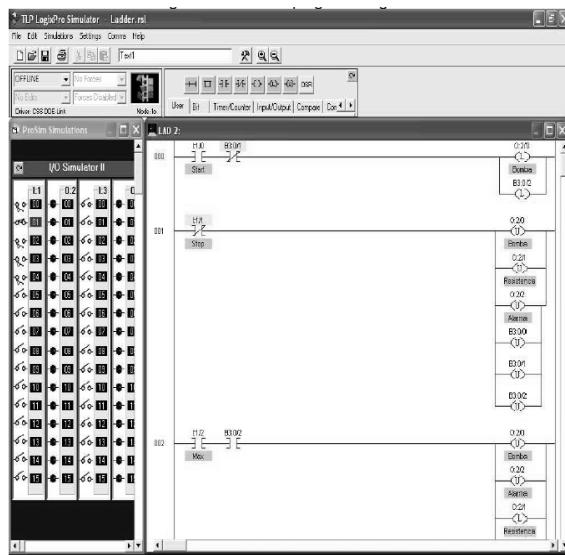
El entorno del programa cuenta con un área de trabajo en la que se colocaran los segmentos de programación, en este espacio ubicaremos los elementos como contactares, bobinas, funciones logias, comparadores ramales en paralelo, etc. Todos estos elementos se ubican en la ventana de herramientas, clasificadas en categorías, entre ellas. User, Bit, Timer, Counter, Input, Output, etc.



Una vez realizado nuestro programa debemos activar la ventana de simulación adecuada los tipos de simuladores propuestos son los siguientes: I/O Simulator, Door Simulator, Silo Simulator, Batch Simulator y otros más. En el caso que se presenten dificultades en el proceso existe un segmento de ayuda, suministrado por el programa que aplica ciertos criterios básicos de programación y brinda algunos ejemplos básicos de ayuda al participante.

El simulador más útil y sencillo de programar es el simulador de entradas y salidas, en este simulador las entradas se representan como contactos definidos por el usuario y la salida como focos luminosos (los contactos pueden ser normalmente abiertos o cerrados, pulsador fijo o con retorno, etc.).

Una vez finalizado nuestro programa y verificado la respectiva simulación se procede a pasar el programa a la memoria del PLC, el software tiene esta función conectando la computadora al puerto de comunicación del controlador.

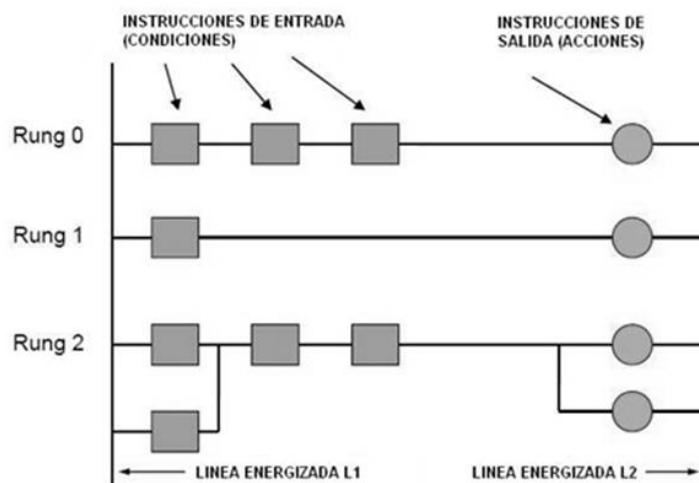


## LADDER.

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, quizás el más común sea la programación tipo **escalera o Ladder**. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "**escalera**" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones. De esta manera Las principales características del **lenguaje Ladder** son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda.
  - Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
  - Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC.
  - La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
  - El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

## DESCRIPCION LOGICA LADDER



Las instrucciones de entrada son las condiciones que tiene el circuito para dejar o no dejar pasar la corriente de una línea a la otra. Estas condiciones se manejan comúnmente con contactos normalmente abierto o normalmente cerrados los cuales interpretan las señales de alto y bajo de sensores o interruptores. Si las condiciones son verdaderas la corriente llega a las instrucciones de salida las cuales generan acciones como energizar la bobina de un motor o energizar una lámpara por ejemplo. De esta forma el paso de la corriente a las bobinas de salida están condicionadas por la lógica que manejen las instrucciones de entradas.

Un PLC tiene muchas terminales "de entrada" y también muchos terminales de salida, a través de los cuales se producen las señales "alta" o "baja" que se transmiten a las luces de energía, solenoides, contactores, pequeños motores y otros dispositivos que se prestan a control on / off.

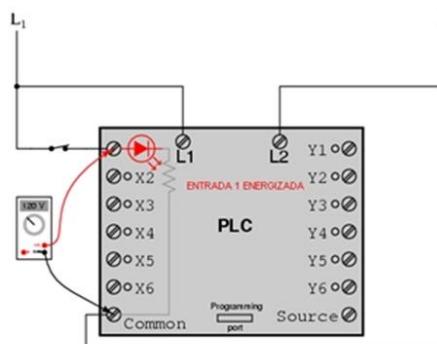
En un esfuerzo por hacer PLC fácil de programar, **el lenguaje de programación Ladder** fue diseñado para asemejarse a los diagramas de lógica de escalera. Por lo tanto, un electricista industrial o ingeniero eléctrico, acostumbrados a leer esquemas de lógica Ladder se sentirán más cómodos con la programación de un PLC si se maneja con el lenguaje Ladder.

## LÓGICA LADDER Y SU CABLEADO.

Las conexiones de las señales y estándares de programación varían un poco entre los diferentes modelos de PLC, pero los conceptos son los mismos, así que tanto el cableado de alimentación como la programación son de alguna forma genéricos.

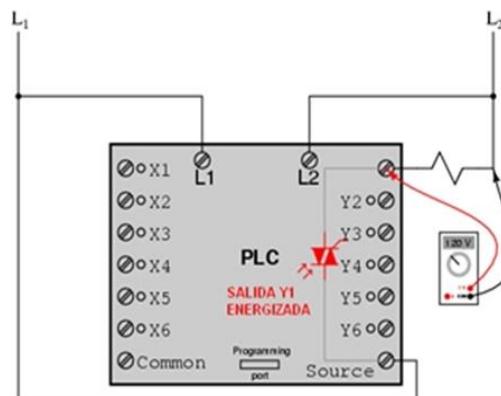
La siguiente ilustración muestra un PLC simple, como podría parecer desde una vista frontal. Dos terminales de tornillo proporcionan una conexión a 120 voltios de corriente alterna para alimentar los circuitos internos del PLC, L1 y L2. Seis terminales de tornillo en el lado izquierdo permiten conectar dispositivos de entrada, cada terminal

que representa una entrada diferente "canal" con su propio "X" de la etiqueta. La terminal de tornillo inferior izquierda es un "común" de conexión, que suele ser vinculado a la L2 (neutral) de la fuente de alimentación de 120 VCA.



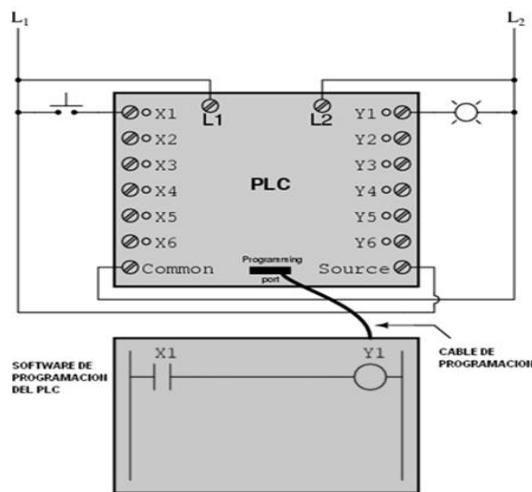
Dentro del PLC, conectado entre los bornes de entrada y el terminal común, está un dispositivo opto-acoplador que proporciona una señal de "alto" al circuito interno del PLC cuando hay una señal de 120 VCA aplicada entre el terminal de entrada correspondiente y el terminal común. Un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de entrada.

Las señales de salida son generadas por el circuito de la CPU del PLC que activa un dispositivo de conmutación (transistor, TRIAC, o incluso un relé electromecánico), conectando la "fuente" a cualquier terminal de la terminales de salida "Y". La "Fuente" de los terminales, en consecuencia, es por lo general relacionada con L1 de la fuente de alimentación de 120 VCA. Al igual que con cada entrada, un LED indicador en el panel frontal del PLC da una indicación visual de una "energía" de salida.



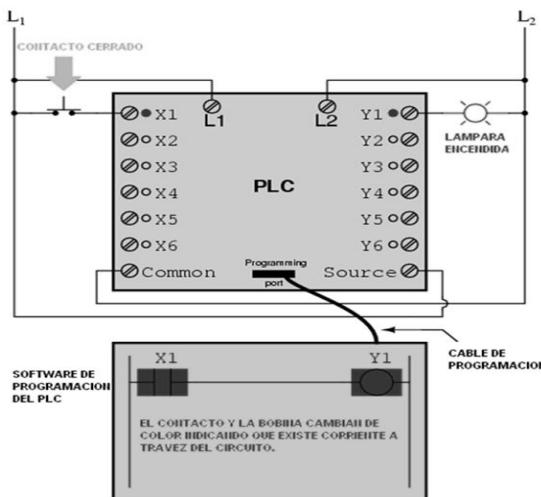
La lógica real del sistema de control se establece en el PLC por medio de un software que determina qué salida se energiza en qué condiciones de entrada. Aunque el programa en sí parece ser un diagrama de lógica Ladder, con los símbolos de interruptores y relés, no hay contactos de interruptores reales o bobinas de relés dentro del PLC para crear las relaciones lógicas entre la entrada y salida. Estos contactos y bobinas son imaginarios. El programa se carga en el PLC y es visto a través de una computadora personal conectada al puerto de programación del PLC.

