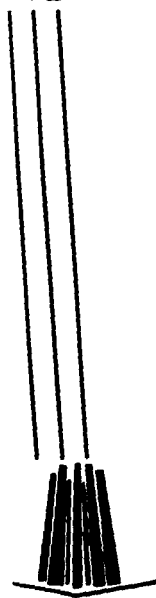


39
24.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
CAMPUS ARAGÓN**

**AUTOMATIZACIÓN DE
TRANSPORTADORES EN LA INDUSTRIA
REFRESQUERA POR MEDIO
DE PLC'S**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
**INGENIERO MECÁNICO
ELECTRICO**
P R E S E N T A N:
**GARCIA HERNANDEZ VICTOR
MONROY OSORNO EMILIO**

ASESOR: ING. OSCAR ALVAREZ MELENDEZ

MÉXICO

1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Automatización de Transportadores en la Industria Refresquera Por Medio de PLC's.

Objetivo: Diseño de un programa de automatización que permita optimizar el funcionamiento de un sistema de transportadores de botellas, empleando PLC's.

Capitulado.

1 .- Antecedentes.	1
- 1.1 Condiciones Iniciales de Operación.	1
- 1.2 <i>Ventajas de los Arranques en Serie.</i>	2
- 1.3 Generación de la Energía Eléctrica.	2
- 1.4 Aspectos Básicos del Factor de Potencia.	3
- 1.5 Tarifas Eléctricas.	6
- 1.6 Consumo de Energía Eléctrica.	8
2 .- Dispositivos de Control Eléctrico Industrial.	10
- 2.1 Elementos Básicos de la Automatización Eléctrica.	10
- 2.1.1 Contactos.	10
- 2.1.2 Interruptores.	11
- 2.1.3 Interruptores de Botón de Presión.	11
- 2.1.4 Interruptores de Palanca.	11
- 2.1.5 <i>Contactores Electromagnéticos.</i>	12
- 2.1.6 Relevador de Tiempo.	13
- 2.1.7 Relevador de Controlador.	14
- 2.1.8 Relevador de Sobrecarga.	14
- 2.1.9 Interruptor de Circuito.	15
- 2.1.10 Frenos Magnéticos.	15
- 2.1.11 Capacitores y Diodos.	16
- 2.1.12 <i>Lámparas Indicadoras.</i>	17
- 2.2 Automatización por Cableado.	17
- 2.3 Diferencias entre circuitos de Potencia y de Control.	18
- 2.4 Control por Programa.	21
3 .- Aspectos Básicos del Step 5.	23
- 3.1 <i>Programar.</i>	24
- 3.2 Sistemas de Numeración.	25
- 3.3 Lenguaje de Programación.	25
- 3.4 <i>Instrucción.</i>	26
- 3.5 Direccionamiento.	27

- 3.6	Instrucciones y Operaciones del Step 5	28
- 3.6.1	Registros.	28
- 3.6.1.1	Registros de Retención.	29
- 3.6.1.2	Registros de Entrada.	29
- 3.6.1.3	Registros de Salida.	29
- 3.6.1.4	Registros de Entrada en Grupo.	29
- 3.6.1.5	Registros de Salida en Grupo.	29
- 3.6.2	Funciones de Memoria.	29
- 3.6.2.1	Prioridad a la Conexión.	30
- 3.6.2.2	Prioridad a la Desconexión.	30
- 3.6.2.3	Prioridad al Borrado.	31
- 3.6.2.4	Prioridad a la Activación.	31
- 3.6.3	Temporizadores.	31
- 3.6.3.1	Temporizador de Impulso	33
- 3.6.3.2	Temporizador de Impulso Prolongado.	33
- 3.6.3.3	Temporizador de Retardo a la Desconexión.	34
- 3.6.4	Contadores.	34
- 3.6.5	Funciones Numéricas de Comparación.	35
- 3.7	Analogía entre Diagramas de Contactos, Lista de Instrucciones y Lógica Digital de Compuertas.	35
- 3.8	Compuertas Lógicas.	36
- 3.9	Principios de Programación.	41
4	.- Diseño e Implementación del Programa de Automatización.	45
- 4.1	Variables de Entrada.	45
- 4.2	Variables de Salida.	46
- 4.3	Lógica Operacional.	47
- 4.4	PB 1 Señales de Control.	49
- 4.5	PB 2 Motores Sección Llenadora.	51
- 4.6	PB 3 Motores Sección Encajonadora.	69
- 4.7	PB 4 Falla de Energía Eléctrica.	74
- 4.8	PB 5 Lógica de Control de Llenadora.	76
5	.- Beneficios Obtenidos.	77
- 5.1	Beneficios Obtenidos del Uso del PLC.	77
- 5.2	Desventajas del Uso del PLC.	79
- 5.3	Otras Aplicaciones.	80
6	.- Conclusiones.	84
	Anexos.	87

- 1 Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado.	88
- 2 Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado Sección Llenadora.	89
- 3 Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado Sección Encajonadora.	90
- 4 Relación de Señales de Entrada.	91
- 5 Relación de Funciones.	92
- 6 Relación de Señales de Salida.	94
- 7 Relación de Elementos.	95
- 8 Lógica de Control del Sistema Codificador de Producto <i>Terminado.</i>	96
Glosario de Términos.	97
Bibliografía.	104

1

Antecedentes

1.1 Condiciones Iniciales de Operación.

Los Motores Eléctricos suministran la energía mecánica que mueve a nuestros equipos, por lo que la operación adecuada de los motores en la industria representa un basto campo para mejorar el uso de la energía. Con la idea en mente de que en un arranque de línea en la industria refresquera, todos los equipos eléctricos se encienden, y durante el proceso no siempre se apagan si hay un paro prolongado de línea o si ya no se emplean, procedimos a realizar la búsqueda de acciones que nos permitieran automatizar el sistema de una forma que optimizara el uso de la capacidad del equipo instalado. Toda oportunidad de ahorro de energía y materiales debe ser aprovechado.

Realizamos una medición del consumo de energía y un registro de las condiciones de operación en una de las tres líneas de embotellado que forman esta planta. Aunque podríamos considerar como "Bueno" el consumo de Energía Eléctrica, el análisis realizado de los niveles de consumo y producción arrojó que la sección de Llenadora a Encajonadora en la línea UNO, ofrecía una buena oportunidad para la mejora. Esta línea emplea, solo para el movimiento de la botella, 100 motores de inducción de corriente alterna. La sección de Llenadora a Encajonadora cuenta con quince motores que en conjunto demandan 25.4 KW. Su operación es un tanto compleja ya que el primer motor debe ir en sincronía con la velocidad de la Llenadora, el segundo debe permitir la inspección del nivel del llenado en forma automática y la codificación con la fecha de caducidad del producto terminado. El tercero es un transportador que sirve como mesa de acumulación para el producto que no cumple con los estándares de calidad y que es rechazado. El cuarto es una entrada a una mesa de acumulación general. De aquí hasta la mesa de acumulación de la Encajonadora, los motores deben responder a una serie de condiciones que permitan el paro y arranque en forma automática y controlados por una serie de sensores de proximidad. Dichas condiciones se describirán en forma más detallada en los siguientes capítulos. El arranque de todos los motores de esta sección se realiza en forma instantánea al presionar el botón de marcha.

En la industria refresquera es constante el cambio de sabor y de presentaciones. Estas actividades aunadas a las que se realizan en todo el sector industrial obligan a CFE a que instalen diversos tipos de plantas generadoras: desde las termoeléctricas que deben funcionar las veinticuatro horas del día a carga constante por razones técnicas; las hidroeléctricas que funcionan también las veinticuatro horas por razones económicas hasta turbinas de gas, algunas hidroeléctricas y pequeñas unidades diesel para satisfacer las pequeñas duraciones de demanda

máxima (Picos), como se les conoce en Ingeniería Eléctrica. Mientras más de "Pico" sea una unidad, es más cara la electricidad que esta genera y este costo se le traslada al usuario, obviamente no es justo repartir el costo de la energía adicional generada entre los usuarios, razón por la cual las tarifas de los usuarios industriales, son divididas en horas base y en horas pico, siendo la tarifa de horas pico la más alta.

Por este lado, se encontró que un arranque de línea se realiza en "Horas Pico" y que el proceso se hacía sin tomar en cuenta la demanda total que se genera al poner en operación compresores de aire, de amoníaco y bombas para impulsar el producto. Además, durante el cambio de presentación o de sabor, las actividades del personal evitan que realicen actividades tan simples como apagar equipos que no deben estar en operación.

1.2 Ventajas de los Arranques en Serie.

Las condiciones de operación de esta sección nos dieron la pauta para desarrollar un programa de automatización que nos permitiera realizar un arranque en forma escalonada. Este tipo de arranque nos permitiría garantizar que la demanda máxima contratada no se alcanzaría, ya que la disminuiríamos de 25.4 a sólo 3 KW como promedio máximo. La idea fundamental es evitar incurrir en "Picos", ya que estos no son más que cargas innecesarias.

Por otro lado, debido a que el mercado demanda una gran cantidad de producto en diferentes presentaciones y sabores, es preciso que en los momentos en que los equipos no se utilicen sean desenergizados, que este proceso se haga en forma automática y que cuando sea necesario volverlos a emplear, el proceso se lleve a cabo en forma automática y escalonada.

Tomando como base estas dos ideas, generaríamos beneficios tanto a la empresa que distribuye la energía eléctrica como a la empresa que la consume. Por un lado, no demandaríamos energía que no necesitamos y, por el otro, incrementaríamos la vida útil de los equipos, incrementaríamos el rendimiento de las materias primas y disminuiríamos el costo de la facturación por concepto de Energía Eléctrica.

1.3 Generación de la Energía Eléctrica.

La conservación de los recursos naturales, la generación y ahorro de la energía eléctrica están íntimamente ligados. Haciendo un análisis global del total de Energía Eléctrica producida en nuestro país (Más de 29,204 MW), el 55.9% de esta energía se basa en la utilización de hidrocarburos, 28% se originó en plantas hidroeléctricas, mientras que el 16.1 restante se originó en geotérmicas, carboceléctricas , nucleoceléctricas y duales. En conclusión, el 67.2% de la capacidad instalada se basa en plantas que consumen combustibles fósiles.

Al optimizar el consumo de la Energía Eléctrica, se logra minimizar el impacto que en el medio ambiente genera la quema de combustibles fósiles para la producción de la energía . El crecimiento acelerado de la población, al exigir un mejoramiento de los niveles de vida, exige también un incremento del consumo de Energía Eléctrica. Hasta 1993 el ahorro de Energía Eléctrica que se ha generado por diferentes actividades asciende a 15 GWH, lo que equivale a un ahorro de 107.639 barriles de combustible. Esta cantidad de barriles son los requeridos para

producir la Energía Eléctrica mencionada. En cuanto al medio ambiente, esto se traduce en una reducción anual de cientos de toneladas de gases contaminantes que se enviarían a la atmósfera.

Por cada 10 barriles de combustible que se produjeron en 1992, 6.6 barriles fueron consumidos por el sector eléctrico de nuestro país. Esta cantidad es muy significativa si consideramos que en este mismo año se consumieron 16 millones de metros cúbicos de combustible. En cuanto al gas, un poco más del 15 % de la producción nacional (4,418 millones de metros cúbicos) se empleó con el mismo fin. El consumo de diesel ascendió a 312,000 metros cúbicos. El 63 % de la producción nacional de carbón (4,249,000 toneladas) fue utilizada para generar la Energía Eléctrica que el país demanda.

Cualquier esfuerzo que permita ahorrar Energía se verá reflejado directamente y en forma determinante en la conservación de los recursos naturales. Cabe resaltar que los combustibles mencionados provienen de recursos no renovables y que los hidrocarburos son un factor básico en la generación de divisas.

Basándonos en la información generada por la Comisión Federal de Electricidad, (CFE) la emisión de Dióxido de Azufre (SO₂) a la atmósfera es de 15.7 kilogramos por cada MWH, que se produce a partir del uso de combustible. El SO₂ es uno de los gases más peligrosos que, al combinarse con el vapor de agua que existe en el medio ambiente, produce ácido sulfúrico, el cual daña considerablemente a bosques y ecosistemas. De manera similar, si se utiliza gas se emiten tres gramos de SO₂ por cada KWH y 8.6 Kg. cuando se emplea carbón en las plantas generadoras.

Esta información pone de manifiesto la importancia del ahorro de la Energía Eléctrica en la protección y preservación del medio ambiente.

Cabe mencionar que por cada punto porcentual que se ahorre en relación al volumen generado de Energía Eléctrica, se logrará reducir la emisión de 17,286 toneladas de dióxido de azufre, 1,266 toneladas de óxidos de nitrógeno, 3,171 toneladas de dióxido de carbono, 79 toneladas de monóxido de carbono y 1,178 toneladas de partículas.

Al alcanzar la meta de 5,485 GWH que se planea alcanzar en el ahorro de Energía Eléctrica a nivel nacional, se estima que se evitaría el consumo de 3.8 millones de barriles de combustible. Esta cantidad equivale al 2.5% de la producción nacional de este hidrocarburo. Además, se disminuiría la emisión de contaminantes en cerca de 103,000 toneladas.

1.4 Aspectos Básicos del Factor de Potencia.

Operar con bajo factor de potencia una instalación eléctrica genera muchas desventajas, principalmente en la capacidad de los equipos de transformación y distribución de la energía eléctrica y en el uso eficiente de las máquinas y aparatos que funcionan con electricidad. El factor de potencia es un problema permanente y muy importante para todas las plantas industriales.

En los circuitos eléctricos de corriente directa, la potencia es el producto del voltaje por la corriente; es decir, es el resultado de multiplicar los volts por los amperes. Sin embargo, en los circuitos de corriente alterna, entre estas cantidades se puede llegar a presentar un desfase similar al de una fuerza aplicada a un cuerpo, en este caso, su coseno es el factor de corrección por el que hay que multiplicar el producto del voltaje por la corriente (Potencia Aparente) para obtener la potencia real. En electricidad, la potencia real se designa como potencia activa y su factor de corrección, o coseno de Q , como Factor de Potencia.

El ángulo de fase, o desfase entre el voltaje y la corriente, depende de la carga que se está alimentando. En los circuitos eléctricos se distinguen dos tipos básicos: Cargas

Resistivas y Cargas Reactivas. Estas últimas se dividen en Inductivas y Capacitivas. Al aplicar el voltaje a una carga resistiva, la corriente que toma se encuentra en fase con éste, por lo que su desfase es de 0° . En el caso de cargas reactivas la corriente se defasa 90° en atraso si es inductiva y 90° adelantada si es capacitiva.

