



| Visualización en el esquema de conexiones | Visualización en LOGO! | Nombre de la función básica |
|--|------------------------|---|
| <p>Conexión en serie con contactos NA</p> | | AND (Página 106) |
| | | AND con evaluación de flancos (Página 107) |
| <p>Conexión en paralelo con contactos NC</p> | | NAND (Página 107) (AND negada) |
| | | NAND con evaluación de flancos (Página 108) |
| <p>Conexión en paralelo con contactos NA</p> | | OR (Página 109) |
| <p>Conexión en serie con contactos NC</p> | | NOR (Página 110) (OR negada) |
| Visualización en el esquema de conexiones | Visualización en LOGO! | Nombre de la función básica |
| <p>Contacto inversor doble</p> | | XOR (Página 111) (OR exclusiva) |
| <p>Contacto NC</p> | | NOT (Página 111) (negación, inversor) |



Ejercicios GF:

Ej. N°01 y 03:

- Realizar con lápiz y papel, utilizando las funciones que hemos aprendido.
- Controlar la iluminación de una habitación de forma que se prenda o apague desde 2 llaves de 1 punto, independientemente cual se actúe o presione. (reprogramar llaves 1 punto como Combinadas)

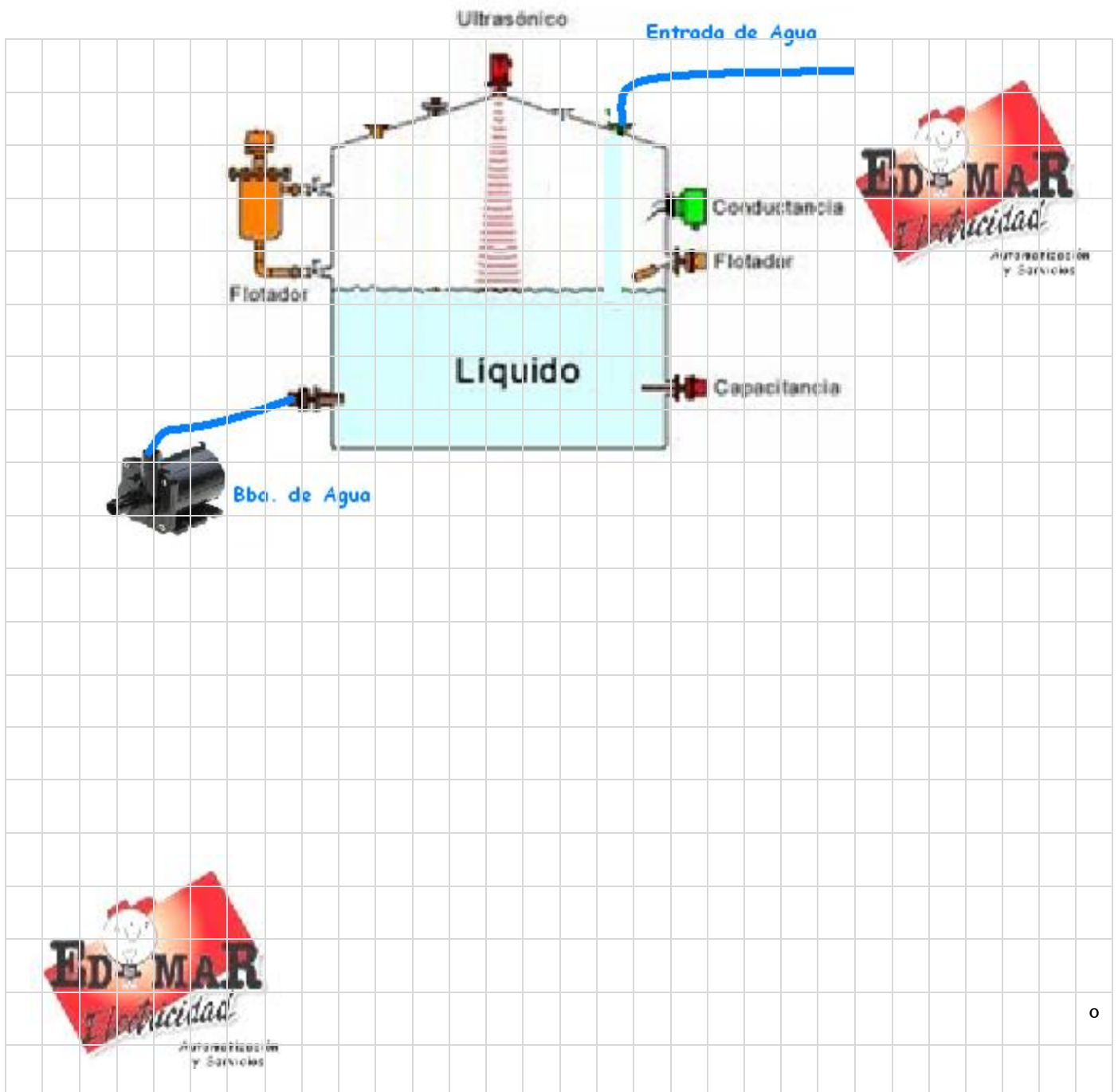




Ejercicios GF:

Ej. N°02 y 04:

- Realizar con lápiz y papel, utilizando las funciones que hemos aprendido.
- Controlar el encendido de una bomba de "descarga" de un tanque, dependiendo del nivel bajo (LSL) y alto del tanque de agua (LSH o LSHH).

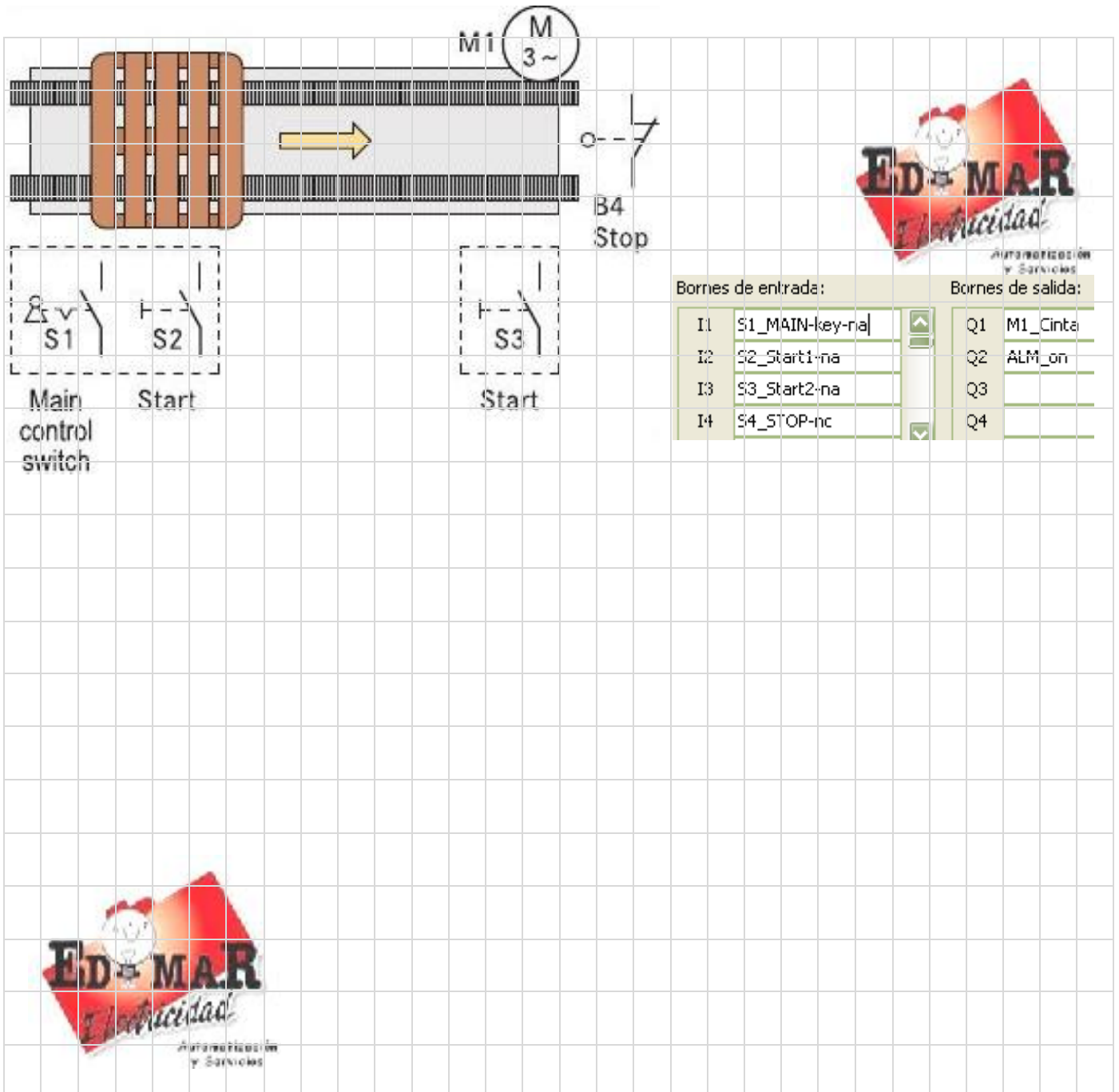




Ejercicios GF:

Ej. N°05:

- Controlar el traslado de un palet por una cinta transportadora.
- Todo se manejará en forma "manual" y con teclas (no pulsadores)