Para tener más claro el concepto de cómo se relaciona la lógica Ladder con el cableado del PLC considere el siguiente circuito y el programa del PLC:

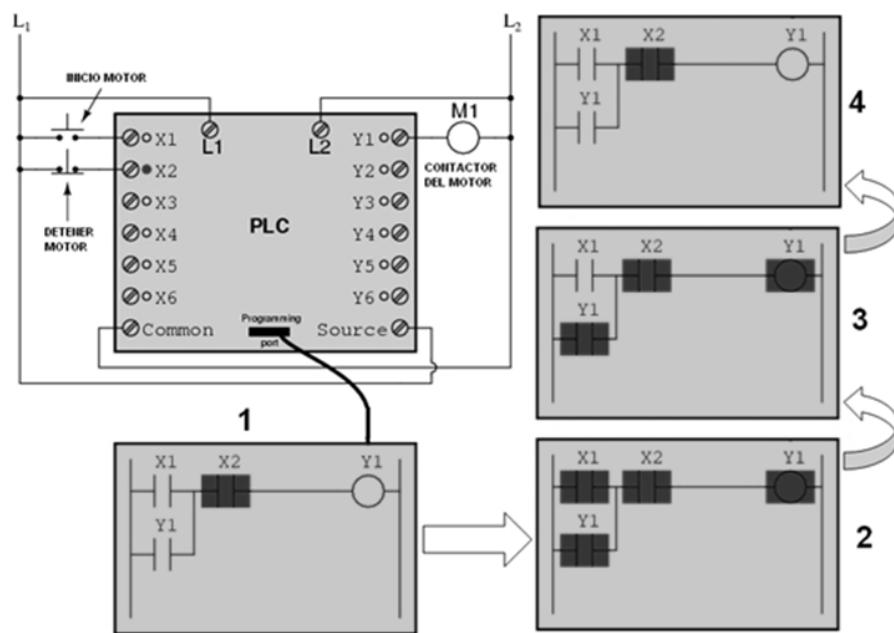


Cuando el interruptor de botón no es presionado (desactivado), no hay corriente en la entrada X1 del PLC. En el software se muestra un contacto normalmente abierto X1 en serie con una bobina Y1. Mientras en la entrada X1 no se encuentre una señal "alto" no se enviará ninguna corriente a la bobina Y1 puesto que el contacto es normalmente abierto. Por lo tanto, la salida asociada a Y1 sigue sin energía y la lámpara sigue apagada.

Si el interruptor de botón se presiona la corriente circula por el contacto, que ahora cambia a estado cerrado, y se envía una señal "alto" a la entrada X1 del PLC. Todos y cada uno de los contactos X1 que aparecen en el programa asumirán el accionamiento (no normal), como si se tratara de contactos del relé accionado por la excitación de una bobina de relé denominada "X1". En este caso, la activación de la entrada X1 hará que el contacto X1 normalmente abierto se cierre y así permita el paso de corriente a la bobina Y1. Cuando la bobina Y1 del programa se "energiza", la salida Y1 real se energiza, y así la lámpara tiene energía para iluminar.



El verdadero poder y la versatilidad de un PLC se revela cuando queremos modificar el comportamiento de un sistema de control. Dado que el PLC es un dispositivo programable, que puede alterar su comportamiento cambiando sus instrucciones de lógica interna sin tener que volver a configurar los componentes eléctricos conectados al mismo. Por ejemplo, supongamos que lo que se quería hacer con la lámpara era una conmutación invertida: pulsando el botón para que la lámpara se apague, y soltarlo para que se prenda. La solución vista desde el "hardware" requeriría que un pulsador normalmente cerrado se sustituirá por el interruptor normalmente abierto puesto en el circuito. La solución vista desde el "software" es mucho más fácil: basta con modificar el programa para que el contacto X1 sea normalmente cerrado en vez de normalmente abierto. Además de esto, puesto que cada salida en el PLC no es más que un bit en su memoria, podemos asignar contactos en programa del PLC "comandados" por una salida (Y) de estado. Tomemos, por ejemplo, un circuito de control de arranque-parada de un motor:



El botón del interruptor conectado a la entrada X1 funciona como el interruptor de "inicio", mientras que el interruptor conectado a X2 de entrada sirve como el "Stop". Otro contacto en el programa, llamado Y1, utiliza el estado de la bobina de salida como un sello de contacto de manera que el contactor del motor seguirá siendo energizado después de que el botón de "Inicio" sea liberado. En el estado inicial (**secuencia 1**) se puede ver el contacto normalmente cerrado X2 en un bloque de color, mostrando que se encuentra en un estado cerrado ("conduciendo electricidad").

Si se presiona el botón "Inicio" (**secuencia 2**) se energiza la entrada X1 del PLC, por lo que se cierra el contacto X1 en el programa, y así el envío de corriente a la bobina Y1. De esta forma se energiza también la salida rea Y1 y se aplican los 120 voltios de CA al contactor de la bobina del motor. El contacto Y1 paralelo también se "cierra",

con lo que se enclava el "circuito", es decir si se libera el botón de inicio, el contacto normalmente abierto X1 volverá a su estado "abierto", pero el motor seguirá funcionando debido a que el contacto Y1 sigue proporcionando la "continuidad" a la corriente de la bobina Y1, manteniendo así la salida Y1 energizada, (**Secuencia 3**).

Para detener el motor, se debe pulsar el botón "Stop", que activará la entrada X2 y abrirá el contacto normalmente cerrado, rompiendo la continuidad de la corriente hacia la bobina Y1.

Cuando el "Stop" botón se libere la entrada X2 se desactivará, volviendo al contacto X2 a su estado normal, cerrado. El motor, sin embargo, no se reanudará hasta que el botón "Start" se active, porque el contacto que lo enclavaba se desenergizó con el rompimiento de continuidad en el circuito al oprimir el botón Stop.

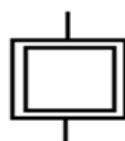
### **GRAFCET.**

El **GRAFCET** (Gráfica de Control de Etapas de Transición) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino un tipo de Grafo para elaborar el modelo pensando en la ejecución directa del automatismo o programa de autómata. Varios fabricantes en sus autómatas de gama alta hacen este paso directo, lo que lo ha convertido en un potente lenguaje gráfico de programación para autómatas, adaptado a la resolución de sistemas secuenciales. En la actualidad no tiene una amplia difusión como lenguaje, puesto que la mayoría de los autómatas no pueden programarse directamente en este lenguaje, a diferencia del Lenguaje Ladder. Pero se ha universalizado como herramienta de modelado que permite el paso directo a programación, también con Ladder.

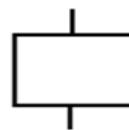
### **ELEMENTOS DE PROGRAMACIÓN.**

Para programar un autómata en GRAFCET es necesario conocer cada uno de los elementos propios de que consta. En la siguiente tabla se muestran los comunes.

**Etapa inicial.** Indica el comienzo del esquema GRAFCET y se activa al poner en RUN el autómata. Por lo general suele haber una sola etapa de este tipo.



**Etapa.** Su activación lleva consigo una acción o una espera.



**Unión.** Las uniones se utilizan para unir entre sí varias etapas.



**Transición.** Condición para desactivarse la etapa en curso y activarse la siguiente etapa, Se indica con un trazo perpendicular a una unión.



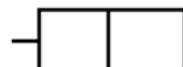
**Direccionamiento.** Indica la activación de una u otra etapa en función de la condición que se cumpla.



**Proceso simultáneo.** Muestra la activación o desactivación de varias etapas a la vez.



**Acciones asociadas.** Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.



### PRINCIPIOS BÁSICOS.

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios básicos:

- Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición y está activa la etapa anterior.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

## CLASIFICACIÓN DE LAS SECUENCIAS EN GRAFCET.

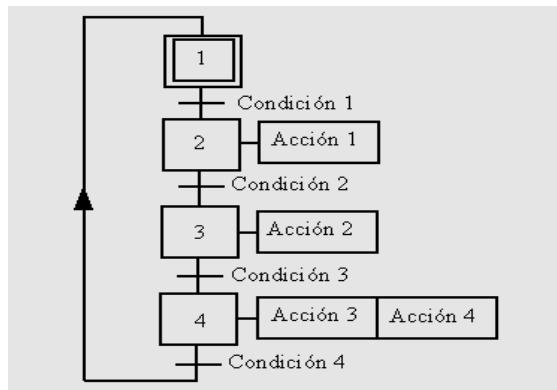
En un GRAFCET podemos encontrarnos con tres tipos de secuencias:

- Lineales.
- Con direccionamientos o alternativa.
- Simultáneas.