La mayoría de las cargas en las instalaciones eléctricas son una combinación de los tipos básicos descritos, predominando las de naturaleza inductiva tales como: Motores de Inducción, balastos para lámparas fluorescentes, soldadoras de arco, etc., cuyo factor de potencia es en atraso, por el retardo de la corriente en relación al voltaje. Las cargas inductivas son el origen del bajo factor de potencia y debido a los inconvenientes que ocasiona se emplean cargas capacitivas que por sus características se oponen a sus efectos.

En una carga predominantemente inductiva, la corriente se atrasa con respecto al voltaje pero su desfase es menor a 90° debido a la componente resistiva de la carga. La corriente se divide en dos vectores: **Corriente Activa**, asociada con la parte resistiva de la carga y en fase con el voltaje, por lo que es capaz de producir un trabajo útil: Movimiento, calor, luz, sonido, etc.; y **Corriente Reactiva**, asociada con la parte reactiva de la carga y que por estar en cuadratura con el voltaje, no produce un trabajo en sentido físico, pero tiene la importantísima función de generar el flujo magnético necesario para el funcionamiento de los dispositivos de inducción.

La corriente activa es el resultado del producto de la corriente por el Coseno de Q . Al multiplicar la corriente activa por el voltaje, obtenemos la **Potencia Activa**.

La corriente reactiva es el resultado del producto de la corriente por el Seno de Q . Al multiplicar la corriente reactiva por el voltaje, resulta la **Potencia Reactiva** que se representa con la letra Q y se expresa en Volts Amperes Reactivos o VAR.

Como las corrientes Activa y Reactiva están defasadas 90° , lo mismo ocurre con las potencias P y Q asociadas a ellas. Así, para obtener la potencia total, P y Q no se pueden sumar directamente sino en forma vectorial, como se muestra en el siguiente diagrama:

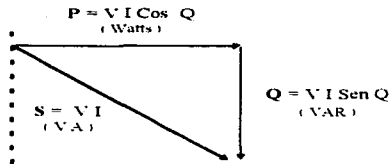


Figura 1.1 Triángulo de Potencias

La potencia total representada por la letra S, no es otra que la potencia aparente VI. El Factor de potencia se puede expresar como la relación aritmética de las potencias activa y aparente. Del triángulo de potencias se tiene:

$$\text{Factor de Potencia} = \cos Q = \frac{P}{S} = \frac{K.W}{K.V.A}$$

Las cargas reactivas pueden consumir potencia en tal magnitud, que afectan al factor de potencia de una instalación. Esto genera inconvenientes al usuario y a la compañía que suministra la Energía Eléctrica. Podemos mencionar los siguientes:

Disminución de la Capacidad de los Equipos de Generación, Distribución y Maniobra de la Energía Eléctrica.

El tamaño de los conductores y otros componentes de los equipos mencionados se diseñan para un cierto valor de corriente y, para no dañarlos, se deben operar sin que este se rebase, a riesgo de sufrir algún desperfecto. El exceso de corriente debido a un bajo factor de potencia puede obligar a usar conductores de mayor calibre y por lo tanto, más caros, e incluso sería necesario invertir en nuevos equipos de generación y transformación si la corriente demandada llega a sobrepasar la capacidad de los equipos existentes.

Incremento en las Pérdidas por Calentamiento. La potencia que se pierde por calentamiento lo da el producto de la Resistencia por el cuadrado de la Corriente, siendo I la corriente total y R la resistencia eléctrica de los equipos: Bobinas de Generadores y Transformadores, conductores de los circuitos de distribución, etc. Como un bajo factor de potencia implica un incremento en la corriente total, debido al aumento de su componente reactiva, las pérdidas pueden aumentar en forma significativa. La variación sería exponencial pues las pérdidas dependen del cuadrado de la corriente.

Deficiente Regulación del voltaje. Un factor de potencia reducido ocasiona un abatimiento del voltaje de alimentación de las cargas eléctricas (Motores, Lámparas, etc.) que pueden experimentar una reducción sensible en su potencia de salida. Esta reducción de voltaje se debe en gran medida, a la caída que se experimenta en los conductores de transformadores y circuitos por la corriente en exceso que circula por ellos.

Incremento en la Facturación de Energía Eléctrica. Un bajo factor de potencia significa energía desperdiciada y afecta a la adecuada utilización del sistema eléctrico. Por este motivo, en las tarifas eléctricas se ofrece una reducción en la factura de electricidad en instalaciones con un factor de potencia mayor al 90 por ciento y también se imponen cuotas a manera de multas si el factor de potencia es menor a 90.

1.5 Las Tarifas Eléctricas.

Son pocas las personas que saben que la estructura tarifaria de nuestro país brinda grandes oportunidades de ahorrar dinero. Su estructura permite el diseño de estrategias y programas para la promoción del uso racional y ahorro de energía eléctrica.

El usuario de la red de distribución desaprovecha la oportunidad de ahorro económico que ofrece el sistema de tarifas eléctricas. Este problema se genera debido a una falta de cultura general, así como al desconocimiento de las disposiciones legales que regulan la distribución y comercialización de la energía eléctrica. Todo esto se traduce en incrementos de los costos de producción de bienes y servicios, además de una serie de problemas técnicos y económicos que repercuten en la empresa que suministra y distribuye la Energía Eléctrica.

Es prioritario aprovechar al máximo las oportunidades para reducir los pagos por concepto de Energía Eléctrica. El costo del servicio de la Energía depende directamente de la selección de la tarifa que se haya hecho en el momento de la contratación. A pesar de que la selección de una tarifa que no se adecua a las necesidades reales del usuario, puede incrementar el pago futuro del servicio, es muy común que los usuarios sobredimensionen la capacidad de sus equipos, motores y equipo eléctrico en general, ocasionando pérdidas eléctricas y económicas.

Las tarifas eléctricas en la industria, además del cargo por consumo de energía (KWH) hacen un cargo por la demanda (KW), que es importante en la facturación.

CONSUMO es la expresión de la energía utilizada. Se expresa en KWH.

DEMANDA es la potencia que nuestra instalación requiere. Se expresa en KW. Debemos considerar que no se toma en cuenta la demanda máxima instantánea, sino el más alto de los promedios de tres intervalos consecutivos de cinco minutos. La demanda es registrada por un medidor conforme a la potencia de todos los equipos eléctricos funcionando simultáneamente durante un lapso de quince minutos.

Los cargos por consumo se calculan restando las lecturas anteriores de las lecturas actuales del medidor y aplicando las tarifas actuales vigentes. El cargo por demanda se calcula tomando la demanda máxima facturable del periodo y multiplicando por la tarifa correspondiente vigente; es necesario aclarar que la demanda máxima facturable es la demanda máxima medida en periodo de punta, más una quinta parte de la diferencia de demandas, la cual es, a su vez, la resta de la demanda máxima medida en periodo de base, menos la demanda máxima medida en periodo de punta, en el caso de un resultado negativo en esta resta, la diferencia de demandas es cero.

Es muy importante el no perder de vista que las tarifas se ajustan en función de los precios internacionales de los energéticos y que existen cuotas mínimas mensuales. Si una empresa paga en forma constante la cuota mínima mensual, probablemente necesite revisar los términos de su contrato para adecuarlo a sus necesidades reales.

El Factor de Carga es el número que multiplicado por la demanda máxima haría que el consumo de energía fuera el mismo si la demanda de energía fuera constante en el tiempo. A manera de ejemplo, consideremos un foco que permanece siempre encendido a lo largo de un mes. Su factor de carga es 1.0. Si el foco se prendiera durante un turno (8 Horas) todos los días, el factor de carga sería 0.331 3, el consumo resultante sería exactamente igual que si el foco fuera de 30 Watts y el factor de carga fuera 1.

Una manera sencilla de calcular el factor de carga es tomar la demanda máxima facturable en KW, multiplicarla por 720 (Que son el número de horas en un mes) y dividir el consumo del mes entre este producto. Esto es:

$$\text{Factor de Carga} = F. C. = \frac{\text{KWH}}{\text{KW Máx.} \times 720}$$

Podemos observar que la demanda máxima va incluida en el factor de carga. En forma ideal, el factor de carga debería ser 1.0, pero, es rara la industria que se encuentra por encima del 0.4. Para aquellas plantas que trabajan solo un turno es difícil pasar del 0.35.

Es necesario tener en mente que administrar la carga no es consumir menos energía, se trata de hacer un uso más eficiente y efectivo de la Potencia que se Demanda y que, por lo tanto, nos cobran. Si bien es cierto que los cargos por consumo de energía eléctrica pueden ser prácticamente iguales, por demanda máxima pueden reducirse de manera importante.

1.6 Consumo de Energía Eléctrica.

En el sector industrial de nuestro país, más del 70% de la Energía Eléctrica suministrada es consumida por motores.

El Motor Eléctrico convierte la Energía Eléctrica en energía mecánica que se aprovecha en todos los procesos industriales. Durante este proceso de transformación, el motor genera pérdidas mecánicas y eléctricas que van del 5 al 25 por ciento de la potencia de entrada. Para considerar la eficiencia de un sistema en conjunto, es preciso considerar el factor de potencia, el costo de la energía, la eficiencia y la duración del motor. Es importante mencionar que tanto la eficiencia como el factor de potencia de un motor disminuyen si este opera por debajo de su capacidad nominal.

La Eficiencia o rendimiento de un motor es una medida de su capacidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa normalmente en un por ciento de la relación de la potencia mecánica entre la potencia eléctrica. Esto es:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Potencia Mecánica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \times 100$$

La Eficiencia es una medida de la efectividad con la que el motor de inducción transforma la Energía Eléctrica en potencia mecánica.

No toda la Energía Eléctrica es convertida en energía mecánica; durante el proceso de conversión se presentan pérdidas por lo que la eficiencia nunca será del 100 por ciento. Si las condiciones de operación de un motor son incorrectas o este tiene un desperfecto, la magnitud de las pérdidas pueden ser mayores que las de diseño, con la consecuente disminución de la eficiencia.

En un motor eléctrico la potencia se transfiere del estator al rotor por medio de inducción electromagnética. De aquí se concluye que la Eficiencia de un motor de inducción siempre será menor al 100 por ciento debido a las siguientes pérdidas:

Pérdidas en el Núcleo. Son debidas a las propiedades magnéticas y al espesor de la lámina de acero. Están presentes aún cuando el motor se encuentre operando en vacío.

Pérdidas en el Estator. También se les conoce como Efecto Joule. Son ocasionadas por la resistencia al paso de la corriente en el devanado del estator. Varían con el cuadrado del par de la carga.

Pérdidas en el Rotor. Es la potencia perdida debida al defasamiento entre la velocidad de operación y la velocidad de sincronismo.

Además de las pérdidas ya mencionadas, existen las pérdidas por Fricción, por Ventilación y las pérdidas Indeterminadas, que son producidas principalmente por corrientes parásitas.

Por sus características de construcción, operación y costo, los motores de inducción son los más utilizados en la industria. Sin embargo, debido a su consumo de potencia reactiva, (KVAR) son una de las causas principales del bajo factor de potencia.

En México se venden anualmente al rededor de 250,000 unidades de motores de corriente alterna. Más de 350,000,000 de motores son utilizados en la actualidad, por lo que existe un potencial considerable de ahorro de energía eléctrica en la optimización del uso de los mismos.

El consumo de Energía Eléctrica se había caracterizado por mantener un ritmo de crecimiento muy elevado (6 por ciento anual); sin embargo a partir de 1990 el consumo disminuyó su tasa de crecimiento de manera significativa en relación a su comportamiento histórico, registrando una tasa promedio de 3.8 por ciento. Adicionalmente, el principal indicador de la economía, el Producto Interno Bruto (PIB), modificó su tendencia de crecimiento en relación al consumo de Energía Eléctrica de la siguiente manera: En los 80's el PIB presentó una tasa promedio de crecimiento de 2.09 por ciento, la cual aumentó a 3.02 por ciento en lo que va de la presente década. Para explicar este fenómeno, podemos mencionar el incremento de las tarifas eléctricas y la aplicación de Programas y Acciones de ahorro de energía eléctrica impulsados por el sector eléctrico.

2

Dispositivos de Control Eléctrico Industrial

2.1 Elementos Básicos de la Automatización Eléctrica.

Los símbolos gráficos se utilizan como forma taquigráfica para mostrar y definir los componentes y funciones de un circuito de control eléctrico. En los diagramas elementales de circuitos, los símbolos representan los elementos básicos del mismo, es decir, los contactos de relevadores, bobinas, interruptores, botones de presión, transformadores y demás. Estos símbolos básicos son representaciones gráficas de las funciones eléctricas que ocurren en el circuito; y como con cualquier tema de tipo técnico, la terminología relacionada con los controles de motores es bastante importante. A continuación damos una breve descripción del funcionamiento de estos elementos y sus símbolos básicos.

2.1.1 Contactos.

Un contacto consiste en partes conductoras que coactúan para completar o interrumpir un circuito eléctrico. Un contacto de una sola interrupción tiene un elemento fijo montado en un brazo conductor. Un contacto de doble interrupción tiene dos elementos fijos montados en una base aislada y un elemento conductor móvil montado en un brazo aislado, el elemento móvil actúa como conexión variable entre los dos contactos.

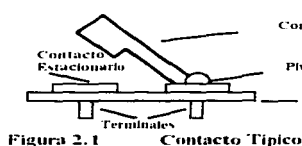


Figura 2.1 Contacto Típico

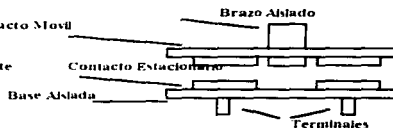


Figura 2.2 Contacto Típico de Ruptura Doble

Un contacto está abierto o cerrado en el estado normal y se conoce como normalmente abierto (NO) o normalmente cerrado (NC). En el caso de contactos que funcionen magnéticamente, el estado normal ocurre cuando la bobina de operación no está energizada,



Figura 2.3 Contacto Normalmente Abierto (NO)



Figura 2.4 Contacto Normalmente Cerrado (NC)

2.1.2 Interruptores.

Un interruptor es un dispositivo para establecer, interrumpir o cambiar las conexiones en un circuito eléctrico. Todos los interruptores contienen uno o más polos. Un polo consiste en un conjunto completo de contactos que abre o cierra un circuito eléctrico. En consecuencia se utiliza un interruptor de un solo polo en los casos en que solo participa un circuito. Un interruptor de doble polo se utiliza para dos circuitos, etc.

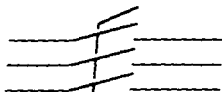


Figura 2.5 Interruptor de desconexión de 3 polos.