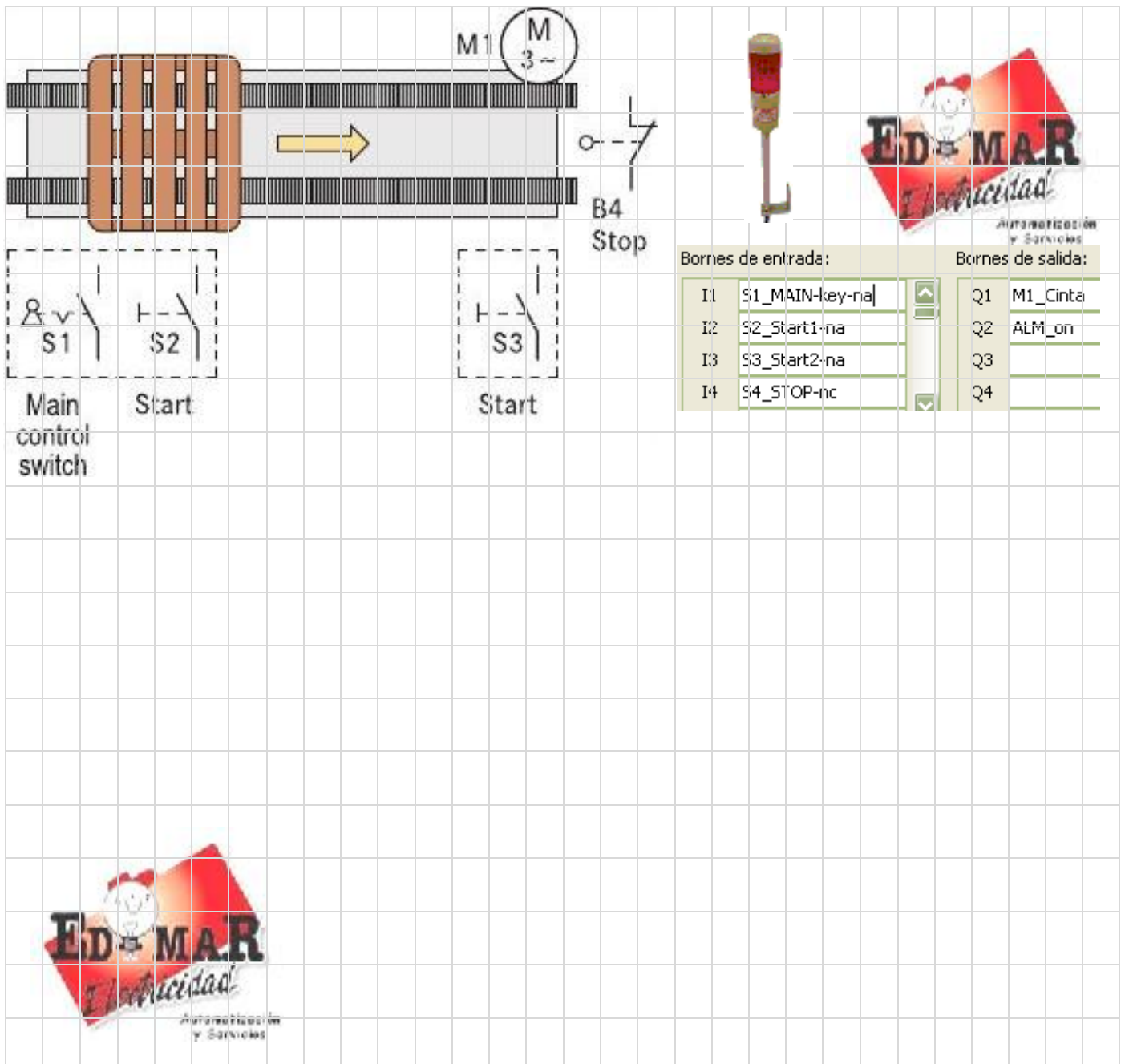




Ejercicios GF:

Ej. N°06:

- Continuando el Ejercicio N°05. Utilizar "retardos"
- Colocar una Alarma sonora de aviso de MARCHA por unos 2 segundos.
- Marchar la cinta hasta que se presione la parada.





Ejercicios GF:

Ej. N°07:

- Continuando el Ejercicio N°06. Utilizar "retardos"
- En la salida Q2, hacer que oscile para prender y apagar una alarma y luz, cada 1seg.
- Realizar pruebas con el resto de los osciladores.





SENSORES DE ENTRADA EN UN PLC

Los sensores los podemos definir como dispositivos electrónicos que convierten una variable física a un correspondiente valor eléctrico, este valor eléctrico puede estar en términos de la corriente, voltaje ó resistencia. Los sensores a su vez pertenecen a los elementos de entrada de datos de un sistema de control automático, por lo que la clasificación de los elementos de entrada queda como sigue:

Clasificación de los elementos de entrada

- Activadores Manuales
- Sensores

Los activadores manuales son elementos que se emplean para iniciar las actividades de un proceso de producción, o para detenerlo. Los activadores manuales son botones que pueden poseer contactos normalmente abiertos (N/A) o normalmente cerrados (N/C) o inclusive uno de cada uno. Estos botones pueden ser pulsadores tipo (push buton) o con interruptor que una vez que fueron activados requieren de una llave especial para poder desactivarlos.

Los activadores manuales son elementos de entrada que generan una señal de tipo discreto, esto es se encuentra pulsado ("1 lógico") o se encuentra en reposo ("0 lógico").



Figura 4. 3 Ejemplos de activadores manuales.

Los activadores manuales son elementos indispensables que no pueden omitirse de los procesos industriales automatizados, porque siempre hace falta la intervención humana en por ejemplo al accionar por medio de un botón los mecanismos al inicio de la jornada laboral, o detener el proceso cuando algún suceso inesperado ocurra, o simplemente para detener los procesos porque se termino la jornada laboral.



Los siguientes elementos de entrada que describiremos son los denominados sensores, estos dispositivos se clasifican en dos categorías que son:

Clasificación de los sensores

- Discretos
- Analógicos

Los sensores discretos simplemente nos indican si se encuentran detectando algún objeto ó no, esto es, generan un "1" lógico si detectan o un "0" lógico si no detectan, esta información es originada principalmente por presencia de voltaje o por ausencia de este, aunque en algunos casos la información nos la reportan por medio de un flujo de corriente eléctrica. Los sensores discretos pueden operar tanto con señales de voltajes de corriente directa (VCD) como con señales de voltajes de corriente alterna (VCA).

Los sensores analógicos pueden presentar como resultado un número infinito de valores, mismos que pueden representar las diferentes magnitudes que estén presentes de una variable física, por lo tanto en los sensores analógicos su trabajo se representa mediante rangos, por ejemplo, de 0V a 1.5V y dentro de este rango de posibles valores que puede adquirir la señal del sensor, esta comprendido el rango de medición que le es permitido al sensor de medir una variable física. En los sensores analógicos la señal que entrega puede representarse mediante variaciones de una señal de voltaje o mediante variaciones de un valor resistivo.

SENSORES DISCRETOS

Sensores de presencia o final de carrera.- Estos sensores se basan en el uso de interruptores que pueden abrir o cerrar contactos, dependiendo de la aplicación que se les asigne, por ejemplo, cuando se utilizan como detectores de presencia, se encargan de indicar en que



momento es colocado un objeto sobre este, y por medio de la presión que ejerce se presiona su interruptor, lo que permite que se haga llegar una cierta magnitud de voltaje al sistema de control (que en este caso se sugiere que sea un PLC), y obviamente cuando el objeto no se encuentra el voltaje que se reporta será de una magnitud igual a cero.

Cuando estos sensores tienen la tarea de detectar un final de carrera o límite de área, es porque se encuentran trabajando en conjunto con un actuador que produce un desplazamiento mecánico, y por lo tanto cuando esa parte mecánica haya llegado a su límite se debe detener su recorrido, para no dañar alguna parte del proceso automático. Cuando el actuador se encuentra en su límite de desplazamiento permitido, acciona los contactos de un interruptor que bien los puede abrir o cerrar, en las figuras 4.4 y 4.5 se muestran ejemplos de los sensores de presencia y final de carrera respectivamente.



Figura 4. 4 Sensor de Presencia



Figura 4. 5 Sensores de final de carrera.

Sensor Inductivo.- Este tipo de sensor por su naturaleza de operación se dedica a detectar la presencia de metales. El sensor inductivo internamente posee un circuito electrónico que genera un campo magnético, el cual está calibrado para medir una cierta cantidad de corriente eléctrica sin la presencia de metal alguno en el campo magnético, pero cuando se le acerca un metal, el campo magnético se altera provocando que la corriente que lo genera cambie de valor, lo que a su vez el sensor responde al sistema de control indicándole la presencia del metal. Una aplicación de este sensor es por ejemplo en las bandas transportadoras en donde van viajando una serie de materiales metálicos, como pueden ser latas y en los puntos



donde se deben colocar estas latas, se instalan los sensores, y sin necesidad de un contacto físico el sensor reporta cuando una lata se encuentra en su cercanía.

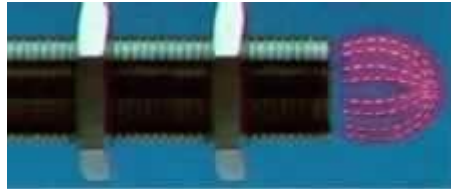


Figura 4. 6 Sensor Inductivo.