### LINEALES.

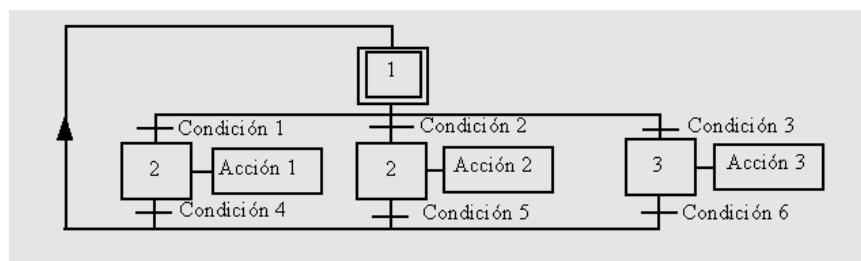
En las secuencias lineales el ciclo lo componen una sucesión lineal de etapas como se refleja en el siguiente GRAFCET de ejemplo.

El programa irá activando cada una de las etapas y desactivando la anterior conforme se vayan cumpliendo cada una de las condiciones. Las acciones se realizarán en función de la etapa activa a la que están asociadas. Por ejemplo, con la etapa 1 activa tras arrancar el programa, al cumplirse la "Condición 1", se activará la etapa 2, se desactivará la 1, y se realizará la "Acción 1".



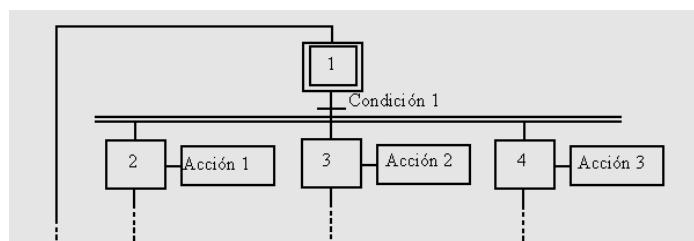
### Con direccionamiento.

En un GRAFCET con direccionamiento el ciclo puede variar en función de la condición que se cumpla. En el siguiente ejemplo a partir de la etapa inicial se pueden seguir tres ciclos diferentes dependiendo de cuál de las tres condiciones (1, 2 ó 3) se cumpla, (sólo una de ellas puede cumplirse mientras la etapa 1 esté activa):



### Simultáneas.

En las secuencias simultáneas varios ciclos pueden estar funcionando a la vez por activación simultánea de etapas. En el siguiente ejemplo, cuando se cumple la condición 1 las etapas 2, 3 y 4 se activan simultáneamente.

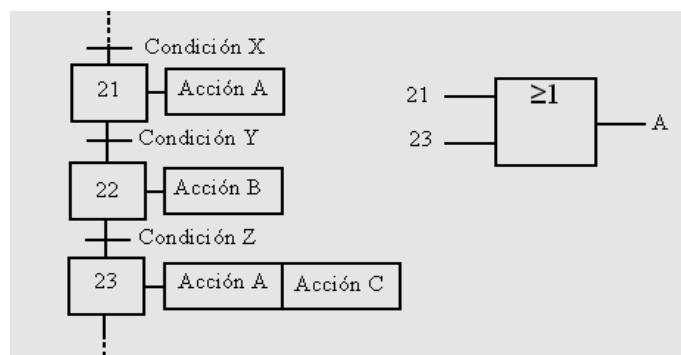


### Clasificación de las Acciones.

En un GRAFCET nos podemos encontrar con alguna o varias de las acciones asociadas a una etapa que se describen seguidamente.

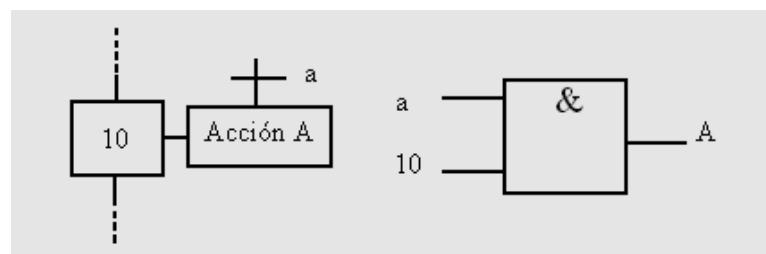
#### Acciones asociadas a varias etapas.

Una misma acción puede estar asociada a etapas distintas. Así en el siguiente ejemplo la acción A se realiza cuando está activa la etapa 21 ó la 23 (función **O**):



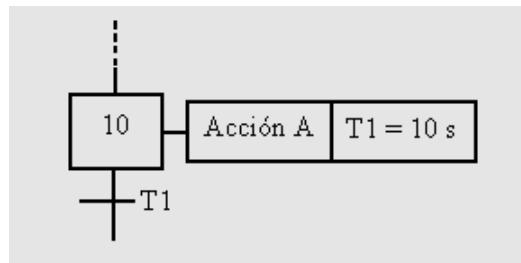
#### Acciones condicionadas.

La ejecución de la acción se produce cuando además de encontrarse activa la etapa a la que está asociada, se debe verificar una condición lógica suplementaria (función **Y**):



**Acciones temporizadas o retardadas.**

Es un caso particular de las acciones condicionadas que se encuentran en multitud de aplicaciones. En este caso, el tiempo interviene como una condición lógica más. En el siguiente ejemplo la acción A se realizará durante 10 segundos:



## **TAREA 5: ELABORA PROYECTOS AUTOMATIZADOS.**

Un Proyecto automatizado es un conjunto armonizado de diversos subsistemas como son: neumáticos, hidráulicos, mecánicos, electrónicos, software, etc. Todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar materia prima en otros productos, estos proyectos deben tener:

- Mínimo tiempo en cada proceso (tiempo suficiente para que los operadores terminen el trabajo).
- Transporte entre etapas del proceso.
- Almacenamiento entre las operaciones.

### **EQUIPOS Y MATERIALES:**

- Computador Pentium 4 o superior.
- Sistema operativo Windows XP o superior.
- Versión de evaluación de programación Industrial LogixPro Simulator.

### **ORDEN DE EJECUCIÓN:**

- Instalación de los programas de Automatización en la computadora.
- Implementación de las tareas y comprobación del correcto funcionamiento de las actividades.

## **ELABORA PROGRAMAS AUTOMATIZADOS IMPLEMENTANDO PARADAS DE EMERGENCIA.**

### **PROCESO DE ENVASADO.**

Se conoce como **maquinaria de envasado** a las líneas de producción destinadas a la introducción del producto dentro de su envase y a la introducción de los envases en sus embalajes.

A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en cuenta tanto el producto que se desea envasar como las necesidades de producción. Según el primer punto, se escogerá un tipo de equipamiento u otro y según el segundo, el nivel de automatización y la velocidad de la línea.

Para la selección de la maquinaria deben tenerse en cuenta también los siguientes puntos: capacidades técnicas, necesidades de personal, seguridad laboral, mantenimiento, nivel de servicio, fiabilidad, confiabilidad, capacidad de integrarse dentro de la línea de producción, coste del equipo, espacio requerido, flexibilidad, consumo de energía, calidad de los embalajes producidos, certificaciones (para

alimentos, productos farmacéuticos, etc.), eficiencia, productividad, ergonomía, retorno de la inversión, etc.

La primera fase del envasado consiste en la introducción de manera efectiva del producto dentro de su envase: botellas, botes, latas, briks, blísters, embalaje flexible, etc. En un segundo estadio, los envases son agrupados e introducidos en sus respectivos embalajes que finalmente, son cerrados y paletizados. Las máquinas de envasado pueden ser de los siguientes tipos:

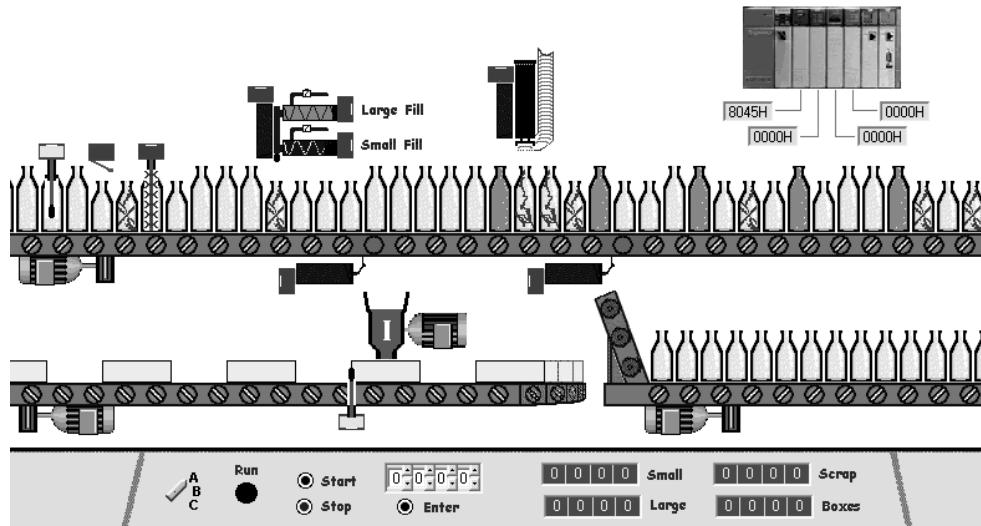
- Envasadoras.
- Maquinaria de limpieza, esterilización y enfriamiento.
- Cintas transportadoras, transportadores de rodillo, agrupadores y maquinaria relacionada.
- Maquinarias de alimentación, orientación y otras relacionadas.
- Máquinas embotelladoras y otras de introducción de líquidos y productos pulverulentos.
- Equipamiento para tapones de botellas, cerradoras.
- Maquinaria de extrusión, llenado y soldadura de embalaje flexible.
- Inspección, detección y comprobación de peso.
- Maquinaria formadora, llenadora y selladora.
- Otra maquinaria especial: cortadoras, perforadoras, etc.
- Colocadoras y selladoras de film plástico.
- Etiquetadoras, impresoras láser.
- Máquinas de final de línea para introducción del producto en su embalaje.