2.1.3 Interruptores de Botones de Presión

Los botones de presión son los dispositivos piloto de más uso en el campo de control de motores. A manera de definición se puede decir que un botón de presión es un interruptor que funciona manualmente para establecer o interrumpir uno o más circuitos de control. Estos circuitos pueden hacer funcionar dispositivos de control magnético tales como arrancadores, contactores y relevadores.

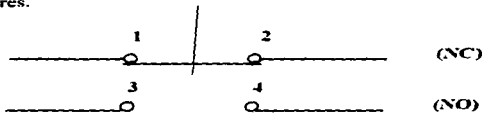


Figura 2.6 Interruptor de Presión o Push Botón

2.1.4 Interruptores de Palanca.

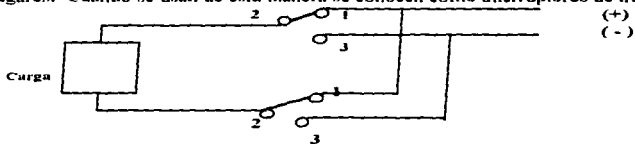
El interruptor de palanca tiene un contacto de una sola interrupción conectado a un brazo (palanca) que cuando se cambia de posición interrumpe un circuito normalmente cerrado y lo

hace normalmente abierto. Cuando se regresa la palanca a su posición normal, los contactos se mantienen en su nuevo estado, lo que se conoce como acción mantenida.

Al interruptor también se le puede llamar interruptor de transferencia ya que permite al usuario dirigir (transferir) la energía a cualquiera de dos cargas. Sin embargo, no opera ambas cargas al mismo tiempo.

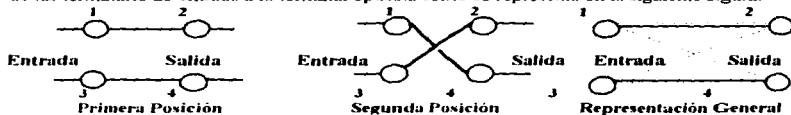


Se pueden conectar dos de estos interruptores de tres terminales para controlar una carga desde dos lugares. Cuando se usan de esta manera se conocen como interruptores de tres vías.



Es posible controlar una carga desde tres o más lugares, colocando uno o más de estos interruptores entre dos interruptores de tres vías. Cuando se utilizan así, se conocen como interruptores de 4 vías.

Tenemos a continuación un interruptor de palanca de cuatro vías, el cual al tener la palanca en una posición la energía es pasada de una terminal de entrada a una terminal correspondiente de salida. Cuando la palanca se pasa a la otra posición, se envía la energía de una de las terminales de entrada a la terminal opuesta como se representa en la siguiente figura.



2.1.5 Contactores Electromagnéticos.

Los contactores son dispositivos para establecer e interrumpir repetidamente un circuito de energía eléctrica. Un contactor electromagnético es un relevador de tipo de potencia con contactos de trabajo pesado para interrumpir cargas industriales. El diseño del magneto de un

contactor de CA consiste en un núcleo estacionario y una armadura móvil. El magneto, hecho de acero laminado de alta permeabilidad, proporciona la trayectoria para el campo magnético que establece la corriente de la bobina. Este campo atrae la armadura hacia el núcleo. Los contactos móviles de la armadura hacen conexión con los contactos estacionarios, completando un circuito eléctrico. Cuando se interrumpe la corriente de la bobina, el campo magnético desaparece y por gravedad o mediante resortes se regresa la armadura a su posición original, separando con ello los contactos. Los contactores pueden tener contactos auxiliares para hacer funcionar lámparas indicatoras, relevadores, otros contactores y para fines de retención o cierre de combinación.

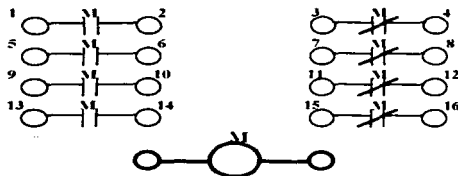


Figura 2.10 Contactor Modelo EMIS9106

2.1.6 Relevador de Tiempo.

Un relevador de tiempo o de retraso es un dispositivo de un circuito de control que suministra una función de conmutación con el paso del tiempo. Puede haber muchos tipos de relevadores de tiempo, tales como los operados por motor, hidráulicos, de decaimiento de flujo magnético, de descarga de capacitor y electrónicos. Sin embargo, las características de construcción y comportamiento del relevador con retraso neumático lo hacen adecuado para la mayoría de las operaciones del control industrial. Un Relevador con Retraso Neumático es un dispositivo de restablecimiento que utiliza el escape de un fluido de aire a través de un orificio ajustable. A los relevadores de tiempo que provocan un retraso en la activación a la carga se les conoce como relevadores de retraso.

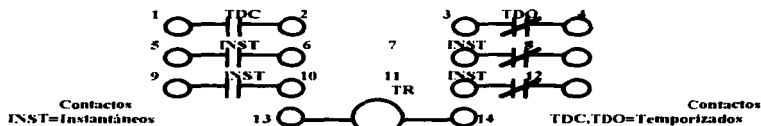


Figura 2.11 Relevador de Tiempo

2.1.7 Relevador de Control.

Los relevadores de control se diseñaron para ser utilizados como dispositivos en un circuito piloto, en los circuitos de control de diferentes relevadores, contactores u otros dispositivos. Debido a sus requerimientos más bajos de corriente y voltaje de conmutación, los contactos pueden ser mucho más pequeños y tener menos separación. Su potencia de operación es relativamente baja y se pueden clasificar como relevadores de trabajo ligero, tipo sensible.

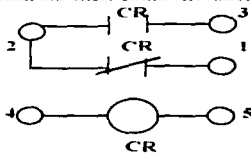


Figura 2.12 Relevador de Control EMS 9108

2.1.8 Relevador de Sobrecarga.

El relevador de sobrecarga es un dispositivo de circuito de control, se emplea para proteger a un motor contra cargas excesivamente pesadas. En serie con los conductores de la línea del motor se conectan elementos térmicos o magnéticos sensibles a la corriente. Cuando se produce algún valor predeterminado de corriente de sobrecarga, el relevador se dispara y corta la energía a los controles de arranque, por lo que el motor se para. Se proporciona un botón de restablecimiento manual o automático para poder restablecer el funcionamiento del circuito de control.

Los elementos bimetalógicos tienen una función de retraso incorporada que impide un disparo inconveniente durante el arranque del motor. Después del disparo se requiere de un periodo de enfriamiento antes de que se restaure el relevador.

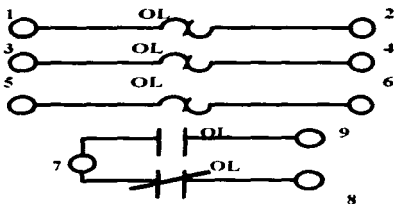


Figura 2.13 Relevador de Sobrecarga Modelo EMS 9101

2.1.9 Interruptor de Circuito.

Es un dispositivo diseñado para abrir y cerrar un circuito en forma manual, esto es con una palanca, y de abrir automáticamente el circuito a una sobrecarga predeterminada de corriente, esto es con la ayuda de un interruptor térmico sin daño a sí mismo cuando se usa apropiadamente de acuerdo a sus especificaciones; este interruptor es un dispositivo de circuito de control magnético de tres polos que proporciona las siguientes funciones:

- **Interruptor de Desconexión:** Proporciona la manera de aislar los conductores de un circuito de su fuente de energía. Una sola palanca controla los tres polos. Cuando se usa de esta manera también se puede llamar *Interruptor de Seguridad* o *de Aislamiento*.
- **Protector de Circuito:** Proporciona protección confiable contra sobrecarga del circuito. La estructura consiste en tres polos simples, compuestos con un cierre de combinación mecánico interno que controla simultáneamente a todas las unidades. Abriendo cada conductor de línea, este elemento se va a la posición de desconectado bajo una sobrecarga, y no se puede forzar a que se cierre sino hasta que esta se haya eliminado; por lo que se le conoce también como *Protector a Prueba Disparo*.
- **Interruptor de Control Manual:** Sus características especiales de disparo en serie con retraso y alta capacidad de corriente de ruptura lo hacen muy útil como interruptor de control de encendido-apagado directo de motor cuando se utiliza dentro de sus especificaciones, también se puede llamar *Interruptor de Circuito de Motor*.

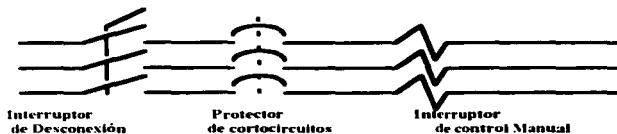


Figura 2.14

Interruptor de Control Manual.

2.1.10 Frenos Magnéticos.

Los frenos magnéticos se utilizan en diversas aplicaciones de motores no sólo para conseguir la parada rápida de un motor, sino también para impedir que una carga estacionaria se mueva por la influencia de la gravedad, presión del viento u otras fuerzas; se pueden emplear en

combinación con sistemas de frenado eléctrico. El freno se aplica conforme el motor reduce su velocidad y actúa para retener al motor después de que ha cesado el movimiento. Se pueden diseñar para que proporcionen torsión de retención cuando la bobina tiene energía o cuando no la tiene.

En un freno electromagnético, la bobina del magneto esta sujeta a un plato fijo de fricción, el conjunto de disco y resorte de retención está montado en la flecha del motor y tiene libertad para girar. Cuando la bobina recibe energía se establece un campo magnético que atrae al disco y lo pone en contacto con la placa de fricción. Cuando se interrumpe la energía eléctrica a la bobina, se desvanece el campo magnético y la acción del resorte separa al disco de la placa de fricción, liberando al freno.

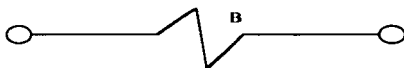


Figura 2.15 Representación de la Bobina del Freno.

2.1.11 Capacitores y Diodos

Los capacitores se utilizan en los circuitos de control para suprimir los arcos eléctricos entre los contactos de los relevadores, para dar tiempo en la operación de relevadores y disminuir el rizo de voltajes rectificadas.

Algunos dispositivos de control funcionan de una manera más eficiente con corriente directa que con alterna. Los diodos permiten que la corriente solo fluya en una dirección, por lo que tienen la habilidad de convertir (rectificar) la corriente alterna, en corriente directa pulsante. La amplitud de ondulaciones o pulsación, se puede reducir conectando un capacitor de filtro a través de la carga. En operación a corriente directa, los diodos se pueden conectar en paralelo con las bobinas para reducir los altos voltajes inversos inductivos durante la conexión y la desconexión.

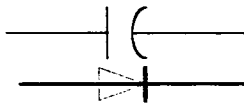


Figura 2.16 Representación de un Capacitor y un Diodo.

2.1.12 Lámparas Indicadoras.

Las lámparas indicadoras son dispositivos piloto que generalmente se montan en o cerca de los botones de conmutación. Sirven para mostrar una condición de funcionamiento específica del motor tal como directa, reversa, rápido, lento, ascenso, descenso, sobrecarga, etc. Aunque generalmente son rojas o verdes, se pueden utilizar en color ámbar azul o blanco.

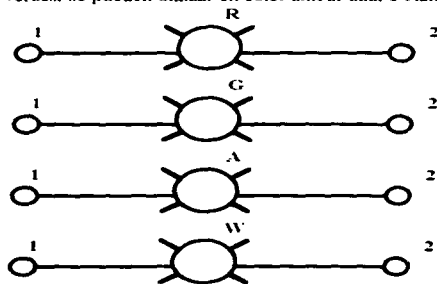


Figura 2.17

Lámparas Indicadoras

2.2 Automatización por Cableado.

Cualquier tarea de automatización puede realizarse utilizando dos técnicas: una de ellas es el control por cableado, y la otra es empleando el control mediante programa. Con cualquiera de estas técnicas es posible implementar las secuencias lógicas de control necesarias para poder resolver la tarea de automatización.

El método más común de automatización y control es por cableado. Esta técnica es también conocida como control convencional. En ella se utiliza la unión física de los diferentes elementos mencionados durante el desarrollo de este capítulo, tales como botones pulsadores, relevadores convencionales, contactores, etc., esto es lo que determina la lógica o secuencia según la cual trabaja el control.

Los distintos dispositivos descritos en los párrafos anteriores fueron representados con símbolos, los cuales representan una forma de abreviar, ahorrar espacio y escritura para representar elementos de circuitos de control. Los símbolos nos sirven para mostrar cómo están conectados eléctricamente.

Los esquemas de representación eléctrica no muestran la situación física de los diversos elementos de control en el panel de mando, ni la situación de los diversos equipos a distancia; estos esquemas nos representan el montaje y secuencia de todos los elementos de control en un diagrama sencillo de manera que cualquiera que esté familiarizado con los símbolos de los circuitos de control normalizados puede interpretar el esquema o secuencia de funcionamiento del circuito de control.

Los símbolos electrónicos están normalizados por diversas asociaciones internacionales tales como la *Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)*, que ha elaborado su propio conjunto de símbolos para los circuitos eléctricos en general, la *Asociación Americana de Normalización (ASA)* en los Estados Unidos, y la *Asociación Nacional de Constructores de Material Eléctrico (NEMA)*; todas ellas han promulgado normas para esquemas eléctricos así como para equipos eléctricos de control industriales. La *IEEE (Sociedad de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos)* ha compendiado las normas *ASA* y *NEMA* para símbolos gráficos eléctricos de utilización general en los Estados Unidos y también en otros países.

2.3 Diferencias entre Circuitos de Potencia y Circuitos de Control.

Los circuitos de potencia son aquellos que suministran energía directamente a los terminales de los motores de corriente continua o de corriente alterna. Los circuitos de control son aquellos que controlan el flujo de potencia de la fuente a la carga (generalmente un motor).

En los siguientes ejemplos podremos notar la diferencia entre dos normas de representación, en el primero se utiliza la nomenclatura del *Código Nacional de Electricidad (NEC)* (muy utilizado en los Estados Unidos), en él se describe un circuito de control y de potencia para un arrancador sencillo de C.A. para un motor de inducción de jaula de ardilla. (1) el circuito de control, generalmente protegido con fusibles (FU1 Y FU2) y el circuito trifásico de potencia o de la red del motor, protegido por medio de un disyuntor trifásico CB y del interruptor de desconexión trifásico DS.

En este circuito podemos observar que el circuito de control no está alimentado hasta que no están cerrados el interruptor de desconexión trifásico DS y el disyuntor manual trifásico CB. Aún en tal caso, el circuito de control es ineficaz hasta que se pulsa un botón momentáneo de puesta en marcha , para excitar al relevador principal (M) y cerrar con esto sus contactos principales y auxiliares en las líneas del circuito de potencia y de control respectivamente. Por lo tanto la bobina del relé M sirve como protección de mínima tensión, en el caso de que el voltaje de línea descienda de 208 volts, sirve como contactor tripolar de puesta en marcha y como un medio de parar el motor bien normalmente , o en el caso de sobrecarga, automáticamente.