Sensor Magnético.- El sensor magnético se encarga de indicar cuando un campo magnético se encuentra presente cerca de él. El sensor magnético posee un circuito interno que responde cuando un campo magnético incide sobre este, este sensor puede ser desde un simple reed switch hasta un circuito más complejo que reporte por medio de un voltaje la presencia o no del campo magnético. La respuesta tiene que ser guiada hacia el sistema de control para su posterior procesamiento. Una aplicación de este tipo de sensores puede encontrarse en aquellos actuadores que pueden desplazarse linealmente, y a estos colocarles imanes en sus extremos, para que cuando lleguen al sensor magnético sea detectado el campo del imán y el actuador se detenga y ya no prosiga con su movimiento.

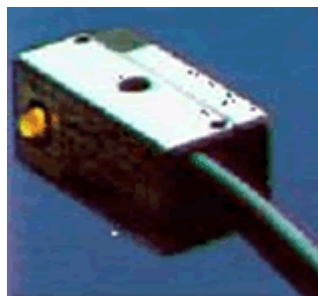


Figura 4. 7 Sensor Magnético.

Sensor Capacitivo.- Este tipo de sensor tiene la misión de detectar aquellos materiales cuya constante dieléctrica sea mayor que la unidad (1). El sensor capacitivo basa su operación en el campo eléctrico que puede ser almacenado en un capacitor, el cual dependiendo del material dieléctrico la carga almacenada será muy grande o pequeña, teniendo como base la constante dieléctrica del aire que es igual que 1, cualquier otro material que puede ser plástico, vidrio, agua, cartón, etc, tienen una constante dieléctrica mayor que 1.

Pues bien para detectar un material que no sea el aire, el sensor capacitivo tiene que ser ajustado para que sepa que material debe detectar. Un ejemplo para emplear este tipo de



sensor es en una línea de producción en donde deben llenarse envases transparentes ya sean de vidrio o plástico, con algún líquido que inclusive puede ser transparente también.

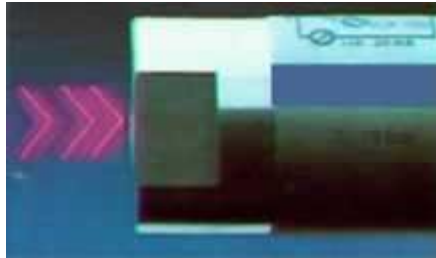


Figura 4. 8 Sensor Capacitivo

Sensor Óptico.- El sensor óptico genera una barrera a base de la emisión de un haz de luz infrarrojo, motivo por el cual este sensor se dedica a la detección de interferencias físicas o incluso a identificar colores y obtener distancias. Este sensor se basa en el uso de un diodo emisor de luz infrarroja, que por naturaleza del ojo humano no la podemos percibir, el diodo emisor envía el haz de luz y por medio de la reflexión, este haz de luz se hace regresar para ser captado por medio de un fotodiodo o fototransistor que es el que entrega una señal como respuesta a si existe el haz de luz infrarroja o no esta presente.

Se la misma manera puede identificar colores, ya que la reflexión sobre una superficie puede ser total o parcial ya que los materiales pueden absorber el haz de luz infrarrojo, dependiendo del color que tenga su superficie. Y para medir distancias se puede tomar el tiempo que tarda el haz de luz en regresar y por medio de una formula muy simple se puede calcular la distancia ya que $v = d/t$, en donde el tiempo lo podemos medir, y v es la velocidad a la que viaja la luz, por lo tanto se puede calcular la distancia d . La aplicación de este tipo de sensores puede ser muy amplia, ya que se puede utilizar como una barrera para que detecte el momento en que un operario introduce sus manos en un área peligrosa y pueda sufrir un accidente, o para detectar cuando el haz de luz se corta que un material lo atravesó cuando viajaba por sobre una banda transportadora entre otras aplicaciones.



Figura 4. 9 Sensor Óptico

SENSORES ANALÓGICOS

Sensor de temperatura.- Este es de los sensores más comunes que se emplean dentro de un proceso industrial, ya que por ejemplo en la industria alimenticia ó metalúrgica ó inyección de plásticos, etc. Se requiere de mantener los procesos ya sean de cocción ó fundición por ejemplo en sus niveles de temperatura adecuada, ahora bien, dependiendo del proceso que se esta controlando, de los niveles de temperatura que se tienen que medir, y de la resolución se cuenta con un sensor adecuado a las características que posee el proceso.

En este caso para medir la temperatura se cuenta con una gama amplia de sensores que realizan esta tarea, por lo que procederemos a describir los sensores de temperatura más comunes:

RTD.- Su nombre es el de Resistencias Detectoras de Temperatura (por sus siglas en ingles RTD), también llamadas resistencias metálicas, la característica principal de estos sensores es que poseen coeficiente positivo de temperatura (PTC), lo que significa que al incrementarse la temperatura que se está sensando se produce un aumento en la resistencia de los materiales que conforman al RTD.

La respuesta que presentan estos sensores por lo general es de características lineales, esto es, cuando cambia el valor de la temperatura se refleja con un cambio proporcional del valor de resistencia. El rango de medición de temperatura se encuentra aproximadamente entre -200 °C y 400 °C. Este sensor requiere de un circuito de acoplamiento para hacer llegar su información al sistema de control.



Figura 4. 10 RTD.

Termistores.- Su nombre es el de Resistencia Sensible a la Temperatura (por sus siglas en ingles Termistor), este tipo de sensor poseen tanto coeficiente positivo de temperatura (PTC) como coeficiente negativo de temperatura (NTC), lo que significa que al incrementarse la temperatura que se está sensando se produce un aumento en la resistencia de los materiales que conforman al termistor (PTC), mientras que en los NTC al incrementarse la temperatura se disminuye el valor de resistencia, y al decrementarse el valor de la temperatura se aumenta el valor de la temperatura. La respuesta que presentan estos sensores no es lineal, si no más bien es del tipo exponencial, esto significa que cuando cambia el valor de la temperatura se obtiene un cambio brusco de resistencia, por lo que este tipo de sensores es empleado para registrar cambios finos en la variable de la temperatura. El rango de medición de temperatura se encuentra aproximadamente entre -55 °C y 100 °C. Este sensor requiere de un circuito de acoplamiento para hacer llegar su información al sistema de control.



Figura 4. 11 Termistor.

Termopar.- Este sensor debe su nombre debido al efecto que presenta la unión de 2 metales diferentes, esta unión genera una cierta cantidad de voltaje dependiendo de la temperatura que se encuentre presente en la unión de los 2 metales. La respuesta que presentan estos sensores se encuentra en términos de pequeñas magnitudes de voltaje (entre μV y mV) que tienen correspondencia directa con el valor de la temperatura que se esta midiendo y se puede considerar como una respuesta lineal. La característica principal de los termopares es que estan diseñados para medir altas cantidades de temperatura, que pueden llegar inclusive al



punto de fundición de los metales. El rango de medición de temperatura se encuentra aproximadamente entre -200 °C y 2000 °C. Este sensor requiere de un circuito de acoplamiento para hacer llegar su información al sistema de control.



Figura 4. 12 Termopar.

De Circuito Integrado.- Estos sensores se emplean para ambientes que no son tan demandantes en cuanto a su modo de operación, esto es, que por ejemplo no tengan que medir la temperatura de una caldera, expuestos directamente a la flama. Los sensores de circuito integrado internamente poseen un circuito que se basa en la operación de un diodo, que a su vez es sensible a los efectos de la temperatura, estos sensibles nos entregan valores de voltaje que tienen una correspondencia directa con el valor de temperatura que están midiendo. La característica de estos sensores es que son muy exactos, además dependiendo de la matricula y el fabricante, estos ya se encuentran calibrados tanto en °C como en °F ó °K. Estos sensores por lo general no requieren de un circuito de acoplamiento para hacer llegar su información al sistema de control.

Galgas extensiométricas.- Estos sensores se puede decir que se adecuan para medir alguna variable dependiendo de la aplicación, porque su principio de operación se basa en el cambio del valor de resistencia que se produce al deformar la superficie de estos sensores. Claro que no pueden medir todas las variables, pero si las que se relacionan con la fuerza y cuya formula matemática es:

$$f \text{ (fuerza)} = m \text{ (masa)} * a \text{ (aceleración)}$$

Por lo tanto dependiendo de cómo se coloque la galga extensiométrica se puede emplear para medir: la aceleración de un móvil, velocidad, presión ó fuerza, peso (masa) entre las más características de las variables a medir. Las galgas extensiométricas son resistencias variables que cambian su valor dependiendo de la deformación que este presente sobre estos sensores. Estos dispositivos son muy sensibles a los cambios físicos que existan sobre su superficie, y



requieren de un circuito que adecue su respuesta y esta pueda ser enviada al circuito de control, para su posterior procesamiento.

Con toda la variedad de sensores tanto discretos como analógicos que han sido revisados en esta oportunidad, se han cubierto una buena cantidad de variables físicas que se pueden medir y cuantificar, de hecho se encuentran las más comunes, pero aun así falta tomar en cuenta mas variables físicas como pueden ser las químicas (pH, CO₂, etc.) ó también los niveles de humedad ya sea relativa del medio ambiente, ó de la tierra o dentro de algún proceso, y así podemos continuar enumerando variables físicas, pero para cada una de estas existe un sensor que adecuadamente reportara los niveles de su magnitud.