### 5.1. PROYECTO: AUTOMATIZACIÓN PARA LÍNEA DE BOTELLAS.

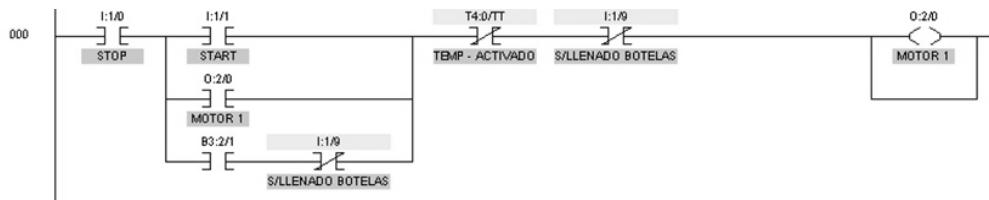
En esta actividad realizaremos la automatización de un proceso de llenado de botellas, estas botellas se transportarán mediante una faja que es accionada por el MOTOR 1, mientras esto sucede las botellas serán examinadas por 3 sensores el primero

detectará la llegada de una nueva botella, el segundo sensor examinará el tamaño de la botella y el tercero si esta está rota. Luego nuestro programa se encargará de activar a un cilindro neumático para el llenado de botellas grandes, evitando llenar aquellas botellas que se encuentran defectuosas.



### PROCESO DE EJECUCIÓN.

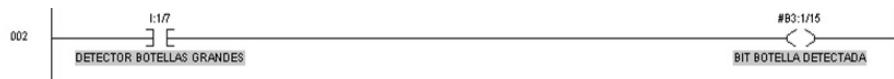
1. Abrir un nuevo proyecto en el programa LogixPro seleccionando en la barra de menú la opción File / New, en la parte derecha del programa aparecerá un área en blanco en la que insertaremos las funciones de nuestro programa LogixPro asignara direcciones a los elementos de nuestro sistema para Bottle Line Simulator serán las siguientes:
  - Sensor Botella nueva I: 1/6
  - Sensor Tamaño Botella I: 1/7
  - Sensor Botella Rota I: 1/8
  - Sensor Cilindro Neumático manguera de llenado I: 1/9
  - Botón Start I:1/1
  - Botón Stop I:1/0
  - Motor FajaO:2/0
  - Cilindro Neumático p/manguera O:2/6
  - Cilindro Neumático p/llenado producto O:2/7
2. Insertaremos en el segmento 000 el contacto STOP y START (NC) en serie un bit de activación del temporizador T4 (TT=temporizador apagado) de igual manera al Sensor de llenado de botellas (el sistema no está llenando botellas). Conectado en paralelo al contacto de START debemos insertar un bit de enclavamiento para el MOTOR1, además un bit de memoria B3:2/1 que reiniciara el funcionamiento del motor.



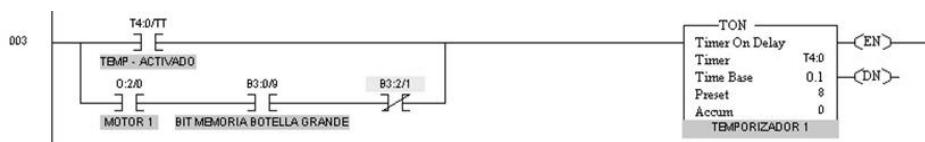
3. Cuando el sensor I1:1/6 detecta la llegada de una nueva botella se activará a un registro de corrimiento BSR, este registro B3:0 (16 bits) realizará la comparación con el bit B3:1/15 y registrara el resultado de esta comparación



4. El bit B3:1/15 será activado por el sensor de tamaño de botellas I1:1/7, cada vez que este bit B3:1/15 este en estado lógico 1, se guardará dicho estado en el registro de corrimiento BSR



5. Agregaremos un temporizador TON cuya función será la de generar un retardo para el cilindro neumático que bajara la manguera de llenado de botellas, este temporizador quedara activado mientras el bit T4:0/TT( TON activado) y para ello bit MOTOR1, Bit MEMORIA BOTELLA GRANDE y B3:2/1(bit del cilindro neumático de manguera) deberán estar en estado lógico 1.



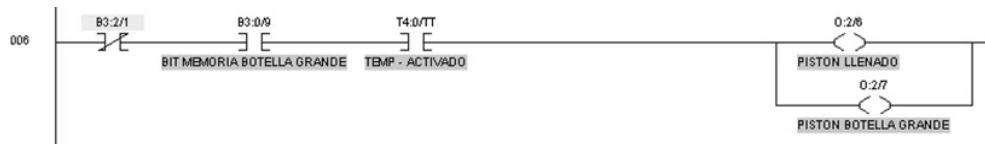
6. Insertaremos un contacto para el bit DN del temporizador ( temporizador activado) cada vez que se active el contador TON se activará también el bit B3:2/1 (bit del cilindro neumático de manguera) que memorizara este estado.



7. El bit del cilindro neumático de manguera luego de haber quedado memorizado en esta lógico 1, cambiará su valor con el ingreso de una nueva botella, para asegurarnos que esto ocurra recurriremos a un bit OSR que se encargará de detectar el instante preciso en el que el sensor se activa (detector de flanco).



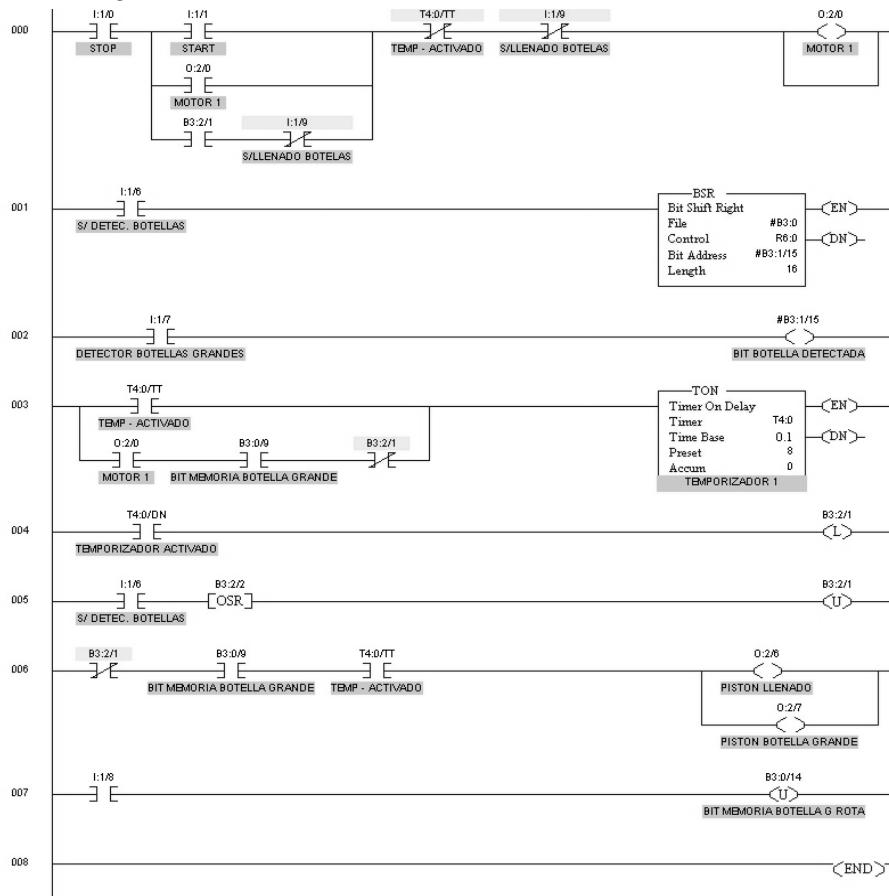
8. Finalmente el bit B3:2/1 (bit del cilindro neumático de manguera) activara al cilindro neumático de llenado y al mismo tiempo al cilindro que llenara el producto a las botellas grandes.



9. Para evitar que se llenen botellas que se encuentran en estado defectuoso, cada vez que se active el sensor de botella rota I1:8, se colocara en reset el bit de comparación de botella grande B3:1/15.