El funcionamiento del circuito de control se inicia pulsando el botón momentáneo de puesta en marcha o arranque, este cierra los contactores principales M normalmente abiertos (NA), y el contacto auxiliar M que sirve para mantener el circuito de control en estado excitado cuando se suelta el botón de arranque; de esta manera arranca el motor a plena tensión, el motor puede pararse mediante alguno de los siguientes métodos:

- 1.- Manualmente, pulsando el botón de paro (normalmente abierto)

2.- Por una sobrecarga sostenida aplicada sobre las bobinas del relevador de inducción (a través de transformadores de corriente) OL1 y OL2, respectivamente haciendo que se abran sus contactos normalmente cerrados.

3.- Por un corto circuito en el motor, que hace que las bobinas de excitación del disyuntor desconecten el motor de la red, desenergizando la bobina MI y volviendo todos los contactos MI a la posición de normalmente abiertos.

4.- Por un corto circuito o sobrecarga en el circuito de control que hace que salten los fusibles

5.- Por una baja tensión sostenida suficiente para que la bobina MI llegue a desenergizarse.

6.- Mediante la apertura del interruptor principal que desconecta el motor de la alimentación trifásica.

7.- Por accidente en una fase del motor, un polo disyuntor defectuoso ocasionando una sobrecarga y haciendo funcionar OL1 o OL2 o ambas.

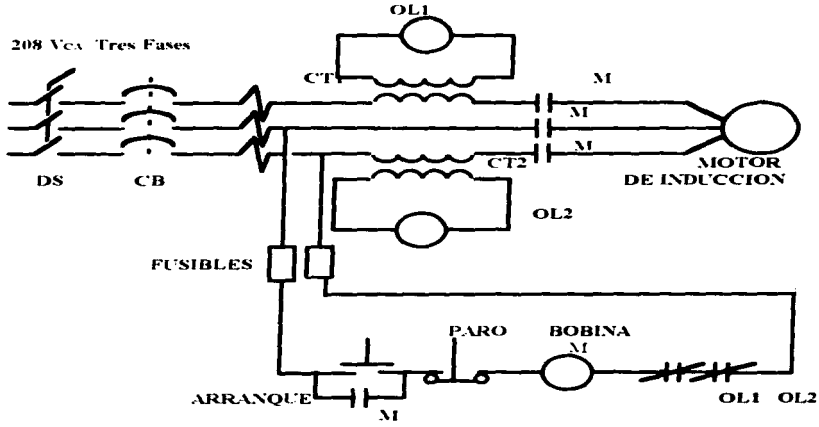


Figura 2.18 Representación del Sistema Americano de Control Eléctrico para un Motor de Inducción.

Para poder entender un poco más el tipo de control convencional, analicemos el siguiente ejemplo:

La figura nos muestra el circuito principal de un motor y su circuito de control por cableado. En el circuito de control podemos observar como las conexiones serie y paralelo hechas entre los diferentes elementos nos permiten comandar el arranque y paro del motor, además de señalizar su estado de operación, la lógica o secuencia de control es la siguiente:

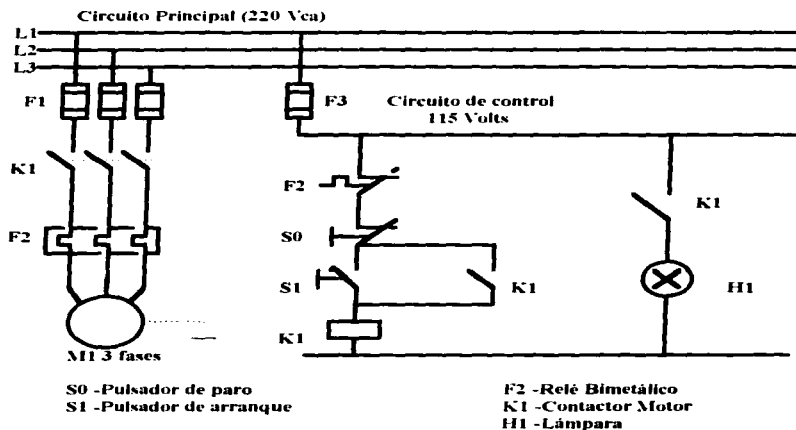


Figura 2.19 Representación del Sistema Europeo de Control Eléctrico para un Motor de Inducción

En este diagrama podemos separar tres etapas básicas para la automatización, las cuales son:

Conexión.- Al pulsar el botón de arranque (S1) se energiza la bobina K1 por lo que el contacto de retención K1 se cierra y se enclava este contactor, de la misma manera se cierran los contactos de fuerza K1 alimentando al motor quedando conectado.

Señalización.- De la misma manera, al accionarse K1 se cierra un contacto auxiliar K1 que energiza a la lámpara H1, señalizando el estado de operación (conectado) del motor.

Desconexión.- Pulsando el botón de paro S0 o al accionarse el bimetalico F2 se desenergiza la bobina del contactor K1, por lo que el motor se desenergiza

Si en este ejemplo quisiéramos modificar la lógica de control necesitaríamos hacer cambios en el cableado, por lo que se tendría que reorganizar los diversos elementos que participan en el circuito de control.

2.4 Control por Programa.

En la técnica de control por cableado o control convencional, el tener que hacer modificaciones en una secuencia implica descablear y tener posteriormente que volver a cablear para obtener lo que se desea; en el ejemplo que acabamos de analizar, esto parece sencillo y de poca importancia, pero ¿Que sucede si en el control están involucradas decenas de señales o tal vez centenas? En un caso así, hacer modificaciones en el cableado representa un problema relevante que implicaría demasiado tiempo y pruebas para asegurar el buen funcionamiento del circuito una vez realizada la modificación.

En la técnica de control por programa este inconveniente ha sido resuelto, quedando el correspondiente cableado independiente de la lógica o secuencia de control deseada.

Utilizando la técnica de control por programa, los contactos de los emisores de señales del proceso, y las señales de los elementos finales de control son conectadas a las borneras de un dispositivo conocido como PLC (**Controlador Lógico Programable**) quedando el sistema finalmente y en forma esquemática como sigue:

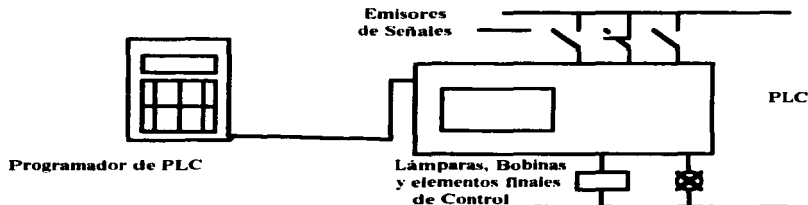


Figura 2.20 Representación Esquemática de un Sistema de Control Empleando PLC

El Controlador Lógico Programable es una computadora electrónica de fácil manejo que realiza funciones de control de muchos tipos y niveles de complejidad. Puede ser programado, controlado y operado por cualquier persona que tenga los conocimientos básicos para el manejo de una computadora. El PLC "Dibuja" los diferentes elementos de control simulándolos en el

control del proceso. Puede controlar cualquier sistema que tenga dispositivos de salida que deban ser encendidos y apagados; además, puede operar todo sistema con salidas variables. Las señales de entrada pueden ser de cualquier dispositivo del tipo Apagado-Encendido o cualquier dispositivo de señal variable

La lógica o secuencia según la cual trabaja el control del sistema, se escribe en forma de programa en la memoria de el PLC con la ayuda de un equipo de programación. Este programa se compone de una serie de instrucciones equivalentes a las conexiones serie y paralelo usadas en el control convencional.

El PLC cuenta con una unidad de control, la cual lee las instrucciones del programa almacenado en su memoria, interpreta su contenido y se encarga de la ejecución, al realizar esto el controlador consulta cada uno de los estados de los emisores de señales, tales como botones pulsadores, finales de carrera, fotoceldas, etc. El programa interpreta cada una de estas señales para posteriormente generar señales de salida que provocan la conexión o desconexión de bobinas, lámparas, etc.

En caso de querer realizar una modificación a la lógica de control, no es necesario realizar una modificación al cableado, simplemente se modifica el contenido del programa en la memoria del controlador. La independencia entre el cableado y la lógica de la secuencia de control es una de las diferencias fundamentales entre el control por cableado y el control por programa. Esta diferencia nos revela una clara ventaja al usar los Controladores Lógicos Programables (PLC's), para poder implementar las tareas de automatización.

3

Aspectos Básicos del Step 5

Como ya lo hemos mencionado, un mando con lógica cableada es una forma de automatizar con relevadores y contactores que solo se configura cuando la tarea que se debe resolver ya es conocida. Hasta hace tiempo la tarea de mando se representaba con ayuda de un esquema eléctrico. Los diferentes elementos, tales como contactores, relevadores de tiempo, etc. se montaban en un tablero y se enlazaban con cable siguiendo una lista de cableado fija.

Una vez interconectados, se ha fijado la función de los elementos de conmutación en el mando; esto es, se han conectado en serie o en paralelo los contactos normalmente cerrados o normalmente abiertos, respectivamente.

La lógica de su función de mando está basada en el cableado y en la combinación de los elementos de conmutación. Para probar que el mando opere en la forma deseada, es necesario verificar que el cableado esté correcto. El simple hecho de que alguna conexión esté equivocada, significa soltar el cableado y volver a interconectar los elementos. Además, en caso de que se necesite nuevamente el mismo mando para otro proceso de control, se deberá comenzar nuevamente desde el inicio; es decir, montar los aparatos en el armario, cablearlos de acuerdo a la lista correspondiente y comprobar la configuración.

Consideremos que debido a la naturaleza del proceso a controlar, a futuro es necesario modificar el mando. Esto significa añadir nuevos componentes, cambiar cableados y trabajos de montaje. Esto consumirá gran cantidad de tiempo, material y, por lo tanto, costo.

Para un tipo de mando con lógica programable en la que se emplea un PLC se utiliza un Automata Programable. Este está compuesto por:

- .- Una Fuente de Alimentación.
- .- Módulos de Entradas en las que se conectan los Emisores o señales.
- .- Módulos de Salidas en las que se conectan los Actuadores.
- .- Una Memoria en la que se escribe el programa a ejecutar.
- .- Un Procesador (CPU) que organiza la ejecución del programa.

El proceso de cableado es extremadamente simple. Los Emisores y Actuadores se conectan - en función de la tarea planteada - a las entradas y salidas del autómata. Las condiciones mediante las cuales los emisores activarán a los actuadores se fijan en el programa. En él se especifica la función del circuito de mando. El programa se introduce empleando un aparato de programación

ó Programador, el cual lo transmite al autómata. El procesador lo ejecuta paso a paso. La lógica de la tarea de mando queda fijada en el programa. En él se especifica cuando deben conectarse o desconectarse los actuadores. En conclusión, la tarea de mando se programa en lugar de cablearla.

Antes de poner a trabajar al autómata es posible comprobar - con ayuda de un simulador y del Programador - la ausencia de errores en el programa. En caso de que apareciera alguno, basta con modificar la instrucción correspondiente dentro del programa. Un programa ya diseñado y probado puede emplearse cuantas veces se desee: esto es una gran ventaja, ya que genera un gran ahorro de tiempo y dinero.

Si a futuro se desea modificar la tarea, solo basta con modificar el programa. No es necesario retirar las señales de entrada y salida de los bornes de conexión. Tampoco es necesario rehacer la totalidad del programa, ya que siempre es posible cambiarlo, borrar o insertar determinadas partes del mismo o solo instrucciones individuales. Esto significa que cualquier cambio o ampliación puede realizarse en forma rápida y simple.

3.1 Programar.

En un esquema eléctrico las combinaciones lógicas de las entradas y salidas se representan a través de contactos NA y NC. Por otro lado, el autómata consulta las entradas para ver qué estado guardan: esto es, si se ha aplicado o no voltaje en ellas. Para poder decir al autómata lo que debe hacer, es preciso aprender el lenguaje de programación STEP 5.

Con un lenguaje de programación ocurre lo mismo que con cualquier idioma, en él se especifican las palabras. (Instrucciones), la ortografía y la gramática. A través de instrucciones se escribe un programa que se deposita en la memoria del autómata. Este lo ejecuta paso a paso y al llegar a su fin comienza nuevamente desde el principio. Podemos afirmar que el autómata ya sabe lo que tiene que hacer.

Dependiendo del programa, el autómata conecta y desconecta los actuadores. Los estados de Conexión y Desconexión son unívocamente diferenciables y se describen en base a los conceptos siguientes:

Estado " 0 " = Ausencia de Voltaje = Desconectado
Estado " 1 " = Presencia de Voltaje = Conectado

Una señal cuyo estado queda definido exclusivamente por dos valores constituye una señal binaria y se designa como Bit (Binary DigiT).

El Bit es la unidad de una señal binaria. Es la unidad mínima de información y puede adoptar los estados "1" o "0".

Un Byte está formado por ocho caracteres binarios sucesivos. Así pues, un byte tiene una longitud de ocho bits. En un autómata, esto permite agrupar en un byte de entrada (**in**) o un byte de salida (**out**) los estados de señal de ocho entradas o de ocho salidas.

Si se agrupan dos bytes - esto es 16 bits - formando una unidad, estas diez y seis posiciones binarias forman una palabra. En el autómata, los estados de señal de diez y seis entradas o diez y seis salidas se agrupan en una palabra de entrada (**inw**) o una palabra de salida (**ow**).

3.2 Sistemas de Numeración.

Estamos acostumbrados a representar los valores numéricos en el sistema decimal. El procesador del autómata solo puede tratar con "1" o "0". El sistema de numeración que solo precisa de dos cifras se denomina Sistema Binario. Como los números binarios tienen muchas más posiciones que los números equivalentes del sistema decimal, su uso por parte del hombre es incómodo. Sin embargo, todos los sistemas de numeración utilizados en la actualidad tienen la misma estructura fundamental. Tres características describen a cualquier Sistema de Numeración: Cifras, Base y Peso.

La base del Sistema Decimal es el Diez, mientras que en el Binario sólo existen las cifras "1" y "0". Por tanto, el Sistema Binario tiene como base el Dos.

Los números binarios pueden tener una gran longitud. Para poder manipularlos en una forma más sencilla se convierten generalmente al sistema hexadecimal, cuya base es el Diez y Seis.