Por otra parte, todos los sensores que se encuentran inmersos dentro de los procesos industriales de una empresa se encuentran normalizados, esto es, que no importa la marca ni el fabricante de estos sensores, ya que todos deben cumplir con las distintas normas que rigen a los sistemas automáticos, y como ejemplo de estas normas se tienen las siguientes:

- ANSI (Normas Americanas).
- DIN (Normas Europeas).
- ISO (Normas Internacionales).
- IEEE (Normas eléctricas y electrónicas).
- NOM (Normas Mexicanas).

Todas las normas establecen medidas de seguridad, niveles de voltaje, dimensiones físicas de los sensores, etc.

Por último queremos recordar que los sensores son elementos importantes en el proceso de automatización, razón por la cual se deben seleccionar adecuadamente y posteriormente cuando se este diseñando el programa para el PLC que normalmente el que manejamos es el llamado lenguaje en escalera, representemos la actividad de los sensores mediante los símbolos que ya hemos revisado en entregas anteriores, que a manera de recordatorio las enlistamos a continuación.

*.- Accionamiento de entrada momentáneo (para los sensores).



Brown 1145 - Bahía Blanca (B8000LQW)
Tel/Fax: **(0291) 4510666** - Líneas Rotativas e-mail: ventas@edmar.com.ar



Recapitulando, se puede mencionar que los sensores representan a los ojos del sistema de control automático, mientras que la otra parte importante y es la que manipula al proceso dependiendo de los datos alimentados al sistema de control, se le conoce con el nombre de "actuadores".



ACTUADORES EN UN PLC

Los actuadores son elementos de potencia que deben poseer la energía suficiente para vencer a las variables físicas que se están controlando, y de esta manera poder manipularlas. Los actuadores dependiendo de la fuerza que se requiere se clasifican de acuerdo a lo siguiente:

Clasificación de los actuadores

- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos
- Electromagnéticos

Actuadores Neumáticos.- Estos dispositivos pueden generar desplazamientos tanto lineales como giratorios, y son de los más empleados dentro de los procesos industriales, ya que se ubican en estaciones de trabajo que tienen que posicionar las distintas piezas para maquilar algún producto, o mover de una estación a otra los productos semiconstruidos y de esta manera seguir con el proceso que se trate.



Figura 4. 15 Cilindros neumáticos con vástago y sin vástago

Los actuadores neumáticos generan una fuerza fija que puede estar dentro del rango de hasta 25000 N (Newtons), por otra parte si se requiere controlar sus giros si se trata de un motor neumático se trata de una tarea imposible, pero como ventajas se tiene que se puede almacenar en un tanque aire comprimido y con este se puede trabajar.

Los actuadores neumáticos requieren de válvulas de control para que se activen o desactiven los cilindros (para desplazamiento lineal) ó los motores (movimiento circular).



Figura 4. 16 Válvula de control neumática.

Los actuadores neumáticos entre otras características son muy limpios en cuanto a su modo de operación, ya que utilizan aire comprimido, razón por la cual se les emplea sobre todo en la industria alimenticia, y en aquellos procesos en donde se tienen ambientes muy explosivos, y que requieren de un ambiente limpio en general.



Figura 4. 17 Motores neumáticos.



Actuadores Hidráulicos.- Estos dispositivos son similares a los neumáticos, pero su principal diferencia radica en la potencia que desarrollan al realizar su trabajo, ya que esta se encuentra por encima de los 25000 N (Newtons). Principalmente los encontramos en grúas o cilindros que tienen que desplazar linealmente grandes objetos que poseen pesos exorbitantes, y es aquí donde ningún elemento actuador puede reemplazar a los hidráulicos.

Existen tanto cilindros como también motores hidráulicos, los cuales requieren de un aceite que es el que se desplaza por estructura y proporciona la fuerza de trabajo. El caudal del aceite es controlado por válvulas que son las que activan o desactivan a los elementos hidráulicos.



Figura 4. 18 Motores hidráulicos.

Actuadores Eléctricos.- Estos dispositivos de potencia principalmente generan desplazamientos giratorios, y son empleados con mucha frecuencia dentro de los procesos industriales, ya sea para llenar un tanque con algún líquido, ó atornillar las piezas de un producto, ó proporcionarle movimiento a una banda transportadora, etc. Los actuadores eléctricos generan una fuerza fija que se encuentra por debajo del rango de 25000 N (Newtons), pero como ventaja principal se tiene la de poder controlar sus r.p.m. (revoluciones por minuto).

Los actuadores eléctricos requieren de elementos contactores para que abran ó cierren la conexión de la energía eléctrica a sus terminales de alimentación (activar ó desactivar respectivamente). Se debe de tener en cuenta que estos actuadores son de naturaleza electromagnética, por lo que se deben de contemplar los respectivos dispositivos que filtren y eliminen la f.c.e.m que generan los motores cuando se desenergizan.



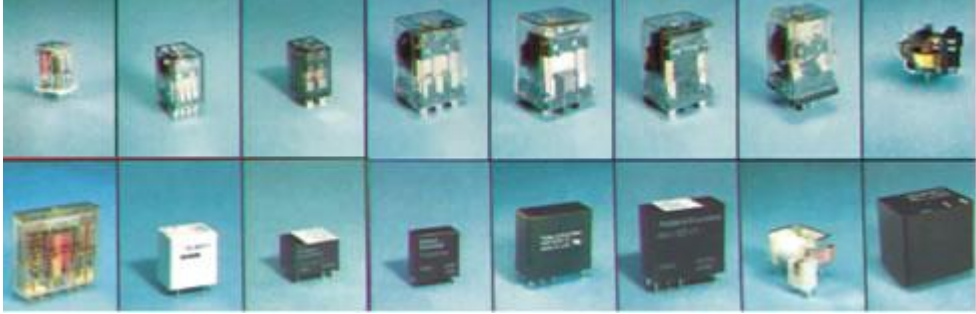
Figura 4. 19 Motores eléctricos.

Actuadores Electromagnéticos.- Aquí nos referimos principalmente a los relevadores y no a los motores que ya fueron revisados en el apartado anterior. Ahora bien, los relés también se pueden considerar como dispositivos que hacen las funciones de interfase entre la etapa de control (PLC) y la etapa de potencia, pero aunque así fuera, existen relés que llegan a demandar una cantidad importante de corriente eléctrica, motivo por el cual tienen que considerarse por si solos como elementos de potencia. Por lo que para



Brown 1145 - Bahía Blanca (B8000LQW)
Tel/Fax: (0291) 4510666 - Líneas Rotativas e-mail: ventas@edmar.com.ar

energizar su bobina es necesario contemplar lo relacionado a cargas electromagnéticas para que su influencia no afecte el desempeño de todo el equipo de control automático.





TIPOS DE SEÑALES DE UN PLC

Para que un PLC realice todas las acciones de control de un proceso industrial, es necesario que trabaje con diferentes tipos de señales eléctricas, que salvo la de alimentación de energía, todas las demás señales transportan alguna información que es requerida por el proceso de control industrial.

Antes de trabajar con señales eléctricas primero debemos saber que son, por lo que a continuación se expresa como queda definida lo que es una señal eléctrica:

“Es la representación en magnitudes de valores eléctricos de alguna información producida por un medio físico”.

El voltaje de corriente alterna que suministra la alimentación principal al módulo de alimentación del PLC, no se encuentra dentro del grupo de señales que transportan información, ya que su cometido principal es el de energizar todos los equipos. Una vez que el suministro de corriente alterna llega al módulo de alimentación del PLC, esta energía es convertida a un voltaje de corriente directa con los valores necesarios para energizar al microcontrolador y sus dispositivos auxiliares (5 VCD lógica TTL).

Las señales que generan los sensores y que posteriormente llegan al microcontrolador del PLC por medio de los módulos de entrada, contienen la información de cómo se encuentran los parámetros físicos del proceso de producción, mientras que la señal que se hace llegar a los actuadores por la mediación de los módulos de salida, alberga la información de activación del elemento de potencia que modificará el valor de la variable física que también esta presente en el proceso industrial.

En general todas las señales consideradas de control, transportan información que es esencial para que el proceso de producción no se detenga y mantenga bajo niveles adecuados todos los parámetros físicos que se encuentran involucrados en la industria.

Las señales eléctricas pueden tener ser de diversas formas y están clasificadas de muchas maneras, todo depende de la aplicación en donde tendrán injerencia, a grandes rasgos existen solo dos tipos de señales, las llamadas “analógicas ó continuas” y las llamadas “discretas ó discontinuas”.

Una gran cantidad de sensores de variables físicas ofrece como resultado una señal de naturaleza analógica, como pueden ser los de temperatura, humedad, intensidad luminosa, presión, etc.

Las señales analógicas son empleadas para representar un evento que se desarrolla de forma continua (de ahí su nombre), o para generar una referencia en cuanto a la ubicación de un punto en un lugar físico.

Las características principales de las señales analógicas son:

- Alta potencia de transmisión.
- Transmisión a grandes distancias.