10. Finalmente el programa quedará como se muestra en la imagen a continuación, listo para descargarse al PLC.



### FUNDAMENTO TEÓRICO.

En este apartado el participante conocerá la Instrumentación y Control, como especialidad de Ingeniería, que es aquella parte de la ingeniería que es responsable de definir el nivel de automatización de cualquier planta de proceso e instalación industrial, la instrumentación de campo y el sistema de control para un buen funcionamiento del proceso, dentro de la seguridad para los equipos y personas, de acuerdo a la planificación y dentro de los costos establecidos y manteniendo la calidad. Otro concepto más técnico, diría que la instrumentación y control son aquellos dispositivos que permiten:

- Capturar variables de los procesos.
- Analizar las variables de los procesos.
- Modificar las variables de los procesos.
- Controlar los procesos.
- Traducir los procesos a unidades de ingeniería.

Como se verá más adelante, la especialidad de Instrumentación y Control requiere de una coordinación necesaria con casi todas las especialidades de un proyecto, lo que hace necesario unos mínimos conocimientos de casi todas ellas. En la actualidad, y al no existir unos estudios específicos que vayan enfocados a esta especialidad, un ingeniero de esta especialidad debe tener una combinación de ciertos conocimientos que la gran mayoría de las veces se adquieren con una buena base de formación y sobre todo con experiencia.

### CONCEPTOS Y DEFINICIONES BÁSICAS.

Con el fin de que se puedan entender mejor los conceptos, a continuación se definen algunos términos que pueden ser interesantes, y cuya definición puede que no sea la más correcta, pero es la más entendible por todo el mundo:

- **Automatización:** Acción por la cual se ejecuta un proceso de producción sin la intervención del operador de forma permanente.
- **Control Avanzado:** Técnicas que se apartan del control convencional PID y que se aplican en procesos muy complejos, no lineales, con retardos importantes y acoplamiento entre las variables. Se emplean en general para mejorar el rendimiento económico del proceso.
- **Control Distribuido:** Control digital realizado “distribuyendo” el riesgo del control único por ordenador en varios controladores o tarjetas de control de tipo universal con algoritmos de control seleccionables por software. Los transmisores electrónicos de campo, las tarjetas de control y la estación del operador están unidos mediante una red de comunicaciones y cada componente se ubica en el lugar más idóneo de la planta.

- **Control en Lazo Cerrado (feedback):** La variable controlada se mide constantemente y se compara con el valor de referencia. Si se produce desviación entre ambos valores se aplica una acción correctora al elemento final de control para retornar la variable controlada al valor deseado. Equivale a mantener el controlador en modo automático.
- **Control Manual:** El operador mantiene la variable controlada en su valor de referencia modificando directamente el valor de la variable manipulada.
- **Control Todo-Nada:** La salida del controlador se commuta de abierta a cerrada cuando la señal de error pasa por cero. Es la forma más simple de control, donde el elemento final de control sólo puede ocupar una de las dos posiciones posibles.
- **Controlador:** Instrumento o función de software que compara la variable controlada con un valor deseado y ejerce automáticamente una acción de corrección de acuerdo con la desviación.
- **Controlador Programable:** Instrumento basado en microordenador que realiza funciones de secuencia y enclavamiento de circuitos y, como complemento, funciones de control PID.
- **Deriva:** Desviación permanente de una señal que se produce de forma muy lenta a lo largo de un cierto periodo de tiempo.
- **Elemento Final de Control:** Recibe la señal del controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control. La válvula de control es el elemento final típico.
- **Estabilidad:** Capacidad de un instrumento para mantener su comportamiento durante su vida útil y de almacenamiento especificadas.
- **Multiplexión:** Selección en secuencia automática de una señal entre un grupo de señales. La señal seleccionada se transmite a través de un canal único para todas ellas.
- **Precisión:** Es el grado de repetición de valores obtenidos al medir la misma cantidad. No significa necesariamente que las medias realizadas sean exactas.
- **Proceso Continuo:** Proceso en el cuál entran componentes y salen productos en caudales sin restringir y durante largos periodos de tiempo. Por ejemplo, un proceso de destilación en una refinería.
- **Proceso Discontinuo:** Proceso que se lleva a cabo con una cantidad dada de material dentro de un equipo o sistema sin que se añada material adicional durante la operación. Por ejemplo un proceso del sector farmacéutico utilizando un reactor.
- **Proceso:** Desde el punto de vista de operación es un lugar donde materia, y muy a menudo energía, son tratados para dar como resultado un producto deseado o establecido. Desde el punto de vista de control es un bloque con una o varias variables de salida que ha de ser controladas actuando sobre las variables de entrada manipuladas.
- **Punto de Consigna:** Variable de entrada en el controlador que fija el valor deseado de la variable controlada. Puede fijarse manual o automáticamente, o bien programarse.
- **Rango o campo de medida:** Conjunto de valores de la variable medida comprendidos dentro de los límites superior e inferior del campo de medición de un

instrumento. Siempre viene establecido con los dos valores extremos, como por ejemplo, 0-50 °C, 0-220 bar (g), 20-80 Kg/h, 0-0,5  $\mu$ S/cm.

- **Repetitibilidad:** Capacidad de reproducción de los valores de salida del instrumento al medir repetidamente valores idénticos de la variable en las mismas condiciones de servicio y en el mismo sentido de variación recorriendo todo el campo. Viene expresada en tanto por ciento del rango. Ejemplo:  $\pm 0,1\%$  de 150° C =  $\pm 0,15^\circ$  C (campo- 50 a 100 °C).
- **Sensibilidad:** Razón entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que lo ocasiona después de haberse alcanzado el estado de reposo. Viene dada en tanto por ciento del rango de la medida. Ejemplo:  $\pm 0,05$  por ciento de 200 °C =  $\pm 0,1^\circ$  C (campo 100 - 300 °C).
- **Sensor:** Convierte una variable física (presión, temperatura, caudal, etc.), en otra señal compatible con el sistema de medida o control.
- **Señal de Salida:** Señal producida por un instrumento que es función de la variable medida.
- **Transmisor:** Capta la variable de proceso a través del elemento primario y la convierte a una señal de transmisión estándar.
- **Variable Controlada:** Dentro del bucle de control es la variable que se capta a través del transmisor y que origina una señal de realimentación.
- **Variable Manipulada:** Cantidad o condición del proceso variada por el elemento o elementos finales de control.

### SISTEMAS DE MEDICIÓN Y CONTROL.

Con el fin de poder entender mejor los apartados siguientes conviene aclarar previamente algunos conceptos acerca de los tipos de instrumentos.

Los instrumentos de medición y control son relativamente complejos y su función puede entenderse si se clasifican de manera adecuada. Dos clasificaciones bastante extendidas pueden ser: por función del instrumento y otra por variable de proceso a medir.

### CLASIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS.

#### Instrumentos por Función.

Los instrumentos por tipo de función pueden subdividirse en los siguientes tipos:

**Elementos Primarios.** Son aquellos instrumentos que están en contacto con el fluido o variable, utilizando o absorbiendo energía del medio controlado para dar al sistema de medición una indicación en respuesta a la variación de la variable controlada. Los ejemplos más típicos son las placas de orificio y los elementos de temperatura

(termopares o termo-resistencias). Cabe indicar que a los instrumentos compactos como manómetros, termómetros, transmisores de presión, etc. ya se supone que el elemento primario está incluido dentro del propio instrumento.

**Transmisores.** Son aquellos instrumentos que captan la variable de proceso, generalmente puede ser a través de un elemento primario, y la transmiten a distancia en forma de señal neumática (3-15 psi), electrónica (4-20 mA), pulsos, protocolarizada (hart) o bus de campo (Fieldbus Foundation, Profibus, etc.). Estos instrumentos dan una señal continua de la variable de proceso. Dentro de los transmisores los hay ciegos (sin indicador local) y con indicador local incorporado.

**Indicadores Locales.** Son aquellos instrumentos que captan la variable de proceso y la muestran en una escala visible localmente. Los indicadores locales más utilizados son los manómetros (presión), termómetros (temperatura), rotámetros (caudal), etc. Normalmente estos instrumentos no llevan electrónica asociada, aunque también se consideran indicadores locales a los indicadores electrónicos conectados a los transmisores. Estos últimos pueden ser analógicos o digitales.

**Interruptores.** Son aquellos instrumentos que captan la variable de proceso, y para un valor establecido actúan sobre un interruptor. Es decir, cambian de estado de reposo ha activado cuando el proceso llega a un valor predeterminado. Es un instrumento todo-nada.

Los instrumentos más habituales son los presostatos (presión), termostatos (temperatura), interruptores de nivel, flujostatos (caudal), etc.

**Convertidores.** Son aquellos instrumentos que reciben un tipo de señal de un instrumento y la modifican a otro tipo de señal. Pueden ser convertidores de señal neumática a electrónica, de mV a mA, de señal continua a tipo contacto, etc. Se usan habitualmente por necesidades de los sistemas de control de homogeneización.

**Elementos finales de control.** Son aquellos instrumentos que reciben un tipo de señal procedente de un controlador y modifica el caudal del fluido o agente de control. Los más habituales son las válvulas de control, servomotor o variador de frecuencia. Otros tipos de instrumentos cada vez menos utilizados son los registradores y controladores locales.