Números en *hex* significa números decimales codificados en binario. En este sistema, cada cifra de un número decimal se convierte por separado en un número binario de cuatro posiciones. Es entonces que el autómata puede procesarlos. Los números se representan en el autómata en la siguiente forma:

K M = Configuración Binaria (Números en Sistema Binario)
K H = Números Hexadecimales (Números en Sistema Hexadecimal)
K F = Números en Coma Fija (Números Enteros que van de -32768 hasta +32768)

3.3 Lenguaje de Programación.

STEP 5 es el lenguaje que vamos a emplear en el diseño que desarrollaremos. Con él, la tarea planteada se puede representar en tres formas diferentes:

Figura 3.1 Esquema de Contactos.

Es similar a un esquema eléctrico.

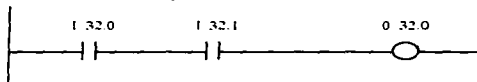


Figura 3.2 Esquema de Funciones.

La tarea de automatización se representa usando símbolos gráficos para las diferentes funciones.



Lista de Instrucciones.

Todas las funciones se programan utilizando abreviaturas mnemotécnicas fáciles de memorizar.

A I 32.0
A I 15.1
A I 33.0
O I 32.1
= F 35.0

3.4 Instrucción.

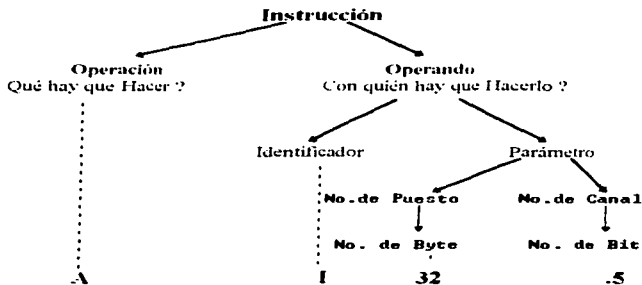
En lugar de un esquema eléctrico se utiliza una sucesión de instrucciones que definen la rutina del autómat. Una instrucción constituye la unidad más pequeña de un programa. Esta formada por la **Operación** y el **Operando**.

La operación informa de las funciones a ejecutar. Estas pueden ser:

- Consultar el estado de una señal.
- Asignar un Resultado.

El operando lo forman el Identificador y su Parámetro. Describe lo que debe hacerse con:

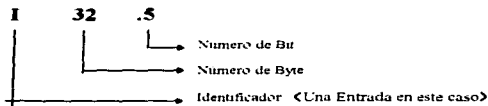
- Una Entrada o una Salida.
- Una Marca.
- Un Temporizador.
- Un Contador.



3.5 Direcccionamiento.

Para poder referenciar con un Programador las diferentes entradas y salidas del autómata es preciso asignar a éstas determinadas direcciones. Una dirección se compone de:

- El Identificador de Entrada (I). Salida (o), etc.
- El Número de Puerto o Byte.
- El Número de Canal o Bit.



El autómata programable va ejecutando sucesivamente las instrucciones de un programa en el orden en que están depositadas en su memoria. El autómata ejecuta las instrucciones paso a paso. Una vez procesada la última instrucción contenida en la memoria, la ejecución comienza nuevamente desde la primera instrucción en memoria. Esta ejecución que se repite continuamente se denomina: Ejecución Cíclica del Programa. El tiempo necesario para ejecutar todas las instrucciones durante una pasada del programa se denomina **Tiempo de Ciclo**.

Para que los programas no se pierdan deberán almacenarse en algún lugar. Tanto el Autómata como el Programador disponen de memorias de semiconductor tipo RAM, EPROM y EEPROM.

RAM significa **Random Access Memory**. La **RAM** es una memoria que dispone de una cantidad fija de posiciones de memoria. En el programa se elige una dirección y la información se deposita en la posición de memoria. Cuando se necesite la información se llama de nuevo la dirección y se lee la información. Con esto no se borra la información contenida en la posición de memoria. Cuando ya no se necesite más la información, se borra la posición o se carga una nueva información en ella.

La memoria **RAM** es de tipo volátil. Si se corta la alimentación se pierde su información si el automatoma no tiene batería de respaldo.

EPROM significa **Erasable Programmable Read Only Memory** y **EEPROM** **Electrically Erasable Programmable Read Only Memory**. Ambas son memorias muertas borrables, programables y manejables. Una vez que el programa se ha diseñado y probado es posible cargarlo y guardarlo en una memoria de este tipo. Desde ahí se pueden transmitir datos a otros automatomas, lo que nos permite utilizar el mismo programa en diferentes automatomas.

El contenido de una **EPROM** se borra completo mediante luz ultravioleta. Después de esto es posible volver a programar la **EPROM**.

La **EEPROM** se borra y se modifica eléctricamente. En ella es posible acceder a posiciones de memoria individuales; es decir, a modificar instrucciones específicas en un programa.

3.6 Instrucciones y Operaciones del Step 5.

3.6.1 Registros.

Todas las computadoras tienen Slots internos para almacenar datos e instrucciones. En algunos PLC's se les denomina Registros. Otros sistemas los denominan Direcciones.

Existen varios tipos de registros y se emplean en diferentes formas. El valor o contenido de algunos registros dentro del PLC pueden ser alterados intercambiando valores entre los mismos registros del PLC. El valor previo del registro se borra y se pierde.

En otros tipos de PLC's, una vez que se fija un valor del registro ya no se puede alterar.

La longitud de los Registros puede ser de cuatro, ocho, doce, diez y seis o treinta y dos bits. Esto depende del tipo de sistema que se esté empleando. En nuestro caso, su extensión es de diez y seis bits.

Existen cinco tipos de registros. Su característica más importante es que se pueden manipular y cambiar.

3.6.1.1 Registros de Retención.

Este tipo de registro mantiene información de los procesos internos de la computadora. No es directamente accesible a las entradas o salidas. En PLC's pequeños sólo se puede contar con diez y seis registros de este tipo. En los de gran capacidad, pueden existir cientos de registros de retención a los que se puede acceder a través del programa, manipularlos y hacer un análisis visual.

3.6.1.2 Registros de Entrada.

Sus características son básicamente las mismas que las de los registros de retención, excepto en que pueden ser accedidos por los módulos terminales de entrada y puertos. Su número es normalmente un décimo de los registros de retención.

3.6.1.3 Registros de Salida.

Al igual que los registros de entrada, sus características son muy parecidas a las de los registros de retención. Sin embargo, difieren de los registros de entrada en que pueden ser accedidos por los módulos terminales de salida y puertos. El número de registros de salida es normalmente igual al de los registros de entrada.

3.6.1.4 Registros de Entrada en Grupo.

Se diferencian de los registros de entrada en que cada uno de sus diez y seis bits es accesible desde un puerto de entrada. Un registro de entrada en grupo puede recibir datos de diez y seis puertos de entrada en forma consecutiva. Su ventaja radica en que solo se requiere un registro para atender a las diez y seis entradas. Sin él, necesitaríamos diez y seis registros para atender a diez y seis entradas, lo que significa que se requeriría una gran capacidad de memoria para correr cualquier programa.

3.6.1.5 Registros de Salida en Grupo.

Su organización es similar a la de los registros de entrada en grupo. Un registro de salida en grupo puede controlar diez y seis salidas. Si un 1 es un bit de posición, convertirá el correspondiente bit de salida en 1. Un 0 hará que su correspondiente salida sea 0.

3.6.2 Funciones de Memoria.

Cuando se trabaja con contactores, una función de memoria se genera con un circuito de autoretenención. Para ello se utilizan dos pulsadores. En paralelo con el pulsador MARCHA se encuentra un contacto NA que cierra el circuito de autoretenención de la bobina del contactor. El contactor se excita cuando se pulsa aquel. El pulsador PARO (Contacto NC) interrumpe el circuito de autoretenención con lo que se desenergiza el contactor.

Existen dos tipos de autoretenención:

FALTA PAGINA

No. 30

Al emplear el PLC, este tipo de circuitos pueden sustituirse por las funciones biestables. En el STEP 5 existen las instrucciones **S** (Set) para activar y **R** (Reset) para borrar. Con ellas podemos realizar autoretenencias.

Si se aplica una señal a la entrada de activación, se activa la función biestable de memoria. Con esto, su salida se hace 1.

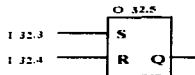
Aplicando una señal a la entrada de borrado se borra la función de memoria. La señal de salida del biestable se hará 0.

En caso de que ambas entradas estén en 1, existen dos alternativas:

3.6.2.3 Prioridad al Borrado.

La función de memoria Set-Reset se representa através de un rectángulo con una entrada de carga **S** y una entrada de Borrado **R**. Un cambio de señal de 0 a 1 en la entrada **S** significa conexión. Un cambio de señal de 0 a 1 en la entrada **R** significa desconexión. Si se aplica un estado de señal 0 en las entradas **R** y **S**, se mantiene el estado presente con anterioridad.

Durante la ejecución del programa se consulta en último lugar la última instrucción de borrado programada.

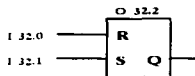


```

SEGMENTO 1
: A I 32.3
: S O 32.5
: A I 32.4
: R O 32.5
: NOP 0
: ***
    
```

3.6.2.4 Prioridad a la Activación.

Durante la ejecución del programa se consulta en último lugar la última instrucción de activación programada.



```

SEGMENTO 2
: A I 32.0
: R O 32.2
: A I 32.1
: S O 32.2
: NOP 0
    
```

3.6.3 Temporizadores.

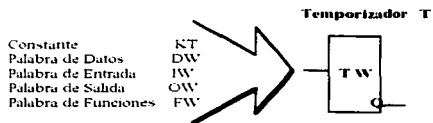
Los temporizadores, después de los relevadores y contactores, son los dispositivos de mayor uso en un proceso de control. La función de mayor uso dentro de los temporizadores es la de Retardo a la Conexión.

Las funciones con temporizadores se utilizan con arreglos de varios contactos para realizar un gran número de tareas. A través de temporizadores podemos controlar el intervalo entre dos operaciones, el tiempo de pintado, el tiempo de tratamiento térmico a un componente, etc. Con un PLC podemos emplear tantos módulos temporizadores como sean necesarios. Su única limitante es la capacidad de memoria del mismo.

Las funciones temporizadas son de gran flexibilidad y de mayor versatilidad que los temporizadores digitales electrónicos industriales que comúnmente se utilizan.

La principal ventaja de los Temporizadores de un PLC es que su tiempo puede ser programado en función de la necesidad que se tenga. El intervalo de la variable de tiempo puede estar en sincronía con el cambio de valor de los registros. Otra de las ventajas es que su precisión y repetición son extremadamente altos, esto debido a que están basados en la tecnología de estado sólido.

Cada temporizador tiene asignadas en la memoria de datos del sistema una palabra de 16 bits (rv). La temporización rv se ajusta como constante kt, como palabra de entrada iw, como palabra de salida ow, como palabra de marcas o funciones fw o como palabra de datos dw.



En nuestro caso solo utilizaremos la constante KT. Su precisión depende de la base de tiempos elegida.

Como ejemplo de temporización introduciremos cinco segundos. Este valor puede ajustarse con diferentes bases de tiempo. La base de tiempo determina la precisión:

0 = 0.01 Seg.
 1 = 0.1 Seg.
 2 = 1.0 Seg.

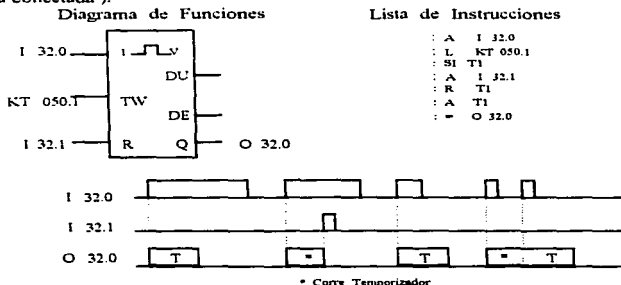
La base de tiempo es el número a la derecha del punto, el valor representativo de la temporización se encuentra a la izquierda.

KT 005.2
 KT 050.1
 KT 500.0

La base de tiempos más pequeña es la que ofrece mayor precisión, en este caso es **KT 500.0**

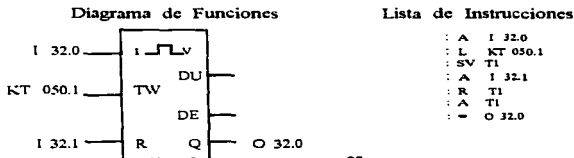
3.6.3.1 Temporizador de Impulso.

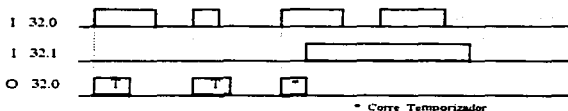
El temporizador T1 mostrado se arranca con la señal I 32.0. La salida O 32.0 es 1 mientras se mantiene conectada la entrada I 32.0 o como máximo durante cinco segundos (KT 050.1). La salida se desconecta cuando transcurre la temporización programada, retorna a 0 la señal de arranque aplicada a la entrada I 32.0 o se aplica 1 a la entrada de borrado del temporizador (I 32.1 está conectada).



3.6.3.2 Temporizador de Impulso Prolongado.

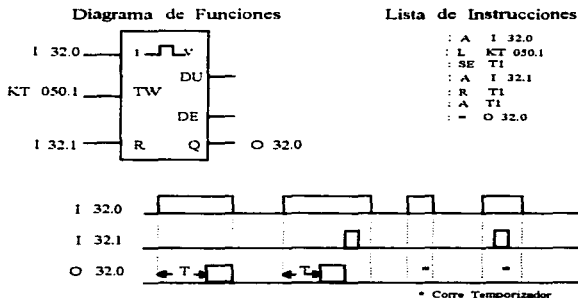
El temporizador T1 mostrado se arranca con la señal I 32.0. La temporización corre durante cinco segundos (KT 050.1) es decir, la salida O 32.1 está conectada durante cinco segundos. Si se desconecta la entrada I 32.1 antes de que terminen los cinco segundos, la salida O 32.1 se mantendrá conectada hasta que transcurra la temporización. Si la entrada permanece conectada más de cinco segundos, la salida se desconectará hasta pasados cinco segundos. Es decir, la desconexión de la entrada de arranque durante la temporización no provoca la desconexión de la salida.





3.6.3.3 Temporizador de Retardo a la Conexión.

El temporizador T2 se arranca cuando la señal de entrada I 32.0 vale 1. Sin embargo, la salida O 32.2 solo se conecta cuando ha transcurrido la temporización KT 050.1 (Es decir, cinco segundos) y mientras siga en 1 la entrada I 32.0.



3.6.4 Contadores.

La mayoría de PLC's incluyen contadores hacia arriba y contadores hacia abajo.

Conteo Hacia Arriba CU.

El valor numérico del contador se incrementa en 1. Esto lo realiza cuando en la entrada correspondiente se presenta un cambio de flanco positivo (De 0 a 1). El valor numérico máximo que puede alcanzar es el de 999, por lo que los cambios sucesivos de flanco ya no lo afectarán. No existe arrastre de valores a menos que se conecten en cascada.