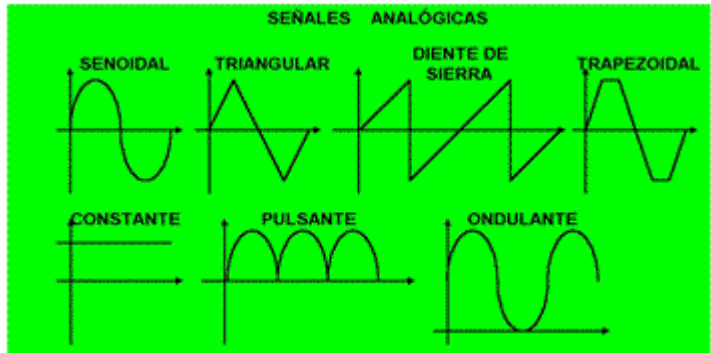


Figura 3. 25 Distintos tipos de señales analógicas.

El elemento que proporciona el control de proceso de producción en un PLC es el microcontrolador, pues bien este trabaja con señales discretas ya que se puede establecer un lenguaje con el cual fácilmente se establecen los comandos para que todo el sistema automatizado responda de manera confiable. Las señales discretas son utilizadas para establecer una secuencia finita de instrucciones las cuales se basan en solo dos valores 0 (cero) y 1 (uno), por eso reciben el nombre de discretas ya que contienen poca información. Las características de estas señales son:

- Se pueden almacenar.
- Se pueden reproducir con toda fidelidad.

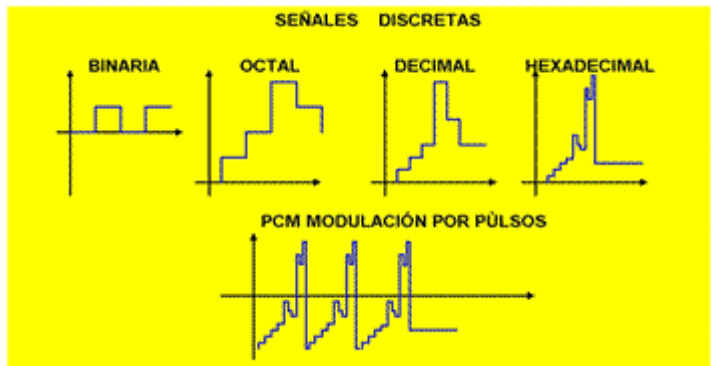


Figura 3. 26 Distintos tipos de señales discretas.



FUNCIONES LÓGICAS DE UN PLC

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

Existen comercialmente tres lenguajes que la mayoría de los fabricantes de los PLC ponen a disposición de los usuarios, estos lenguajes son:

- Diagrama de Contactos también conocido como Lenguaje en Escalera.
- Listado de Instrucciones
- Diagramas de Funciones

En primera instancia se hará una descripción del Lenguaje en Escalera. Este lenguaje es una representación gráfica que por medio de software se implementan tanto los contactos físicos que posee un rele (Variables de Entrada), así como también las bobinas (Variables de Salida) que lo constituyen, las actividades que realizan estas representaciones se materializan a través de las líneas de entrada y salida del PLC.

En el Lenguaje en Escalera son muy bastos los símbolos empleados, pero como introducción en primer término explicaremos los símbolos que relacionan las entradas con las salidas.

Los elementos básicos correspondientes a las entradas, son los que a continuación se muestran:

- Contacto normalmente abierto \uparrow
- Contacto normalmente cerrado \downarrow

Contacto normalmente abierto (NA) Este tiene la misma función de un botón real, el cual cuando no es accionado se reposiciona automáticamente a su estado natural que es encontrarse abierto o desconectado, ver figura 6.1. En otras palabras cuando el usuario



presiona el interruptor hace que exista una unión entre los dos contactos internos que tiene el botón, cambiando su estado lógico de abierto (desconectado) a cerrado (conectado), ver figura 6.2.

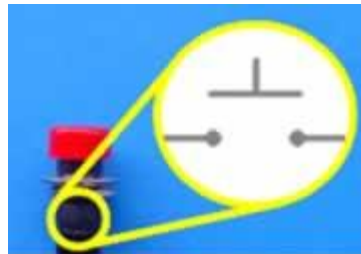


Figura 6. 1 Interruptor con contacto normalmente abierto en reposo.

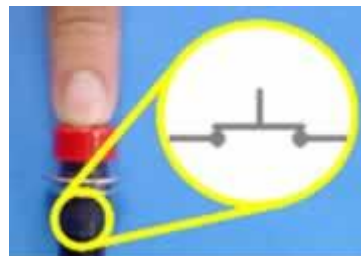


Figura 6. 2 Interruptor con contacto normalmente abierto activado.

Contacto normalmente cerrado (NC) Igualmente funciona como un botón real, pero de manera inversa al contacto normalmente abierto, esto es que cuando no es accionado se reposiciona automáticamente a su estado natural que es el encontrarse cerrado o conectado, ver figura 6.3.

Cuando el usuario presiona el interruptor abre la unión que existe entre los dos contactos internos del botón, cambiando su estado lógico de cerrado (conectado) a abierto (desconectado), ver figura 6.4.

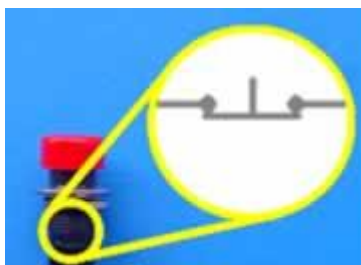


Figura 6. 3 Interruptor con contacto normalmente cerrado en reposo.

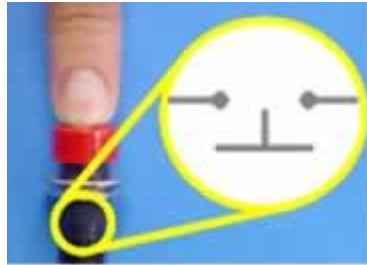


Figura 6. 4 Interruptor con contacto normalmente abierto activado.

De acuerdo a la convención establecida por los fabricantes de los PLC se sabe que la correspondencia que tienen los estados lógicos cerrado y abierto con los dígitos binarios "0" y "1" es la siguiente:

- *Abierto equivale a "0" lógico*
- *Cerrado equivale a "1" lógico*

Ya que conocemos los símbolos básicos correspondientes a las entradas en el Lenguaje en Escalera, debemos de encontrar la manera de obtener una respuesta en base a nuestras entradas. La solución la hallamos en el mismo Lenguaje en Escalera, ya que para representar una salida se emplea el símbolo el cual tiene una función similar a la de una bobina en un relevador, la cual una vez energizada provoca un cambio de estado en el (los) interruptor(es) que se encuentran bajo su influencia.

Para programar un PLC, primeramente se deben tener contempladas las entradas y las salidas totales que estarán interactuando en el sistema que se va a automatizar, posteriormente es necesario plantear el procedimiento mediante el cual se relacionaran las entradas con las salidas de acuerdo a las respuestas que se esperan del sistema.

Una herramienta que se emplea frecuentemente para programar un PLC son las Tablas de Verdad, ya que en estas se observa la respuesta que debe emitir el PLC en función de las combinaciones de los estados lógicos de las entradas. La combinación generada por la forma en como se conecten las variables de entrada da origen a funciones lógicas estandarizadas como por ejemplo: AND, OR, INVERSOR, etc.



Tanto las funciones lógicas mencionadas en el párrafo anterior como todas las que faltan tienen asociado un símbolo por medio del cual se identifican en el área de la electrónica, cabe aclarar que en esta área estas funciones son llamadas por su nombre en inglés, por lo tanto así nos referiremos a ellas.

Cuando se utiliza el Lenguaje en Escalera para programar un PLC no se emplean los símbolos de las funciones lógicas por lo tanto debemos ser capaces de implementarlas utilizando las variables de entrada y salida que de acuerdo a cierto arreglo se comportaran como las funciones lógicas: AND, OR, INVERSOR, NOR, etc.

Existen tres funciones lógicas a partir de las cuales se generan todas éstas las cuales son: AND, OR e INVERSOR. Por lo que a continuación se explicara como se implementan con el Lenguaje en Escalera, así como su comportamiento.

⚡ **FUNCIÓN LÓGICA AND (Y)**

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



Figura 6. 5 Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en "0".



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



Figura 6. 7 Función Lógica AND (Y) con entrada A en "1" y B en "0".

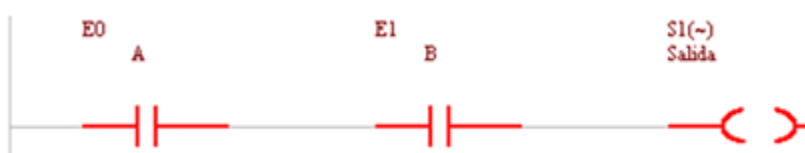




Figura 6. 8 Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en "1".

Nota: Los símbolos iluminados se encuentran activos.

Las Figuras 6.5, 6.6, 6.7 y 6.8 generan la siguiente tabla de verdad:

Tabla 6. 1 Función lógica AND (Y)

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

El siguiente ejemplo involucra una función AND,

por lo que se requiere que una lámpara se encendida si y solo si dos botones que tendrá el ejemplo estén siendo pulsados. La implementación a través de la tabla de programación se muestra a continuación en la tabla 8.3.