### **MEDIDAS DE PRESIÓN.**

La medición de presión, junto a la de temperatura y nivel, son las variables de proceso más utilizadas en los procesos industriales. No es este el curso en el que se deba explicar físicamente en qué consiste la presión, pero si es bueno indicar que las medidas de presión comúnmente utilizadas en la industria son:

- *Presión relativa o manométrica.*

- *Presión absoluta.*
- *Presión diferencial.*

En cuanto a las unidades utilizadas para las presiones, las más utilizadas son “bar”, “kg/cm<sup>2</sup>”, “mm.c.a”, para la mayoría de los proyectos. En proyectos americanos la unidad de presión por excelencia es el “psi”.

Para definir la clasificación de las diferentes tecnologías, diversos autores utilizan diferentes clasificaciones cada una de ellas basadas en diferentes conceptos. Nosotros intentaremos hacer una clasificación acorde con las prácticas más habituales de utilización. Así podemos hacer la siguiente clasificación.

### INDICADORES LOCALES DE PRESIÓN.

Los indicadores de presión o manómetros más utilizados son los basados en el tubo “bourdon”. El tubo bourdon es un tubo de sección elíptica que forma un anillo casi completo, cerrado por un extremo. Al aumentar la presión en el interior del tubo, este tiende a enderezarse y el movimiento es transmitido a la aguja indicadora. El efecto es similar al producido por un “matasuegras”. El metal solo se puede deformar dentro de un rango limitado para evitar la deformación permanente.

El material habitualmente utilizado suele ser acero inoxidable o aleaciones especiales tipo hastelloy o monel. Los rangos de utilización son desde 0 bar a cientos de bar.

Otra tecnología de medición local de presión, es con la utilización de manómetros de Diafragma. El diafragma consiste en una o varias cápsulas circulares conectadas rígidamente entre sí por soldadura, de forma que al aplicar presión, cada cápsula se deforma y la suma de los pequeños desplazamientos es amplificada por un juego de palancas. Al aplicar presión, el movimiento se aproxima a una relación lineal en un intervalo de medida lo más amplio posible con un mínimo de histéresis y de desviación permanente en el cero del instrumento. Se suelen emplear para pequeñas presiones.

Por último, otra forma de medición local es la basada en el principio del fuelle. El principio es parecido al diafragma compuesto, pero basado en una sola pieza flexible axialmente, y puede dilatarse o contraerse con un desplazamiento considerable. Tienen como ventaja su gran duración y se suelen emplear para pequeñas presiones.



## INTERRUPTORES DE PRESIÓN.

Los interruptores de presión o presostatos, utilizan las mismas tecnologías que los manómetros, con la diferencia que se les incluye un contacto eléctrico calibrado a un valor de presión, de tal manera que dicho contacto cambia de estado cuando el valor de la presión llega a dicho valor.



## TRANSMISORES DE PRESIÓN.

Este tipo de instrumentos de presión convierten la deformación producida por la presión en señales eléctricas. Una diferencia respecto a los anteriores es la necesidad de incluir una fuente de alimentación eléctrica, mientras que tienen como ventaja las excelentes características dinámicas, es decir, el menor cambio producido por deformación debida a la presión, es suficiente para obtener una señal perfectamente detectable por el sensor.

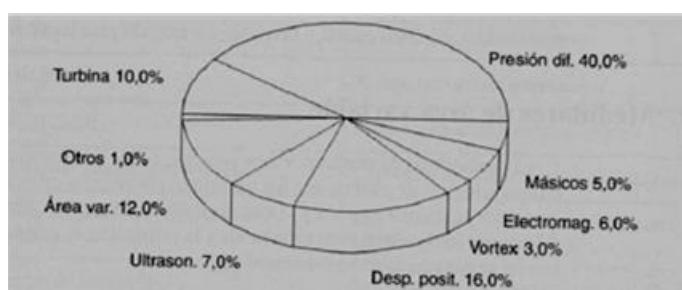


## MEDIDAS DE CAUDAL.

Las medidas de caudal tienen una gran importancia dentro de los procesos ya que se utilizan habitualmente para control del proceso y para medidas de contabilidad (facturación, importación/exportación de productos, etc.), por lo que la selección de la mejor tecnología tiene una gran implicación.

Así por ejemplo, los caudalímetros se utilizan para contabilizar productos dentro de la propia planta, con el exterior, etc. En cuanto al control de procesos, la medición de caudal es imprescindible para poder realizar control automático, así como para optimizar rendimientos en las unidades de producción aplicando balances de materia.

A continuación se incluye una gráfica representativa de las diferentes tecnologías y su porcentaje de utilización.



Hay muchas formas de diferenciar los diferentes tipos de mediciones de caudal, siendo una de ellas la siguiente:

- Medidores Deprimógenos.
- Medidores de Área Variable.
- Medidores de Desplazamiento Positivo.
- Medidores Máticos.

### MEDIDAS DE TEMPERATURA.

Al igual que las medidas de presión y nivel, la medida de temperatura es una de las variables de proceso más utilizadas en los procesos industriales. No es este el curso en el que se deba explicar físicamente en qué consiste la temperatura pero si es bueno indicar que las medidas de temperatura para su transmisión remota se producen como consecuencia de una serie de fenómenos que a continuación enumeramos:

- **Efecto “Seebeck”** (Generación de una f.e.m. por el efecto de variación de la tra. entre un bimetal o termopar).
- **Efecto “Peltier”** (efecto contrario al Seebeck, al generar una corriente en un bimetal, se desprende calor).
- **Efecto “Thomson”** (diferencia de densidad de electrones en diferentes puntos de un hilo a distinta temperatura).

Así como se utilizan diversos fenómenos, tales como:

- Variaciones en volumen o estado de cuerpos (termómetros de mercurio, gases, etc.).
- Variación de la resistencia de un conductor (termoresistencias).
- Variación de la resistencia de un semiconductor (termistores).
- F.e.m. creada en la unión de dos bimetales (termopares).
- Intensidad de radiación (pirómetros ópticos).

Al igual que casi todas las variables de proceso, las limitaciones de las diferentes tecnologías de medición dependen de la precisión requerida, velocidad de respuesta, condiciones del proceso, etc. A diferencia de otras mediciones, cabe mencionar que las medidas de temperatura, en general, tienen una inercia bastante más elevada que otras variables de proceso como la presión o caudal (casi instantáneas).

Otro factor importante a tener en cuenta en las medidas de temperatura es la necesidad de instalar un elemento de protección entre el sensor y el proceso, llamado

termopozo, vaina o “thermowell”. Dicho elemento debe diseñarse y coordinarse de acuerdo a las especificaciones mecánicas del proyecto.

### INDICADORES LOCALES DE TEMPERATURA (termómetros).

Los indicadores de temperatura más utilizados en la industria son los termómetros “bimetálicos”. Los termómetros bimetálicos se basan en el diferente coeficiente de dilatación existente entre dos metales diferentes y unidos. La unión mecánica de una aguja al bimetal, hace que por efecto de cambio de temperatura se desplace. La precisión suele ser del 1% y su campo de actuación es entre -200 y 500 °C.



Otro tipo de termómetro utilizado es el llamado de termómetro de Bulbo. Estos consisten esencialmente en un bulbo conectado por un tubo capilar a una espiral. Cuando la temperatura del bulbo varía, el volumen del gas del interior varía, enrollándose o desenrollándose la espiral moviendo la aguja en consecuencia. Además de un gas, también es posible que los bulbos contengan líquido, vapor o mercurio. Saber, que se suele compensar la temperatura por efecto de la longitud del capilar (volumen de tubo) y por variaciones de temperatura ambiente. El campo de actuación suele estar entre 150 y 500 °C.

### Elementos Primarios de Temperatura.

En primer lugar cabe indicar que para la transmisión de medidas de temperatura se necesitan dos o tres equipos, que son termopozo, elemento primario y si se quiere llevar una señal de 4-20 mA, convertidor de temperatura. En este apartado hablaremos de los elementos primarios o sensores de temperatura.

Existen dos tipos de elementos primarios que son los termopares y las termoresistencias. En ambos casos, la adición de un convertidor basado en microprocesador, hace que las señales se conviertan a una forma más estandarizada (4-20mA, hart, etc.).

- **Termopares.** El termopar se basa en el efecto descubierto por Seebeck, de la circulación de una corriente en un circuito formado por dos metales diferentes cuyas uniones se mantienen a distinta temperatura. Por el efecto Seebeck y una serie de leyes fundamentales, se ha llegado a la conclusión de que en el circuito correspondiente se desarrolla una pequeña tensión continua proporcional a la

temperatura de la unión de medida, siempre que haya una diferencia de temperaturas con la unión de referencia.

Los valores de esta f.e.m. están perfectamente tabulados en tablas de conversión.

Existen diferentes tipos de termopares, siendo su diferencia en el tipo de bimetales utilizados y por lo tanto en las f.e.m. generadas en función de las temperaturas.

Se adjunta una tabla de termopares según la denominación, materiales y rangos de actuación.