Conteo Hacia Abajo CD. El valor numérico del contador disminuye en 1. Esto lo realiza cuando en la entrada correspondiente se presenta un cambio de flanco positivo (De 0 a 1). El valor numérico mínimo que puede alcanzar es cero, por lo que los cambios sucesivos de flanco ya no lo afectarán.

Carga de un Contador S. El contador se carga cuando en su entrada de carga se presenta un 1 en el primer instante.

Borrado de un Contador R. Un contador queda borrado cuando en su correspondiente entrada aparece una señal de 1. Con una señal de cero permanece invariable. El borrado es una operación independiente que al cumplirse inhabilita al contador para cargarse o seguir contando.

3.6.5 Funciones Numéricas de Comparación.

Casi todos los PLC's de alcance medio cuentan con funciones de comparación. La comparación numérica se realiza internamente en forma similar a como se realiza en las microcomputadoras. Con el PLC no se necesita un programa interno para realizar esta actividad.

Es posible comparar directamente dos valores numéricos que tengan el mismo formato y continuar procesando el resultado de tal comparación. Con números en coma fija es posible elegir entre seis posibilidades de comparación diferentes:

Operaciones de Comparación.

Igual	! =
Diferente	> <
Mayor o Igual	> =
Mayor	>
Menor o Igual	< =
Menor	<

Si se cumple la comparación, la salida del módulo se pondrá a 1.

3.7 Analogía entre Diagramas de Contactos, Lista de Instrucciones y Lógica Digital de Compuertas.

Algunos tipos de PLC's no requieren de principios de lógica digital. Normalmente la programación se realiza dibujando líneas, nodos de conexión, contactos y relevadores o funciones. Sin embargo, la notación digital se ha incluido en los programadores debido a que es más fácil programar a través de ella.

En este capítulo explicaremos las tres formas en que se representan en la pantalla del programador los programas que ejecutará el autómatas. Los diagramas de escaleras, las listas de instrucciones y los diagramas basados en compuertas lógicas serán explicados a detalle; y lo más importante es que mostraremos como trasladar de uno a otro de cualquiera de los tres sistemas.

3.8 Compuertas Lógicas.

Todas las compuertas tienen una salida. Puede ser 1 (Encendida) o 0 (Apagada). Una condición de una compuerta Encendida es cuando se pueden obtener $-5V_{cc}$ de su terminal de salida. La condición de Apagado es cuando no hay tensión en la salida.

La compuerta **OR** siempre tiene solo una salida. Normalmente la compuerta **OR** Exclusiva tiene dos entradas, pero puede tener más. Los otros cuatro tipos de compuertas pueden tener desde dos hasta ocho entradas y a veces más.

En forma interna existe una circuitería que hace que las compuertas funcionen adecuadamente. Generalmente existen cuatro compuertas de un tipo dentro de un circuito integrado.

Compuerta AND.

Para que la salida de la compuerta **AND** esté encendida (1), todas sus entradas deben estar encendidas (1). Si al menos una de sus entradas está apagada (0) su salida estará apagada (0).

Simbología



Tabla de Verdad

A	B	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Diagrama Eléctrico

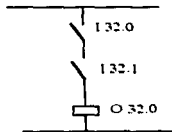


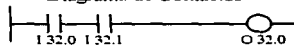
Diagrama de Funciones



Lista de Instrucciones

A 1 32.0
A 1 32.1
= O 32.0

Diagrama de Contactos



En caso de cuatro entradas, tenemos lo siguiente:

Diagrama Eléctrico

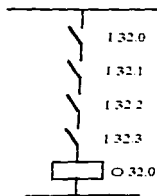
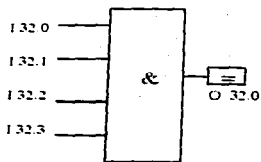


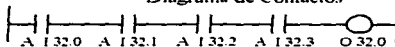
Diagrama de Funciones



Lista de Instrucciones

- A I 32.0
- A I 32.1
- A I 32.2
- A I 32.3
- = O 32.0

Diagrama de Contactos



Simbología



Compuerta OR.

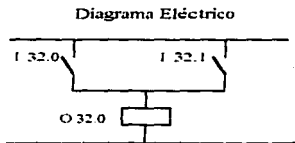
Para que la salida de la compuerta OR esté encendida (1), basta con que al menos una de sus entradas esté encendida (1). Para que su salida esté apagada, todas su entradas deberán estar apagadas.

Simbología



Tabla de Verdad

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Lista de Instrucciones

- I 32.0
- I 32.1
- = O 32.0

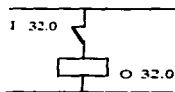
Compuerta NOT.

Su salida siempre será el inverso de su entrada.

Simbología



Diagrama Eléctrico



Lista de Instrucciones

- NA I 32.0
- = O 32.0

Diagrama de Funciones

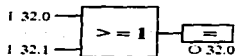


Diagrama de Contactos

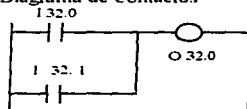


Tabla de Verdad

A	Z
1	0

I

Diagrama de Funciones

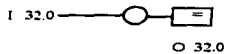
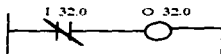


Diagrama de Contactos



Compuerta OR Exclusiva.

Su salida está encendida (1) cuando una y solo una de sus entradas está encendida (1). Si ambas entradas están encendidas, su salida estará apagada (0).

Simbología

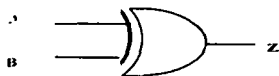


Tabla de Verdad

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Compuerta NAND.

Es una combinación de una compuerta AND y una NOT.

Simbología

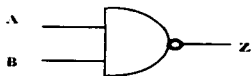


Tabla de Verdad

A	B	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Compuerta NOR.

Es una combinación de una compuerta OR y una compuerta NOT.

Simbología



Tabla de Verdad

A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Flip Flop Set - Reset.

Un flip-flop es un circuito digital con memoria. Su salida puede ser un nivel alto o bajo, tal como una compuerta lógica, pero se diferencia de ésta en que el flip-flop permanecerá en un

estado dado aún cuando la señal de entrada, que produjo dicha salida, sea removida. La salida de un flip-flop cambiará de estado solamente cuando le sea ordenado por otra señal de entrada.

Podemos decir, en base a la explicación anterior, que el circuito tiene memoria. Si es llevado por una señal externa al estado en el cual Q es nivel alto, mantendrá este nivel alto aunque la señal de mando haya desaparecido. Igualmente, si Q es llevada a nivel bajo, mantendrá este nivel bajo aún cuando la señal de mando desaparezca.

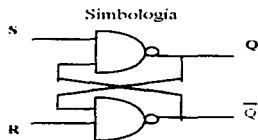
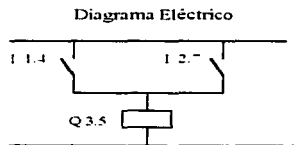


Tabla de Verdad

S	R	Q	\bar{Q}
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

En todos los Flip-Flops comerciales, hay una segunda salida, denominada \bar{Q} (Q negada), la cual siempre será la opuesta a la salida Q.

A manera de ejemplo, consideremos lo siguiente:



Lista de Instrucciones

Q I 2.7
 S Q 3.5
 Q I 1.4
 R Q 3.5
 NOP 0

Diagrama de Funciones

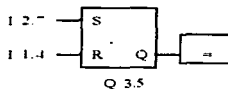
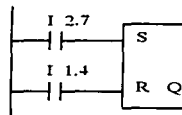


Diagrama de Contactos



Con un 1 en la entrada I 2.7 se pone en alto la salida Q del Flip Flop 35. Si el estado de esta señal cambia a 0, el estado de la salida se mantiene.

Un 1 en la entrada I 1.4 borra el estado del flip flop. Cuando la señal SET (I 2.7) y la señal RESET (I 1.4) son aplicadas al mismo tiempo, la operación que fué programada al último es la que predomina.

La operación SR almacena el resultado lógico de la operación (RLO) formado en el procesador. El RLO almacenado representa el estado de la señal del operando direccionado. Dicho almacenamiento puede ser Dinámico (Asignación) o Estático (Set y Reset).

Flip Flop Reset-Set.

El funcionamiento del Flip-Flop RS es similar al del SR. Debido a que su simbología es diferente, procederemos a describirlo en la siguiente forma:

Simbología

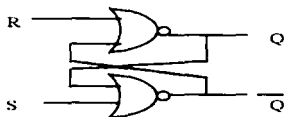
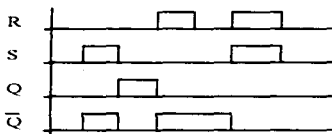


Tabla de Verdad

S	R	Q	\overline{Q}
1	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0



Como podemos observar, mientras el funcionamiento del flip flop SR está basado en el funcionamiento de la Lógica de compuertas NAND, el funcionamiento del RS se basa en la lógica de compuertas NOR.

La lógica de operación es muy similar en ambos tipos de Funciones de Memoria.

3.9 Principios de Programación.

Los diagramas de escaleras son los diagramas de mayor uso en los circuitos de control. También se les conoce como Diagramas Elementales. ¿Por qué a estos diagramas se les llama de Escalera?.

Porque parecen eso. Empiezan en la parte superior de la escalera y terminan en la parte inferior de la misma.

En los sistemas de control se emplean dos tipos de diagramas de Escalera: El Diagrama de Escalera de Control y el Diagrama de Escalera de Potencia. Debido a la naturaleza de nuestro diseño, nos concentraremos en el Diagrama de Escalera de Control. Este tiene algunas reglas básicas:

- Todas las salidas se localizan a la izquierda.
- Una línea de entrada puede alimentar más de una salida. Si lo hace así, las salidas estarán conectadas en paralelo.
- Interruptores, contactos y demás elementos deben ser insertados a la izquierda de la escalera.
- Interruptores, contactos y demás elementos pueden ser múltiples contactos en serie, paralelo o en arreglo serie paralelo.
- Las líneas son numeradas consecutivamente comenzando desde la izquierda.
- Cada nodo de conexión tiene un número de identificación único.
- Las salidas pueden ser identificadas por funciones a la derecha.
- Puede incluirse un sistema de Identificaciones cruzadas a la derecha. Esto significa que un cierto contacto asociado a un relevador o alguna salida pueden localizarse por la leyenda que ahí se describa. En el siguiente diagrama, el tres a la derecha de la línea uno indica que un contacto normalmente abierto del relevador siete se localiza en la línea tres. Para un contacto normalmente cerrado podría tener un asterisco o una línea sobre de él.
- Los contactos se identifican por el número del relevador más una secuencia de números. En el diagrama mostrado hemos incluido el contacto 7-1. Si otro contacto del relevador siete se utilizara, su identificación sería 7-2 y así, sucesivamente.

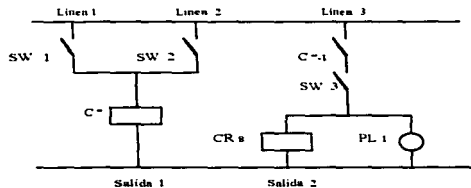


Diagrama de Escalera de Control

La secuencia de operación del diagrama mostrado es la siguiente:

En condiciones iniciales todos los interruptores están abiertos. Los contactos están desenergizados.

Al cerrar SW1, SW2 o ambos, se energiza C*.

En la línea tres, C*-1 cierra, habilitando la línea 3 (CR8 sigue desenergizado).

Al cerrar SW3 se energiza CR8 y la luz piloto PL1.

Al abrir SW1 y SW2 todo vuelve a su estado original.

A continuación mostramos el mismo diagrama descrito con anterioridad, pero en forma incorrecta. Este circuito Trabaja?

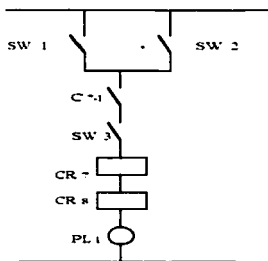


Diagrama de Escalera de Control

Este circuito no trabaja. Si la energía llega al punto 11, las salidas no se activarán debido a que tendrán una tercera parte del voltaje en cada una de ellas. Los relevadores no se activarán y la luz piloto encenderán en forma muy tenue. La salida nunca se habilitará. Si todos los interruptores están cerrados, no llega energía hasta CR-1; el cual, no puede cerrar hasta que CR7 esté energizado, lo cual es imposible.

En la industria, planear y no actuar es una pérdida de tiempo y dinero. Actuar sin un plan conduce a un caos. Por esto, a continuación detallaremos los pasos básicos para la creación de un Programa de Automatización.

- 1).- Defina el proceso que será controlado.
- 2).- Haga un bosquejo del proceso de operación.
- 3).- Forme una secuencia operacional describiendo cada paso en la forma más detallada posible. Es conveniente que dicha secuencia esté espaciada por dos o tres renglones para que en caso de que se omita o se genere algún paso adicional, éste pueda agregarse.
- 4).- Agregue los sensores que sean necesarios para crear la secuencia de control.
- 5).- Si el proceso lo requiere, agregue controles manuales que permitan ajustar el proceso o revisarlo.
- 6).- Un punto muy importante es Considerar la Seguridad del personal de operación. Por lo tanto, realice los ajustes y modificaciones necesarios para lograrla.
- 7).- Agregue un interruptor maestro de paro general. Este punto podría considerarse como parte del paso anterior, pero este tipo de instrucciones requieren de especial atención.
- 8).- Estructure el diagrama lógico. Este diagrama debe incluir las consideraciones formuladas por los siete pasos anteriores.
- 9).- Analice e identifique áreas que puedan crear problemas. Pregúntese:
Qué Pasa si ... ? Después de que el diagrama lógico se haya completado, deberán listarse todas las situaciones de emergencia. Por ejemplo:
Qué pasa si la energía eléctrica falla ?
Qué pasa si se activa el botón de paro ?

Todas estas preguntas deberán considerarse en la prueba final del programa.

4

Diseño e Implementación del Programa de Automatización

4.1 Variables de Entrada.

Los módulos de entrada de un PLC realizan cuatro tareas. Primero, determinan la presencia o ausencia de una señal en cada uno de sus terminales. Una señal de entrada nos indica que interruptor, sensor o que otro dispositivo está encendido o apagado en el proceso que estamos controlando. Segundo, convierte la señal de entrada a un nivel que pueda ser empleado por los circuitos del módulo electrónico. Tercero, el módulo de entrada se encarga de aislar electrónicamente la señal de entrada de la señal de salida. Finalmente, su circuitería electrónica debe producir una salida que pueda ser sensada por la CPU del PLC. Todas estas funciones descritas se ilustran en el siguiente diagrama.