Tabla 8. 3 Tabla del encendido de una lámpara mediante la función AND con accionamientos momentáneos

| Entradas | | | | Salidas | | | |
|----------------|----------------|----------|--|----------------|--|----------|--|
| Botones | | Memorias | | Actuadores | | Memorias | |
| E ₀ | E ₁ | | | S ₀ | | | |
| Botón1 | Botón2 | | | Lámpara | | | |
| * | * | | | * | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Si observa la Tabla 8.3 y la compara con la tabla 8.2, se puede identificar que a diferencia de la tabla 8.2 en ésta se tienen dos botones cada uno conectado a una entrada física diferente del PLC: E₀ y E₁; por lo que les asignaremos dos Etiquetas diferentes "Botón1" y "Botón2" las cuales aparecerán en el campo llamado "Etiqueta" del área de Entradas. La conexión de la lámpara estará en la salida física S₀ y se le asignara la etiqueta de "Lámpara".

En la Tabla 8.3 se muestran activados de manera momentánea los Botones de entrada y el actuador de salida, así que se deberán marcar con un * las casillas correspondientes. Ahora se cuentan con dos condiciones para encender la lámpara: una es que este accionado el Botón 1 y la segunda es que esté accionado el Botón 2, por lo tanto se ubica un * en la entrada correspondiente a E₀ y otro en la entrada



correspondiente a E₁. Si alguno de los dos botones no esta accionado la lámpara se apagará, tal como ejemplifican las Figuras 8.5, 8.6, 8.7 y 8.8.



Figura 8. 5 Escalón resultante de la tabla 7.3, con las entradas E₀ y E₁ desactivadas



Figura 8. 6 Escalón resultante de la tabla 7.3, con la entrada E₀ activada y E₁ desactivada



Figura 8. 7 Escalón resultante de la tabla 7.3, con la entrada E₀ desactivada y E₁ activada



Figura 8. 8 Escalón resultante de la tabla 7.3, con las entradas E₀ y E₁ activadas

Como se puede apreciar el orden que guardan los contactos relacionados con E₀ y E₁ en el Lenguaje en Escalera tienen una relación directa con la ubicación de los *'s de la Tabla.

En la figura 8.9 se muestra gráficamente lo que se describió en la respectiva figura 8.5, que de igual manera en la Figura 8.10 se puede visualizar el accionamiento del Botón 1 (entrada E₀) tal como se representa en la figura 8.6 y así sucesivamente con las Figuras 8.11 y 8.12.



Figura 8. 9 Lámpara apagada por la condición Y(AND) resultante de la figura 8.5.



Figura 8. 10 Lámpara apagada por la condición Y(AND) resultante de la figura 8.6.



Figura 8. 11 Lámpara apagada por la condición Y(AND) resultante de la figura 8.7



Figura 8. 12 Lámpara encendida por la condición Y (AND) resultante de la figura 8.8

✚ FUNCIÓN LÓGICA OR (O)

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



Figura 6. 9 Función Lógica OR (O) con las entradas A y B en "0".

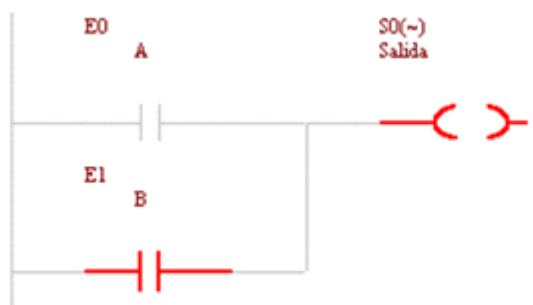


Figura 6. 10 Función Lógica AND (Y) con entrada A en "0" y B en "1".

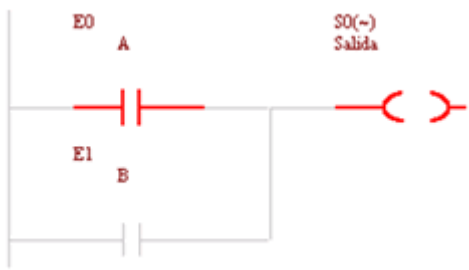


Figura 6. 11 Función Lógica AND (Y) con entrada A en "1" y B en "0".

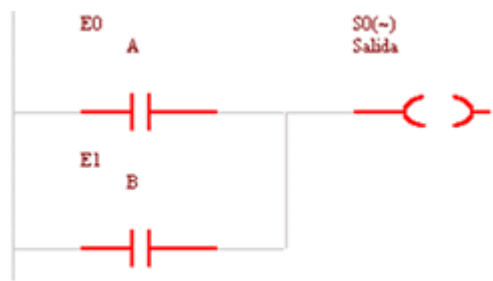


Figura 6. 12 Función Lógica AND (Y) con las entradas A y B en "1".

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

Tabla 6. 2 Función lógica OR (O)

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

A continuación veremos la función OR

implementada con una lámpara que debe estar encendida cuando se presione uno, otro o ambos botones que la controlan. La tabla correspondiente a este ejemplo se identifica como tabla 8.4.

Al igual que en el ejemplo anterior se contará con dos botones conectado a las entradas físicas del PLC: E₀ (cuya etiqueta es Botón1) y E₁ (cuya etiqueta es Botón2). La salida física S₀ hará referencia a la lámpara y se le asignará la etiqueta con el mismo nombre.

Tabla 8. 4 Tabla del encendido de una lámpara con la función OR y accionamiento momentáneo.

| Entradas | | | | | Salidas | | | | |
|----------------|----------------|----------|--|--|----------------|--|----------|--|--|
| Botones | | Memorias | | | Actuadores | | Memorias | | |
| E ₀ | E ₁ | | | | S ₀ | | | | |
| Botón1 | Botón2 | | | | Lámpara | | | | |
| * | | | | | * | | | | |
| | * | | | | * | | | | |

De la misma manera se utilizará el tipo de accionamiento momentáneo, por lo que con un * se marcará la casilla que corresponde a la salida S₀, para indicar el encendido de la lámpara. Se cuentan ahora con tres maneras para el encendido de la lámpara: una es que este accionado el Botón 1, la segunda es que esté accionado el Botón 2, o ambas por lo tanto se ubica un * en la entrada correspondiente a E₀, otro en la



entrada correspondiente a E1 y uno en ambos. Si alguno de los dos botones está accionado bastará para que encienda la lámpara como se observa en las Figuras 8.13, 8.14, 8.15 y 8.16

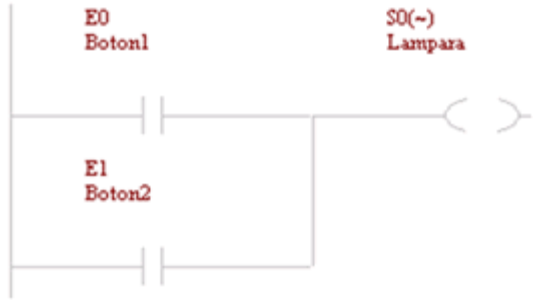


Figura 8. 13 Escalera resultante de la tabla 8.4, con las entradas E0 y E1 desactivadas.

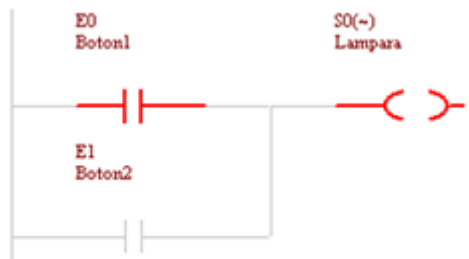


Figura 8. 14 Escalera resultante de la tabla 8.4, con la entrada E0 activada y E1 desactivada.

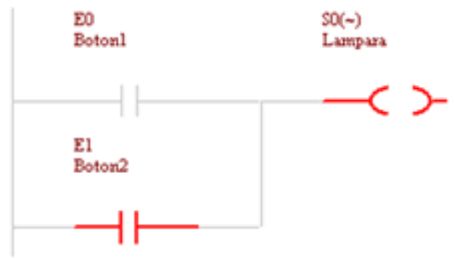


Figura 8. 15 Escalera resultante de la tabla 8.4, con la entrada E0 desactivada y E1 activada.

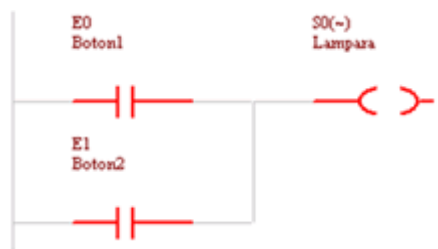


Figura 8. 16 Escalera resultante de la tabla 8.4, con las entradas E0 y E1 activadas.

El resultado de las figuras 8.13, 8.14, 8.15, y 8.16 sobre algo físico se muestra a continuación a través de las Figuras 8.17, 8.18, 8.19 y 8.20 respectivamente.



Figura 8. 17 Lámpara apagada por la condición O (OR) resultante de la figura 8.13.



Figura 8. 18 Lámpara encendida por la condición O (OR) resultante de la figura 8.14.



Figura 8. 19 Lámpara encendida por la condición O (OR) resultante de la figura 8.15.



Figura 8. 20 Lámpara encendida por la condición O (OR) resultante de la figura 8.16.

Ya que tenemos el programa en Lenguaje Escalera es necesario realizar las conexiones físicas de los botones en los contactos de entrada y del elemento actuador que es nuestra lámpara, en una salida del PLC, para que observe la manera en que se encontrará vea la figura 8.21.