- **Termoresistencia.** Si se construye una bobina de un hilo metálico y se mide su resistencia a una temperatura conocida, se puede utilizar la medida de la resistencia a otra temperatura para conocer esta temperatura, este es el fenómeno en el que se basan las termoresistencias, es por lo tanto una medida indirecta ya que no se mide directamente. Para ello se requiere un circuito de medida para inferir la temperatura partiendo de la resistencia. El circuito habitualmente utilizado es el puente de Wheatstone. En este caso es necesario compensar la resistencia de los cables que forman la línea desde la termoresistencia al sistema de medida.



Habitualmente las termoresistencias no se utilizan por encima de los 500 ° C debido a las desviaciones producidas.

- **Termopares o Termoresistencias.** Medir la temperatura con un termopar, requiere medir además la temperatura de la junta fría, siendo ésta una fuente de posibles errores, además, se suele instalar el cable de extensión de termopares lo que suele dar un error adicional. Estos errores secundarios suelen ser más importantes que los del propio sensor.

La exactitud de una termorresistencia es mejor que la de un termopar, ya que no requiere de una compensación de una junta fría y no requiere de cables de extensión.

Otro factor importante es el concepto de la deriva. Los termopares son propensos a tener deriva, desviación permanente de una señal que se produce de forma muy lenta a lo largo de un cierto periodo de tiempo, producidos por la propia naturaleza de construcción.

La velocidad de respuesta es similar en ambos casos, siendo el coste del termopar más barato como equipo, aunque más caro como instalación cuando se requiere cable de compensación. El elemento primario es la punta del iceberg en cuanto al coste conjunto.

- **Convertidores o Transmisores de Temperatura.**

Estos equipos son instalados cuando se requiere una medida de 4-20 mA a la entrada del sistema receptor. Lo que hacen es convertir la señal del termopar o termorresistencia a una señal de salida del tipo 4-20 mA.

Hoy en día, los convertidores son capaces de admitir cualquier tipo de elemento primario, siendo solo necesaria una pequeña configuración y calibración. Estos equipos pueden ir instalados en la propia cabeza de conexiones del elemento primario, en un armario (rail DIN), o con una envolvente tipo transmisor.

- **Interruptores de Temperatura o Termostatos.** Las tecnologías son las mismas, con la diferencia que se les incluye un contacto eléctrico calibrado a un valor de temperatura, de tal manera que dicho contacto cambia de estado cuando el valor de la temperatura.



### **MEDIDAS DE NIVEL.**

La medición de nivel quizás sea la que más tecnologías disponen para su medición, y al contrario que el resto de las variables de proceso, existen en el mercado diversos sistemas de medición para las mismas aplicaciones. Es por ello que también la complicación que tienen los usuarios finales para poder seleccionar un sistema de medición. La forma de seleccionar la tecnología casi siempre depende de dos factores como son el precio y la precisión requerida, aparte de la validez de la tecnología para nuestro proceso. En el pasado, las tecnologías de medición estaban basadas

principalmente en métodos mecánicos y neumáticos, hasta la llegada de la tecnología electrónica.



### **MEDIDAS DE ANÁLISIS.**

Una variante muy específica de las variables de proceso son las medidas de análisis (variables físicas y químicas). En el mundo de las plantas industriales existen infinidad de variables que se pueden medir, siendo estas tan complejas como uno se pueda imaginar.

Un punto muy importante a tener en cuenta es que la mayoría de los analizadores requieren de un sistema de extracción de la muestra, de una línea de transporte de la muestra y de un sistema de acondicionamiento de muestras. En algunos casos es más importante el transporte y acondicionamiento que el propio analizador.

Una posible clasificación de las medidas de análisis podría ser:

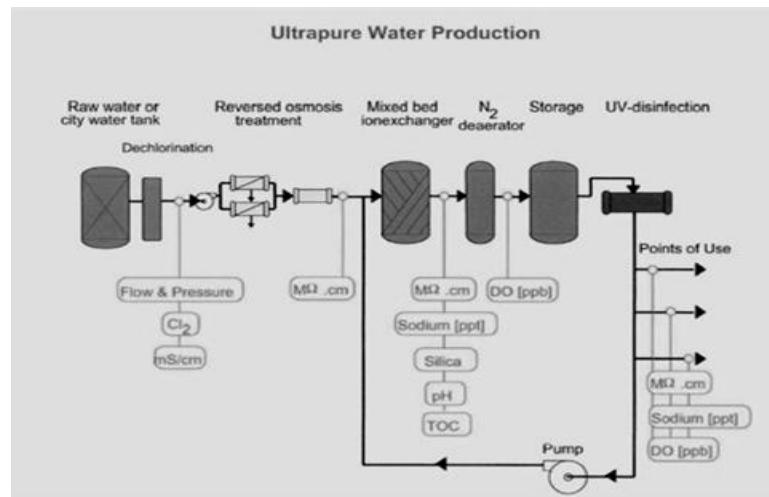
- Analítica de Agua-Vapor.
- Analítica de Emisiones.
- Analítica de otras propiedades físicas-químicas.

A continuación simplemente enumeramos las medidas de análisis más utilizadas en la industria y plantas de proceso, de acuerdo a la anterior clasificación.

#### **Análisis de Agua-Vapor.**

Los parámetros más medidos en los ciclos agua-vapor son:

- |                          |              |                                 |
|--------------------------|--------------|---------------------------------|
| • Conductividad.         | • Cloro.     | • Cloro.                        |
| • pH.                    | • Sílice.    | • TOC (Carbono Orgánico Total). |
| • Oxígeno Disuelto.      | • Sodio.     | • Hierro/Cobre.                 |
| • Ozono.                 | • Fosfatos.  |                                 |
| • Sólidos en suspensión. | • Turbidez.  |                                 |
|                          | • Hidrácida. |                                 |



La misión principal de este tipo de analizadores, es la de controlar dichos parámetros, para poder proteger sistemas y “avisar” de la necesidad de tratar químicamente los fluidos (dosificar), así como para comprobar la calidad de ciertos fluidos bien de consumo o de sus efluentes.

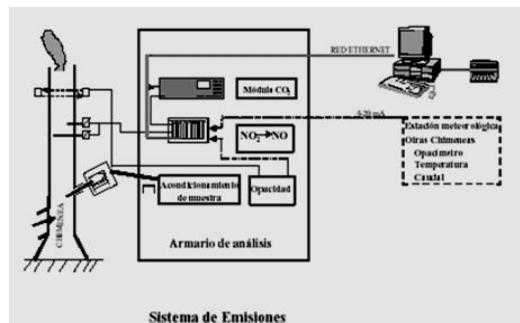
## Análisis de Emisiones y Condiciones Atmosféricas.

Los parámetros más medidos para la monitorización de emisiones son:

- Contenido de Oxígeno.
- COV (Compuestos Orgánicos Volátiles).
- CO.
- CO<sub>2</sub>
- SO<sub>2</sub>
- NOx.
- Opacidad (partículas).

La misión principal de este tipo de analizadores, es la de controlar las emisiones a la atmósfera de las plantas industriales.

Hoy en día, y sobre todo a partir de los requerimientos del protocolo de Kioto, estas medidas se están requiriendo cada vez más para poder controlar las emisiones.



Dentro de este apartado, aunque no son específicamente emisiones, se podrían incluir las condiciones atmosféricas, como:

- Velocidad y Dirección del Viento.
- Pluviosidad.
- Humedad relativa
- Temperatura Ambiente.
- Radiación Solar.

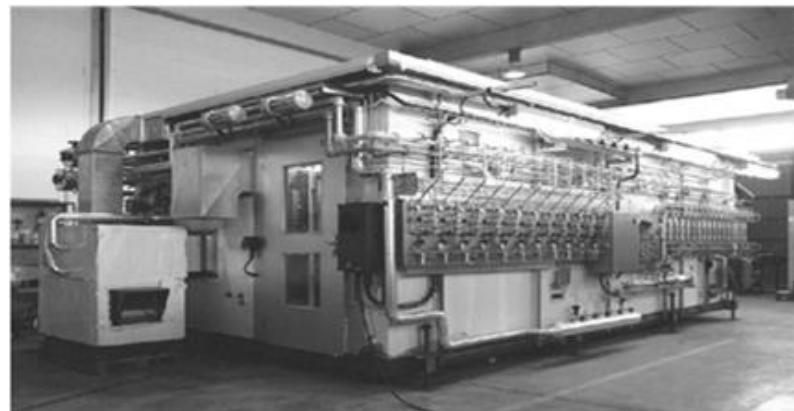
### **Análisis de otros parámetros Físicos-Químicos.**

A parte de los parámetros anteriormente indicados, que quizás sean los más empleados en la mayoría de las plantas de proceso, existen otros muchos parámetros más específicos dependiendo del tipo de proceso. Entre otros se podrían enumerar:

- Pour Point (Refinación y Petroquímicas).
- Presión de Vapor Reid “PVR” (Refinación y Petroquímicas).
- Punto de Inflamación (Refinación y Petroquímicas).
- Punto de Nube (Refinación y Petroquímicas).
- Punto de Congelación (Refinación y Petroquímicas).
- Viscosidad (Refinación y Petroquímicas).
- Color (Refinación y Petroquímicas).
- Poder Calorífico (Refinación y Petroquímicas).
- Índice de Wobbe (Refinación y Petroquímicas).
- Punto de destilación (Refinación y Petroquímicas).
- H<sub>2</sub>S en Hidrocarburos (Refinación y Petroquímicas).
- Azufre Total en Hidrocarburos (Refinación y Petroquímicas).
- Hidrocarburos en Agua (Refinación y Petroquímicas).
- Cromatografía de gases (composición de gases).
- Índice de refracción (Refinación y Petroquímicas).
- Monitor de sal en crudo (Refinación y Petroquímicas).
- Humedad relativa en gases (Refinación, petroquímicas, plantas de prod. de gases, etc.).
- Punto de Rocío en gases (Refinación, petroquímicas, plantas de prod. de gases, etc.).
- Pureza de Oxígeno (plantas de prod. de gases).
- Trazas de N<sub>2</sub> en corriente de Argón (plantas de prod. de gases).
- Pureza de O<sub>2</sub> (plantas de prod. de gases).
- Trazas de O<sub>2</sub> (plantas de prod. de gases).
- Densidad en líquidos.
- Detección de Interfases.
- Consistencia (papeleras).