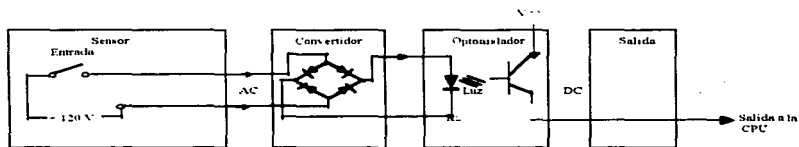


Figura 4.1 Circuito para un Terminal del Módulo de Entrada.

El módulo de entradas cuenta con 16 terminales, una señal común y un terminal de tierra. La figura solo muestra un circuito para un terminal. Todos los demás terminales tiene una circuitería idéntica.

El Bloque SENSOR se conecta directamente al convertidor. El Bloque CONVERTIDOR recibe la señal de entrada del sensor. Para señales de entrada con Corriente Alterna, este bloque consiste

de un rectificador que convierte la señal a un nivel manejable por el PLC. Para señales de Corriente Directa, se requiere de algún tipo de convertidor de DC a DC.

La salida del Convertidor no se conecta directamente a la CPU. Si así se hiciera, una falla o una mala operación podría afectarlo. Por ejemplo, si el rectificador del Convertidor se cortocircuitara, tendríamos alimentando a la CPU con 120 V_{CA}. Como la CPU trabaja con solo 5 V_{cd}, podría dañarse. El Bloque AISLADOR protege a la CPU de este tipo de eventos. El aislamiento se realiza a través de un optoaislador. La señal de apagado o encendido se convierte a un haz de luz con cierta dirección. Ninguna señal eléctrica pasa a través del aislador en ninguna dirección.

El aislador, cuando su entrada está habilitada, envía una señal a la CPU a través del Bloque de SALIDA. Cuando la salida del aislador está encendida, esta es enviada mediante una señal codificada hacia la CPU. Cada módulo tiene asignado un código. Cada terminal del módulo tiene asignado un número. El estado de cada uno de estos números es verificado en cada uno de los ciclos de máquina. Su resultado, apagado o encendido, es colocado en la memoria.

4.2 Variables de Salida.

Un módulo de salidas opera en forma contraria a la del Módulo de Entradas. Una señal de cd de la CPU es convertida en cada sección del módulo (Terminal) a un voltaje de salida que pueda ser empleado, ya sea ca o cd. A continuación mostramos un diagrama a bloques del módulo de salida.

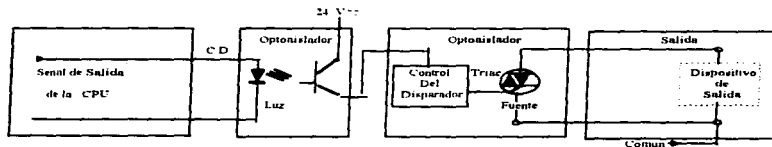


Figura 4.2 Circuito para Un Terminal del Módulo de Salida.

Una señal de la CPU es recibida por el Módulo SENSOR. Una para cada una. En función del número de identificación asignado, se habilita cada uno de los terminales.

La señal enviada por la CPU, si es recibida, pasa a través de una Etapa de Aislamiento. Esta etapa es necesaria para que ningún voltaje equivocado que salga del módulo de salida pueda regresar hacia la CPU y dañarlo. La salida del aislador es enviada hacia un relevador de salida. La conexión o desconexión se realiza, normalmente, a través de un TRIAC. Para salidas de ca se emplean relevadores.

Todas las terminales del módulo tienen el mismo sistema de salida. Esto es, un módulo de 16 salidas no tendrá algunas para ca y algunas para cd.

4.3 Lógica Operacional.

1) . - Descripción del Proceso a Controlar.

Un sistema Transportador de Botellas es un componente fundamental dentro del proceso de embotellado. Su función es llevar el producto terminado desde la Llenadora hasta la Encajonadora. Se desea automatizar el proceso de arranque y paro de este sistema, el cual será controlado desde dos paneles distintos de control. Las señales que controlen al proceso serán botones pulsadores y sensores de proximidad. El arranque inicial estará dado a través de botones pulsadores. El paro de cada una de las secciones se generará por una señal que enviará la llenadora. A su vez, cada motor estará controlado por un sensor de proximidad. Los Motores 1, 2, 4 y 5 también estarán controlados por una lógica adicional generada por la información que envíe el codificador de producto terminado. El paro total del sistema estará dado por la señal de un botón pulsador. En el caso de que en la Llenadora no haya presencia de botella, los transportadores deberán realizar un paro en forma escalonada. Una vez que en la llenadora vuelva a haber presencia de botella, el arranque del sistema deberá ser en forma escalonada.

En caso de que la Encajonadora tenga algún problema de operación y el producto se vaya acumulando, se deberá generar un paro escalonado de los motores conforme la acumulación de producto terminado vaya avanzando.

2) . - Diagrama del Proceso.

El diagrama que ilustra la posición de los elementos a controlar y de los sensores que enviarán las señales de entrada se muestra en el anexo UNO.

3) . - Secuencia Operacional.

El sistema cuenta con diez y seis motores.

Al presionar el botón de arranque en el panel de control de la llenadora los cinco primeros motores deberán arrancar en forma escalonada ascendente, esto es Primero el M1, después el M2, ...

Si se pulsa el botón de paro en el mismo panel de control se detendrán los cinco motores. Las condiciones de operación del sistema exigen que el ciclo de paro se realice en forma escalonada descendente. Si la señal de paro se hace presente, el primer motor que se detendrá será el M1, después el M2 y así sucesivamente.

El Ciclo de arranque y el ciclo de paro deberán obedecer un tiempo que se programará en función de las necesidades del proceso. Para el ciclo de arranque, después de arrancar el motor N, el motor N-1 arrancará x segundos después; el motor N-2 arrancará (x - y) segundos después y así sucesivamente.

Al presionar el botón de arranque deberá inicializar un periodo en el que los transportadores estarán trabajando en vacío y para lubricarse. Si al término de dicho periodo no existe botella dentro de la Llenadora, se deberá iniciar el ciclo de paro escalonado.

En el panel de control, un indicador luminoso servirá para informar que el sistema está habilitado.

El proceso de arranque escalonado volverá a iniciarse una vez que la Llenadora tenga presencia de botella.

Cuando se deje de alimentar botella a la Llenadora, el sistema iniciará el ciclo de paro garantizando que todo el producto terminado será desalojado. El ciclo de arranque se iniciará cuando se vuelva a alimentar a la Llenadora con botella.

Si en condiciones normales de operación la llenadora se detiene de pronto, ya sea que el operador la pare para revisión o por condiciones de emergencia, se deberá iniciar el ciclo de paro garantizando que todo el producto terminado será desalojado.

El Motor 3 tendrá un control diferente. Iniciará el proceso de lubricación con la señal de arranque del panel de control de la Llenadora. Trabaja el tiempo programado y una vez transcurrido este, se detendrá. El motor volverá a trabajar únicamente cuando el Inspector de Nivel y Taponado le envíe la señal de que una botella será retirada del proceso. Trabaja el tiempo necesario para transportar la botella rechazada hasta la zona de derrame. Después de esto se detendrá y estará a la espera de la señal de inicio del Inspector de Nivel y Taponado.

Como ya se comentó, el paro del Motor 4 también será controlado por el codificador de producto terminado, este equipo enviará dos señales de su tarjeta de interfase hacia el PLC.

- Falta Preventiva. Si el codificador está operando pero tiene alguna deficiencia como falta de solvente, agua o presión, esto se considera una falla preventiva. El transportador seguirá operando y el controlador enviará una señal que habilitará una luz estroboscópica de color ámbar en una torreta.

- Falta Total. Si el codificador ha dejado de operar por algún problema interno, esto se considera una falla total ya que el producto terminado no está siendo codificado. Los motores Uno, Dos, Cuatro y Cinco deben detenerse en forma instantánea para evitar la salida de producto sin codificar, se habilitará una sirena y una luz estroboscópica de color rojo en una torreta.

De la misma forma, al presionar el botón de arranque en el panel de control de la Encajonadora, los motores del seis al diez y seis arrancarán en forma escalonada ascendente.

Si se pulsa el botón de paro en el mismo panel se detendrán los once motores. Las condiciones de operación del sistema exigen que el ciclo de paro se realice en forma escalonada ascendente. Si la señal de paro se hace presente, el primer motor que se detendrá será el M6, después el M7.1 y así sucesivamente.

El Ciclo de arranque y el ciclo de paro deberán obedecer un tiempo que se programará en función de las necesidades del proceso. Para el ciclo de arranque, después de arrancar el motor N, el motor N-1 arrancará X segundos después; el motor N-2 arrancará (X - y) segundos después y así sucesivamente.

Al presionar el botón de arranque deberá inicializar un periodo en el que los transportadores estarán trabajando en vacío y para lubricarse. Si al término de dicho periodo el motor cinco está parado porque no existe botella dentro de la Llenadora, se deberá iniciar el ciclo de paro escalonado de esta sección.

En el panel de control, un indicador luminoso servirá para informar que el sistema está habilitado.

El proceso de arranque escalonado volverá a iniciarse una vez que el motor cinco haya vuelto a operar.

Una condición adicional de paro estará dada por los sensores de proximidad. Estos dispositivos estarán habilitados toda vez que se esté generando una acumulación excesiva de producto terminado en la mesa de carga de Encajonadora. Cada sensor de Proximidad controlará a un motor. Cuando este dispositivo esté habilitado deberá transcurrir un tiempo acorde a las necesidades del proceso y después de transcurrido detendrá al motor correspondiente. Dicho motor volverá a trabajar cuando la acumulación haya desaparecido.

4) . - Secuencia de Control.

La ubicación de los sensores que controlarán al proceso se muestra en el anexo Dos.

5) . - Ajuste del Proceso a través de Controles Manuales.

En este tipo de proceso no son necesarios controles manuales.

6) . - Elementos para la Seguridad del Personal.

El sistema Transportador de Botella no es un equipo que presente situaciones de peligro para los trabajadores. Aunque contiene elementos en movimiento, no son de peligro significativo. A pesar de esto se decidió colocar en forma espaciada Botones de Paro de Emergencia, los cuales estarán interconectados en serie. En caso de que cualquiera de estos sea habilitado, su señal detendrá inmediatamente el proceso completo. Al desactivarse no será necesario reinicializar el proceso ya que los motores deberán detenerse solo mientras esta señal no esté presente.

7) . - Interruptor Maestro de Paro General.

Estará ubicado dentro del tablero del Centro de Control de Motores (CCM).

8) . - Diagrama Lógico del Proceso.

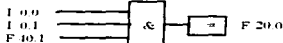
A continuación se explicará en forma detallada el funcionamiento que cada uno de los elementos tiene dentro del sistema.

El PLC cuenta con circuitos integrados de memoria; mediante el programa y cuando así se requiera podemos almacenar un bit (Ya sea 0 o 1) en alguna de sus localidades, dependiendo de la capacidad del PLC se pueden tener EEPROM's de uno o más kilobytes.

A continuación se representarán en digramas lógicos de bloques, las funciones utilizadas a lo largo de todos los PB's (Bloque de Página) en ellos hay compuertas OR, AND, Contadores, Temporizadores, etc.

PB 1 Señales de Control.

PB 1 Segmento 1



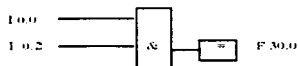
Condición de Arranque Sección Llenadora.

En este segmento la localidad de memoria F 20.0 es ocupada si la señal I 0.0 (Protección Térmica de los Motores) esta presente, la I 0.1 (Señal de Arranque Sección de Llenadora) se pulso y la localidad de memoria F 10.1 (Arranque Motor 2 por Falla de Energía Eléctrica) ha sido creada. Esta localidad de memoria permite diferenciar el tipo de arranque que presentara el sistema. Si no se presenta una falla de energía eléctrica, la localidad de memoria F 10.1 siempre existira y el arranque sera normal. Al presentarse una falla de energía eléctrica la localidad de memoria F 10.1 no existira por un instante programado en el que el arranque sera prioritario para los motores M2, M4 y M5.

En caso de que algun motor pre-sente problemas y se active un interruptor termomagnético, la señal I 0.0 no estara presente, por lo que el proceso no podrá dar inicio. Esta misma señal resetea todos los contadores del proceso y lo obliga a regresar a las condiciones iniciales.

PB 1 Segmento 2

Condición de Arranque Sección Encajadora



La localidad de memoria F 30.0 se genera si la señal I 0.0 (Protección Térmica de los Motores) está presente y la señal I 0.2 (Señal de Arranque Sección Encajadora) está presente. Esta localidad de memoria tendrá uso en el PB 3 "Motores Sección Encajadora".

: BE

Esta instrucción (Block End) informa que el bloque se termina con la instrucción anterior inmediata.

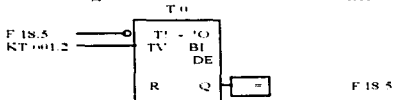
4.5

PB 2

Motores Sección Llenadora

PB 2 Segmento 1

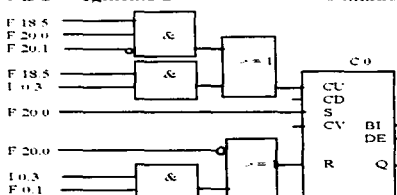
Generador de Pulsos.



En la figura se representa un de Retardo a la conexión. El temporizador es el nombre dado a un elemento que realiza la función de un releador de tiempo. Este temporizador se inicia cuando se almacena un 1 en la localidad de memoria F 18.5. Su salida resulta una señal de nivel UNO cuando el tiempo programado ha corrido (Un segundo en este caso) y la señal de entrada todavía existe.

PB 2 Segmento 2

Contador del Arranque de Motores.



La localidad de memoria F 18.5 (Pulsos en Segundos) conjuntamente con la localidad de Memoria F 20.0 (Arranque sección Llenadora) y la ausencia de la localidad de memoria F 20.1 (Arranque total sección Llenadora) forman una de las condiciones que harán que el contador mostrado inicie su actividad. La localidad de Memoria F 18.5 en conjunto con la variable de entrada I 0.3 (Llenadora sin Botella) harán también que se inicie el conteo ascendente.

La localidad de Memoria F 20.0 Será la encargada de habilitar al contador para su actividad.

La ausencia de la localidad de memoria F 20.0 es una de las condiciones que borran en cuenta del contador. La variable de entrada I 0.3 y la localidad de memoria F 0.1 (Periodo de Lubricación) también pueden borrar el conteo.

Mientras que todas las variables son de presencia constante, la localidad de memoria F 18.5 es un Tren de Pulsos en segundos. Esto hará que con cada pulso generado el contador incremente en uno su cuenta. Los puntos importantes de este arreglo son:

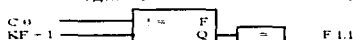
Una vez que la sección que controla la llenadora (F 20.1) haya arrancado en su totalidad, el conteo se detendrá.