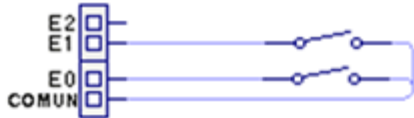


Figura 8. 21 Diagrama de conexión de las terminales de entrada



Figura 8. 22 Diagrama de conexión de la terminal de salida



✚ FUNCIÓN LÓGICA INVERSORA (NOT)

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

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



Figura 6. 13 Función Lógica Inversora (NOT) con las entrada A en "0".

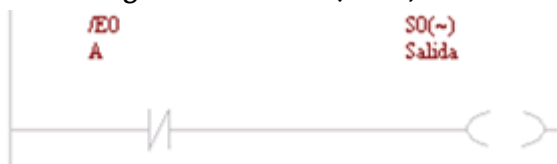


Figura 6. 14 Función Lógica Inversora (NOT) con las entrada A en "1".

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

Tabla 6. 3 Función Lógica Inversora (NOT)

| A | Salida | Figura |
|---|--------|--------|
| 0 | 1 | 5.13 |
| 1 | 0 | 5.14 |



✚ FUNCIÓN LÓGICA NO INVERSORA

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



Figura 6. 15 Función Lógica NO Inversora con las entrada A en "0".



Figura 6. 16 Función Lógica NO Inversora con las entrada A en "1".

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

Tabla 6. 4 Función Lógica NO Inversora.

| A | Salida | Figura |
|---|--------|--------|
| 0 | 0 | 15 |
| 1 | 1 | 16 |



Existen diversos procesos industriales donde se tiene que ir transportando el producto en sus diversas etapas de manufactura, para lo cual se requiere necesariamente de una banda transportadora, que es precisamente la encargada de realizar el desplazamiento de un punto a otro del producto que se está fabricando.

Una banda transportadora la podemos encontrar en diversos procesos industriales, pero siempre cumple con la misma tarea, que es la de ir desplazando diversos productos o materiales, por lo mencionado anteriormente una banda transportadora la podemos encontrar por ejemplo en: Línea de armado de vehículos, en una planta embotelladora, en una planta farmacéutica para transportar las diversas sustancias e inclusive en un aeropuerto por donde nos entregan el equipaje, etc



Figura 10.1 Máquina de tortillas (Alimento típico de México).

Puesto que no todos tenemos acceso a maquinaria industrial, emplearemos un modelo a escala tal como el que se ilustra en la figura 10.2, que como en el capítulo 9, tenga la misión de emular el funcionamiento del sistema a automatizar que en este caso se trata de la banda transportadora de tortillas de la figura 10.1.

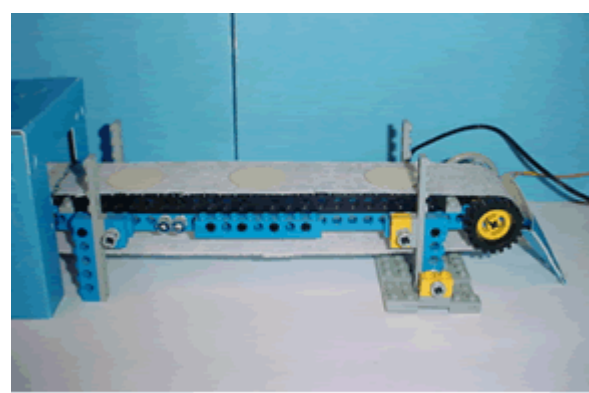




Figura 10. 2 Modelado de la Banda Transportadora por un juguete

EMPLEO DEL CONTADOR

Para la implementación de la Banda Transportadora se requiere utilizar un Contador el cual lo tomaremos de uno de los que tiene el PLC que empleamos para este ejercicio. En primera instancia es necesario realizar la activación del contador por medio de la acción de un contacto. Existen dos formas de activar a los contadores del PLC, que a continuación se enlistan:

- a) Una es por medio de una condición resultado del proceso.
- b) La otra es en la cual el propio contador se activa y desactiva así mismo.



CONTROL DE UNA FAJA TRANSPORTADORA CON BOTONES LUMINOSOS INTERMITENTES, EJEMPLO FINAL

Para la implementación de la Banda Transportadora se requiere llevar un conteo de los envases que son transportados, además se cuenta con dos botones uno de inicio y otro de paro. El botón de inicio debe ser presionado por el operador para comenzar el proceso y el conteo, cuando esto sucede dicho botón debe permanecer encendido y el botón de paro debe estar centellando indicándole al operador con ello que dicho botón espera ser presionado. Necesitaremos utilizar un Contador del PLC, dicho Contador tendrá la función de contabilizar los envases que son transportados por la banda; cuando llegue al límite establecido de envases se debe detener el proceso automáticamente, con lo que se encenderá la lámpara del botón de paro y comenzara a centellear la lámpara del botón de inicio. El botón de paro será presionado por el operador cuando se presente alguna contingencia o simplemente se tenga que detener el proceso, con esta acción se encenderá la lámpara del botón de paro y centellara la lámpara del botón de inicio.

El programa en Lenguaje Escalera estará estructurado de tal manera que se auxiliara de las siguientes funciones:

LampInicio. Se encargara de mantener encendida la lámpara de inicio de manera intermitente cuando el mecanismo no se encuentre funcionando.

LampParo. Cuando el mecanismo se encuentre en funcionamiento tiene la labor de mantener encendida de manera intermitente a la lámpara de paro.

Contador. Esta función será responsable del conteo de los envases que son transportados.

En la Función LampInicio (función 1) utilizaremos un Bit especial con un intervalo de tiempo de un segundo el cual actuara sobre la marca de memoria M2 cuya etiqueta es BanAux (Bandera Auxiliar), observe la figura 11.4. De esta manera cuando sea invocada la función LampInicio el bit especial se energizará de manera momentánea cada segundo lo que provocara que cada segundo se active la Bandera Auxiliar M2 y como se verá más adelante dicha marca es una de las encargadas en el programa principal de activar a la salida física S1 relacionada con la lámpara de inicio. Por lo tanto si la marca se activa cada segundo entonces la lámpara de inicio se encenderá cada segundo, provocando con ello un encendido intermitente.

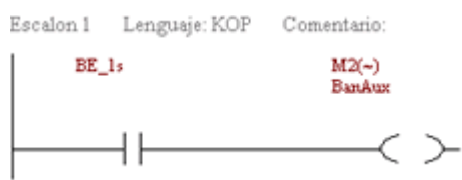


Figura 11. 4 Implementación de la Función LampInicio



Para el caso de la Función LampParo (función 2) utilizaremos de igual manera un Bit especial con un intervalo de tiempo de un segundo, pero ahora lo implementaremos de forma directa, es decir, energizando sin marcas intermediarias la salida S2 correspondiente a la Lámpara de Paro. Así cada segundo que se energice el bit especial se energizara la salida física S2, tal como se muestra en la figura 11.5.



Figura 11. 5 Implementación de la Función LampParo

La función de contar el número de envases, emplea su activación por medio de una condición resultante del proceso, esta condición es el accionamiento momentáneo del sensor, provocado por el paso de un envase por la banda transportadora, con lo que se incrementa en una unidad el registro del Contador.

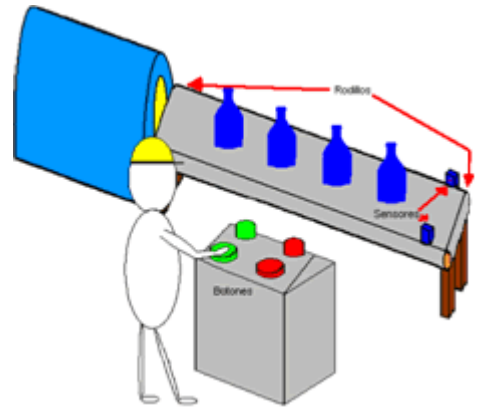


Figura 11. 7 Bosquejo de la banda transportadora con lámparas intermitentes

La implementación se hará, como en ejercicios anteriores, de manera formal auxiliándonos de las tablas de programación 11.1, 11.2, 11.3 11.4.

Tabla 11. 1 Implementación del sistema mediante tablas.

| | Entradas | | | | | | | Salidas | | | | | | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------|---------|---------|
| | Botones | | | Memorias | | | | Actuadores | | | Marca | | Función | | |
| | E ₀ | E ₁ | E ₂ | C ₀ | M ₀ | M ₁ | M ₂ | S ₀ | S ₁ | S ₂ | M ₀ | M ₁ | 1 | 2 | 3 |
| | Sensor | BotónInici | BotónlParo | Contador | BanInicio | BanParo | BanAux | Motor | LámpActi | LámpParo | BanInicio | BanParo | FunInicio | FunParo | FunCont |
| Fila 1 | | * | | | | | | | | | # | | | | |
| Fila 2 | | | | | | * | | | | | L | | | | |
| Fila 3 | | | | | | * | | | * | | | | | | |
| Fila 4 | | | | | Δ | * | | | | | | | * | | |
| Fila 5 | | | | * | | | | | | | | # | | | |
| Fila 6 | | | | | Δ | | | | | | | # | | | |
| Fila 7 | | | * | | | | | | | | | # | | | |
| Fila 8 | | * | | | | | | | | | | L | | | |
| Fila 9 | | | | | * | Δ | | * | | | | | | | |
| Fila 10 | | | | | * | | | | * | | | | | | |
| Fila 11 | | | | | | | * | | * | | | | | | |
| Fila 12 | | | | | * | Δ | * | | | | | | | * | |
| Fila 13 | | | | | * | | | | | | | | | | * |

Tabla 11. 2 Tabla de la Función FunParo.



| | Entradas | Salidas |
|--------|-----------------|------------|
| | Bits Especiales | Actuadores |
| | E_0 | S_2 |
| | Sensor | LámpParo |
| Fila 1 | * | * |

Tabla 11. 3 Tabla de la Función FunInicio

| | Entradas | Salidas |
|--------|-----------------|------------|
| | Bits Especiales | Actuadores |
| | E_0 | S_2 |
| | Sensor | LámpActi |
| Fila 1 | * | * |

Tabla 11. 4 Tabla de la Función FunCont

| | Entradas | | Salidas | |
|--------|----------|----------|------------|------------|
| | Botones | Memorias | Memorias | |
| | E_0 | M_1 | $C_{0(L)}$ | $C_{0(R)}$ |
| | Sensor | BanParo | ContadorL | ContadorR |
| Fila 1 | * | | * | |
| Fila 2 | | Δ | | * |

De las tablas 11.2, 11.3 y 11.4 observamos que se trata de la implementación de las funciones, por lo que en estas tablas nos indican que elementos activan las salidas.