- Blancura (papeleras).

Por último otra variante de los analizadores son los detectores de gases y fuego. Estos son utilizados en las plantas para detectar fugas de gases peligrosos para el cuerpo humano ( $H_2SO_4$ , HF, Amoniaco, etc.), o por posibles explosiones (gases de hidrocarburos, etc.).



### **ELEMENTOS FINALES DE CONTROL.**

En la mayor parte de los procesos industriales aparecen lazos de control formados por tres elementos típicos: transmisor, regulador y válvula. Actuando conjuntamente garantizan una operación controlada y eficiente de la planta junto con otros equipos automáticos.

Los avances de la electrónica en la instrumentación industrial han ido desplazando a la neumática clásica que fue pionera en la automatización. Más recientemente la incorporación de la electrónica digital permite usar transmisores inteligentes, sistemas de control distribuido y avanzado optimizando, aún más, los procesos de producción.

Todas estas novedades, que se desarrollan a alta velocidad, concentran la atención de los ingenieros de control a la hora de definir y diseñar los sistemas, dedicando menos tiempo y atención a las válvulas de control. Una especificación superficial de las válvulas, bien en fase de proyecto o en fase de compra, dejaría la selección a una arriesgada “ingeniería de precio” donde no se valore adecuadamente la visión global del sistema de control y sus objetivos.

A diferencia de otros instrumentos, la válvula de control está siempre modulando energía y es pieza clave que puede minimizar la eficacia de un sistema de control sofisticado y caro. Es por esto la necesidad de elevar el nivel de exigencia en los criterios de selección de las válvulas de control para lo que se requiere una mayor formación y conocimiento de su tecnología, que también ha evolucionado en los últimos años como consecuencia de un mayor conocimiento de los fenómenos

físicos que tienen lugar en plantas donde se trabaja a altas presiones y temperaturas, los nuevos materiales disponibles y la mejora en los sistemas de cálculo.



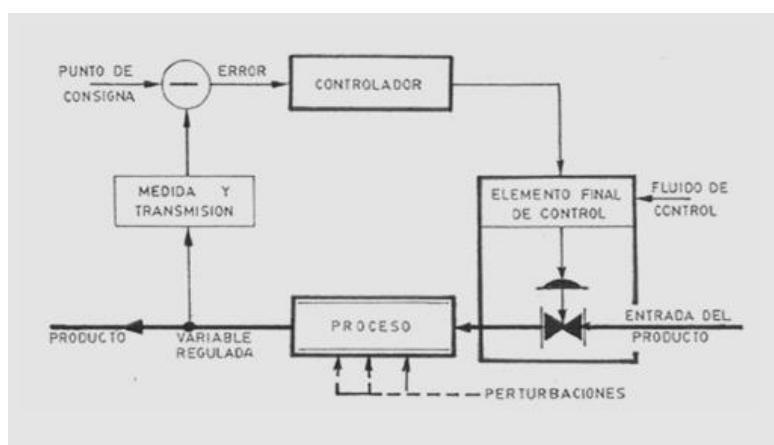
El objetivo de este curso no es el entrar con detenimiento en el diseño y cálculo de las válvulas de control, sino el apreciar la importancia que tienen dentro de los procesos industriales y tener una breve idea de los tipos y principales características. En cuanto a constitución mecánica, las válvulas de control tienen las mismas configuraciones que las válvulas manuales, es decir, pueden ser del tipo:

- Globo o asiento.
- Mariposa.
- Bola.
- Compuerta.
- Macho.
- Diafragma, etc.

Dentro de las válvulas de control se podrían distinguir dos tipos en función del tipo de control:

- Válvulas Todo-Nada.
- Válvulas de Control.

La principal diferencia entre una y otra, es que la primera solamente actúa en dos posiciones, o abierta o cerrada y se suele utilizar en controles on-off. La segunda se utiliza para el control continuo de procesos y está continuamente modulando y buscando la posición de equilibrio requerida por el sistema.



## **SISTEMAS DE CONTROL.**

El objetivo de este apartado no es el explicar en detalle lo que es un sistema de control, ni como se debe especificar, sino que se entienda como se integra dentro de todo lo que hemos hablado hasta ahora, es decir cómo se cierra el círculo desde un instrumento que mide la variable de proceso, hasta el elemento final de control, pasando por el sistema de control.

Los sistemas de control tienen la misión de recibir las variables de proceso procedentes de los instrumentos, procesarlas, ejecutar órdenes y gestionar las salidas a los elementos finales de control (control o todo-nada).

Como información y cultura general, a continuación se dan unas fechas de la evolución que pueden ser interesantes:

- **Etapa inicial: 1958 a 1964**
- **Ordenador Centralizado: 1965 a 1970**
- **Minordenadores: 1971 a 1975**
- **Control Distribuido: desde 1975.**

A grandes rasgos existen dos posibilidades a la hora de seleccionar el tipo de sistema de control a utilizar, por una parte están los Controladores Lógicos Programables (PLC's) unidos a un SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), y por otra están los SCD's (Sistemas de Control Distribuido).

Existe un gran debate abierto sobre la conveniencia de utilizar uno u otro, especialmente generado por los grandes suministradores de sistemas, pero lo cierto es que cada vez más se parecen unos a otros. Los primeros se utilizan cuando el control es principalmente "discreto" (todo-nada) o el volumen de señales es relativamente pequeño.

El SCD se utiliza para grandes proyectos y control mayoritariamente analógico.

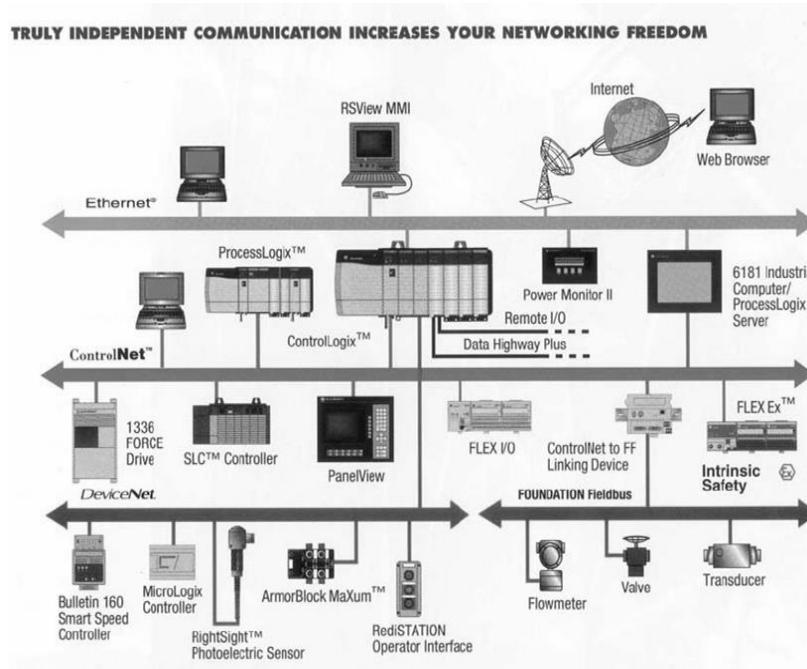
Otro punto a tener en cuenta son las comunicaciones e interfaces, con otros sistemas.

La mayoría de suministradores ya aceptan casi todos los protocolos de comunicaciones, todo tipo de señales de entrada/salida etc.

Centrándonos un poco más en los SCD, estos se basan en tres principales subsistemas:

- Interface con el proceso (tarjetas de entrada/salida, controladores, etc.).- Interface con el operador (pantallas de visualización y software).
- Vías de datos o buses de interconexión (redes Ethernet, profibus, etc.).

A continuación se muestra un plano de arquitectura que puede valer para un PLC+SCADA o para un SCD.



Digamos que la interface con el proceso, y más en concreto los controladores, son el corazón de la instalación, y por el pasa toda la información. En el sistema de control se ejecuta todas las acciones de control como pueden ser:

- Control analógico.
- Control todo-nada.
- Gestión de alarmas.
- Generación de informes.
- Registro de señales.
- Funciones de cálculo.
- Secuencias de arranque.
- Gestión de las comunicaciones.