De la tabla 11.1 se observa:

Fila 1. La salida interna M_0 que corresponde a la Bandera de Inicio reflejara de forma memorizada el accionamiento momentáneo del botón de inicio el cual se encuentra relacionado con la entrada física E_1 . En lenguaje Escalera lo expresado en esta explicación se resume en la figura 11.8.



Figura 11. 8 Fila 1 del programa de la tabla 11.1

Fila 2. Ya que accionamos a la Bandera de Inicio de manera memorizada en la fila 1 en la fila 2 será desactivada cuando la bandera de paro (salida interna $M1$) se active debido a que indican estados contrarios. Ver figura 11.9.



Figura 11. 9 Fila 2 del programa de la tabla 11.1.

Fila 3. Cuando este presente la bandera de paro M1 se encenderá la lámpara del botón de paro indicando con ello que se detuvo el proceso, cabe aclarar que la lámpara de paro se encuentra en la salida física S2 y lleva por etiqueta LampParo, tal como se muestra en figura 11.10.



Figura 11. 10 Fila 3 del programa de la tabla 11.1.



Figura 11. 11 Fila 4 del programa de la tabla 11.1.

Filas 5, 6 y 7. El contacto interno del Contador C0 se activará cuando se hayan contabilizado 5 envases indicando con ello que el proceso de empaquetado se llevo a cabo y por consiguiente está acción enciende la bandera de paro de manera memorizada (Fila 5). De igual manera la bandera de paro presentara un accionamiento memorizado cuando no este presente la bandera de inicio (Fila 6) o cuando sea presionado el botón de paro (Fila 7). Ver figura 11.12.

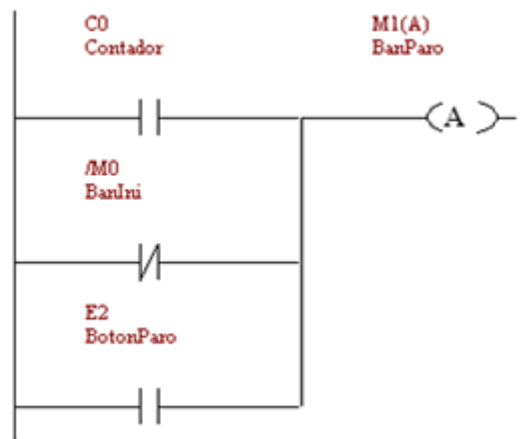


Figura 11. 12 Filas 5, 6 y 7 del programa de la tabla 11.1.

Fila 8. De acuerdo a la figura 11.13 la desactivación de la bandera de paro se llevara acabo cuando sea presionado el Botón de Inicio.



Figura 11. 13 Fila 8 del programa de la tabla 11.1.

Fila 9. El motor de la Banda transportadora será energizado si la Bandera de Inicio M0 se encuentra activada y la Bandera de paro desactivada. Tal como se ilustra en la figura 11.14.

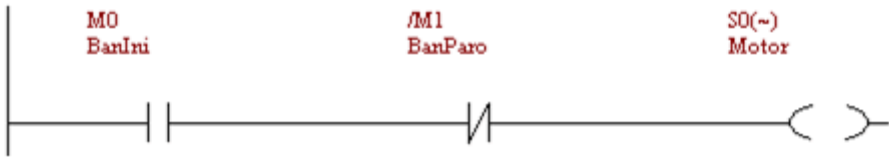


Figura 11. 14 Fila 9 del programa de la tabla 11.1.

Fila 10 y 11. La lámpara de inicio será encendida bajo dos condiciones: si la bandera de Inicio (Fila 10) se encuentra activada o si la Bandera Auxiliar M2 (Fila 11) ha sido activada. Lo anterior se ejemplifica en la figura 11.15. Como ya se indico anteriormente la Bandera Auxiliar es activada desde la Función de la Lámpara de Inicio.

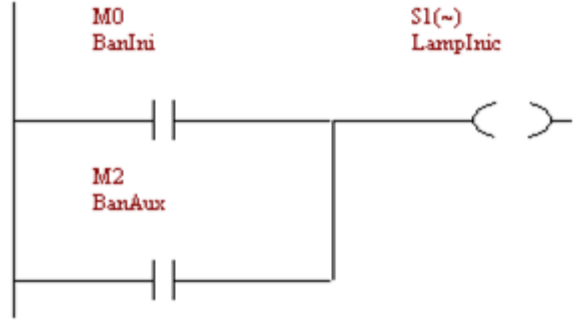


Figura 11. 15 Filas 10 y 11 del programa de la tabla 11.1.

Fila 12. La función que hace que la lámpara de paro comience a centellear será llamada cuando la Bandera de Inicio este activada y la Bandera de paro este desactivada (vea la figura 11.16), es decir, cuando el mecanismo se encuentre en funcionamiento.

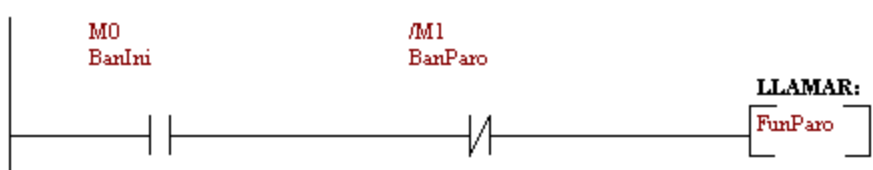


Figura 11. 16 Fila 12 del programa de la tabla 11.1.

Fila 13. La función que realiza el conteo será invocada desde que el mecanismo comience su funcionamiento por ello depende de la Bandera de Inicio, como se muestra en la figura 11.17.



Figura 11. 17 Fila 13 del programa de la tabla 11.1.



El ambiente del software de programación con que cuenta el PLC con el cual realizamos el presente ejercicio es el que se ilustra en la figura 11.18.

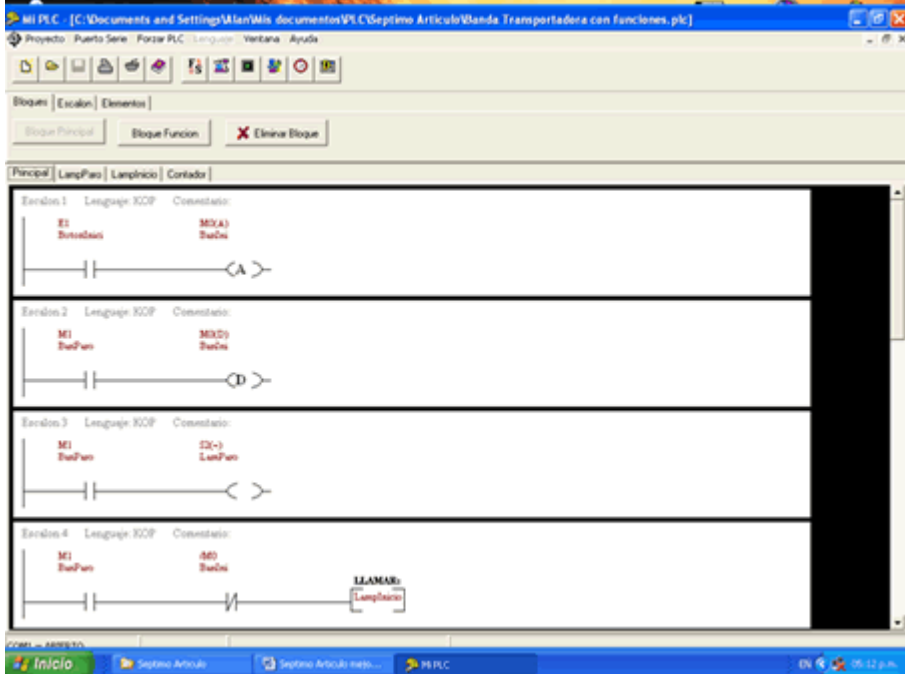


Figura 11. 18 Vista del entorno de programación (antiguos)

A disposición: J. Lisandro Totaro

Work: automatización.siemens@gmail.com +54 9/0291-154431149

Personal: lisandrototaro@gmail.com +54 9/0291-154971526



[Lisandro.Totaro](https://www.skype.com/user/Lisandro.Totaro)



<http://www.linkedin.com/pub/javier-lisandro-totaro/4/a52/bb3>