Si la Llenadora deja de producir (I 0.3) el conteo también se detendrá. Esta variable también es una parte de la condición por la que el conteo se borra. Para esto es preciso que el periodo de Lubricación se haya cumplido (F 0.1) sin que la Llenadora haya empezado a producir.

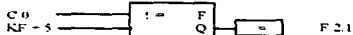
Durante el desarrollo de esta tesis, las localidades de memoria serán llamadas únicamente Memorias.

PB 2 Segmento 3

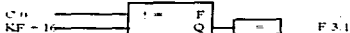
Condición para Arranque del Motor 1.



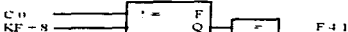
El arreglo mostrado es el de un comparador, el cual hará que su salida (F 1.1) sea igual con 1 solo cuando el contador C0 haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 1.

PB2 Segmento 4**Condición para Arranque del Motor 2.**

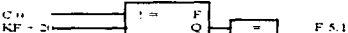
La memoria F 2.1 será válida una vez que el contador C0 haya alcanzado el valor de 5. Esto permitirá que el motor M2 arranque 4 segundos después de que lo haga el M1.

PB2 Segmento 5**Condición para Arranque del Motor 3.**

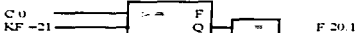
La memoria F 3.1 será válida una vez que el contador C0 haya alcanzado el valor de 5. El Motor M3 arrancará 15 segundos después del M1 y 11 después del M2.

PB2 Segmento 6**Condición para Arranque del Motor 4.**

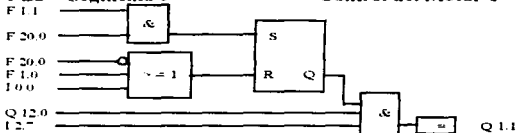
La memoria F 4.1 será válida una vez que el contador C0 haya alcanzado el valor de 8. El Motor M4 arrancará 7 segundos después del M1 y 3 después del M2.

PB2 Segmento 7**Condición para Arranque del Motor 5.**

La memoria F 5.1 será válida una vez que el contador C0 haya alcanzado el valor de 20. El Motor M5 arrancará 19 segundos después del M1, 15 después del M2 y 12 después del M4.

PB2 Segmento 8**Condición de Arranque Total Sección Llenadora**

La memoria F 20.1 será válida una vez que el contador C0 haya alcanzado el valor de 21. La función de esta memoria es que una vez que la sección de motores de Llenadora haya arrancado en su totalidad, el contador C0 detenga su conteo. Esto se hará un segundo después de que el motor M5 se haya puesto en marcha.

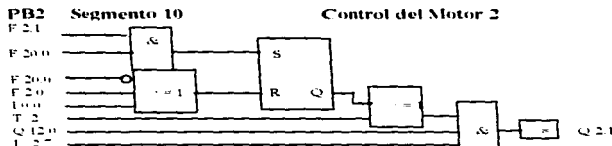
PB2 Segmento 9**Control del Motor 1**

La memoria F 1.1 (Condición de Arranque M1) y F 20.0 (Condición de Arranque Sección Llenadora) son las señales que hacen que inicie la aceleración del Variador de Frecuencias Motor M1, se inicia a través de la salida Q 1.1.

Las condiciones que detienen al Motor M1 son Tres. Que desaparezca la condición de arranque de la sección (F 20.0) o que se presente la condición de paro del Motor M1 (F 1.0) o que se active al menos una de las 15 protección térmicas de los motores del proceso (I 0.0).

Esta señal garantiza que esto suceda al estar presente en la formación de la memoria F 20.0 (Véase el PB1 Segmento 1). Cuando cualquiera de estas tres condiciones se de, será necesario reinicializar el proceso.

Por otro lado, las variables Q 12.0 (Habilita Señal Luminosa Roja) e 12.7 (Botón de Paro de Emergencia) también detienen al Motor M1. La diferencia con el paro anterior radica en que estas señales solo lo detienen mientras están presentes. Al desaparecer, el proceso continúa normal y no es necesario volver a inicializarlo. Q 12.0 e 12.7 desaparecen cuando se corrige la falla en el Codificador de Producto terminado o cuando se termina la condición de emergencia del proceso, respectivamente.

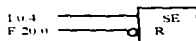


La memoria F 2.1 (Condición de Arranque M2) y F 20.0 (Condición de Arranque Sección Llenadora) son las señales que harán que la rampa de aceleración del Variador de Frecuencia Motor M2 se inicie través de la salida Q 2.1.

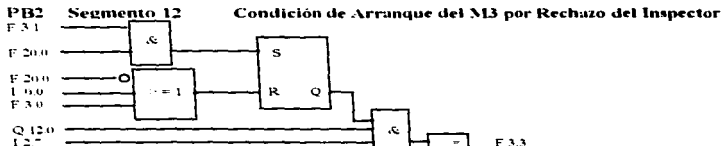
Las condiciones que detienen al Motor M2 son Tres. Que desaparezca la condición de arranque de la sección (F 20.0) o que se presente la condición de paro del Motor M2 (F 2.0) o que se active al menos una de las 15 protecciones térmicas de los motores del proceso (I 0.0). Esta señal automática que solo viaja elern al estar presente en la formación de la memoria F 20.0 (Véase el PB1 Segmento 1). Cuando cualquiera de estas tres condiciones se de, será necesario reiniciar el proceso.

Por otro lado, las variables Q 12.0 (Habilita Señal Luminosa Roja) e 12.7 (Botón de Paro de Emergencia) también detienen al Motor M2. La diferencia con el paro anterior radica en que estas señales solo lo detienen mientras están presentes. Al desaparecer, el proceso continúa normal y no es necesario volver a inicializarlo. Q 12.0 e 12.7 desaparecen cuando se corrige la falla en el Codificador de Producto terminado o cuando se termina la condición de emergencia del proceso, respectivamente.

PB2 Segmento 11 Temporizador para el Motor 3.



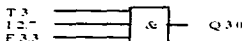
Se muestra un temporizador de Pulso extendido el cual se inicia con el flanco positivo de la señal de Rechazo del Inspector de Nivel (I 0.4). Cuando la señal de emergencia vuelve a cero el temporizador no se ve afectado. A esta función se le conoce como Automáticamente. La salida resulta una señal de nivel "ON" tan larga como el tiempo programado. Si se produce un cambio de la señal de entrada (De 0 a 1) mientras el tiempo programado está corriendo, el temporizador vuelve a iniciar el periodo del tiempo extendido. Esto significa que ante una breve señal del Inspector de Rechazo, el temporizador permitirá que el M3 trabaje 20 segundos. Si durante este tiempo se presenta otro rechazo, el M3 trabajará otro 20 segundos adicionales.



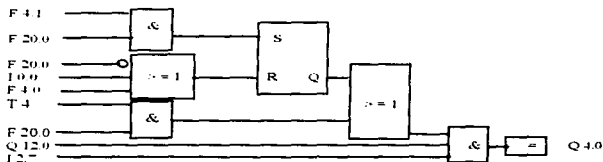
La memoria F 3.1 (Condición de Arranque M3) y F 20.0 (Condición de Arranque Sección Llenadora) son las señales que harán que se origine la memoria F 3.3.

Las condiciones que harán que dicha memoria no sea creada son Tres. Que desaparezca la condición de arranque de la sección (F 20.0) o que se presente la condición de paro del Motor M3 (F 3.0) o que se active al menos una de las 15 protecciones térmicas de los motores del proceso (I 0.0). Esta señal automática que solo suelera al estar presente en la formación de la memoria F 20.0 (Véase el PB1 Segmento 1). Cuando cualquiera de estas tres condiciones se de, será necesario reiniciar el proceso.

Por otro lado, las variables Q 12.0 (Habilita Señal Luminosa Roja) e 12.7 (Botón de Paro de Emergencia) también evitarrn la creación de la memoria F 3.3. La diferencia con el paro anterior radica en que estas señales solo lo detienen mientras están presentes. Al desaparecer, el proceso continúa normal y no es necesario volver a inicializarlo. Q 12.0 e 12.7 desaparecen cuando se corrige la falla en el Codificador de Producto terminado o cuando se termina la condición de emergencia del proceso, respectivamente.

PB2 Segmento 13**Control del Motor 3.**

La señal que energiza la bobina del actuador del Motor M3 es Q 3.0. Esta señal se genera si el Temporizador para este Motor (T3) está activado, la señal de Paro de Emergencia (I 2.7) no se ha suspendido y la Condición de Arranque del M3 por recular del inspector (F 3.3) están presentes simultáneamente. En caso de que cualquiera de las señales mencionadas no exista, el Motor 3 estará parado.

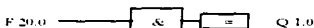
PB2 Segmento 14**Control del Motor 4**

La memoria F 1.1 (Condición de Arranque M4) y F20.0 (Condición de Arranque Sección Llenadora) son las señales que harán que el motor M4 empiece a trabajar a través de la salida Q 4.0.

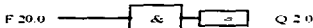
Las condiciones que detienen al Motor M4 son Tres. Que desaparezca la condición de arranque de la sección (F 20.0) o que se presente la condición de paro del Motor M4 (F 4.0) o que se active al menos una de las 15 protecciones técnicas de los motores del proceso (I 0.0). Esta señal siguiente que esto suceda al estar presente en la memoria de la memoria F 20.0 (Véase el PB1 Segmento 1). Cuando cualquiera de estas tres condiciones se dé, será necesario re-inicializar el proceso.

Si se presentara una falla en el suministro de la Energía Eléctrica durante el proceso, los transportadores se quedarían cargados con producto. Esto obliga a que al fincero del suministro eléctrico el M4 tenga prioridad de arranque. Esto se logra con la señal del Temporizador 4, la cual estará presente el tiempo necesario para transportar el producto que se quedó parando en la zona del codificador. Para que esto suceda será necesario que exista la condición de Arranque Sección Encargadora (F20.0).

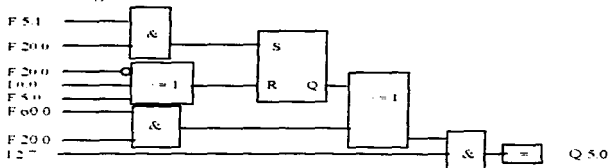
Por otro lado, las variables Q 12.0 (Habilita Señal Luminosa Roja) e I 2.7 (Botón de Paro de Emergencia) también detienen al Motor M4. La diferencia con el paro anterior radica en que estas señales solo lo detienen mientras están presentes. Al desaparecer, el proceso continúa normal y no es necesario volver a inicializarlo. Q 12.0 e I 2.7 desaparecen cuando se corrige la falla en el Codificador de Producto terminado o cuando se termina la condición de emergencia del proceso, respectivamente.

PB2 Segmento 15**Energiza Variador de Frecuencias M1.**

Una vez que la condición de arranque de la sección Llenadora ha sido creada, esta se emplea para energizar el Variador de frecuencias que controla al Motor 1 a través de la salida Q 1.0.

PB2 Segmento 16**Energiza Variador de Frecuencias M2.**

Del mismo modo, la memoria de arranque de la sección Llenadora se emplea para energizar el Variador de frecuencias que controla al Motor 1 a través de la salida Q 2.0.

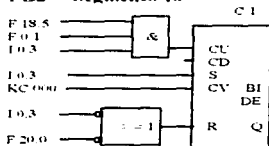
PB2 Segmento 17**Control del Motor 5.**

Las memorias F 5.1 (Condición de Arranque M5) y F 20.0 (Condición de Arranque Sección Llenadora) son las señales que hacen que el motor M5 empiece a trabajar a través de la salida Q 5.0.

Las condiciones que detienen al Motor M5 son Tres. Que desaparezca la condición de arranque de la sección (F 20.0) o que se presente la condición de paro del Motor M5 (F 5.0) o que se active al menos una de las 15 protecciones termicas de los motores del proceso (I 0.0). Esta señal garantiza que esto sucediera al estar presente en la formación de la memoria F 20.0 (Véase el PB1 Segmento 11). Cuando cualquiera de estas tres condiciones se da, será necesario reinicializar el proceso.

Si se presentara una falla en el suministro de la Energía Eléctrica durante el proceso, los transportadores se quedarían cargados con producto. Esto obliga a que al reinicio del suministro eléctrico el M5 tenga prioridad de arranque. Esto se logra con la función de memoria F 60.0 la cual estará presente el tiempo necesario para transportar el producto que se quedó parado. Para que esto suceda será necesario que exista la condición de Arranque Sección Encantadora (F 20.0).

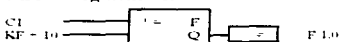
Por otro lado, la variable F 2.7 (Botón de Paro de Emergencia) también detiene al Motor M5. Esta señal solo lo detiene mientras esta presente. Al desaparecer el proceso continúa normal y no es necesario volver a inicializarlo. F 2.7 desaparece cuando se termina la condición de emergencia del proceso, esto es, al retirar el botón de emergencia.

PB2 Segmento 18**Contador de Paro Escalonado.**

El arreglo mostrado es de un Contador Ascendente. El momento KC muestra el valor en el que iniciará su conteo. La señal de Interligación de la Llenadora que indica que no hay botella en proceso (I 0.3) habilita al contador para realizar su función.

Una vez que el periodo de Lubricación ha terminado (F 0.1) el contador está disponible para iniciar el conteo que detendrá a los cinco motores de la sección de Llenadora. Las señales I 0.3 y F 0.1 son señales constantes, mientras que la memoria F 18.5 es un tren de pulsos. Esto permitirá que el contador realice su función.

Las señales que detendrán el proceso de conteo de C1 son dos. Cuando la Llenadora interna que se reinició el proceso a través de la señal I 0.1 o el conteo se detendrá. Si la condición de arranque de la sección de Llenadora desaparece el conteo también se detendrá. Esto se logra cuando en el panel de control se presiona el botón de paro de transportadores.

PB2 Segmento 19**Condición de Paro del Motor 1.**

El arreglo mostrado es el de un comparador, el cual hace que su salida (F 1.0) sea una señal con 1 cuando el Contador de Paro Escalonado C1 haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 10. Esto diez segundos permiten que una vez que la Llenadora ha dejado de producir, el producto final sea transportado fuera de la zona de trabajo del Motor M1.

PB2 Segmento 20**Condición de Paro del Motor 2.**

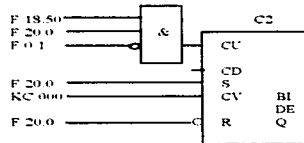
La memoria F 2.0 permitirá detener al Motor M2 una vez que el Contador de Paro Escalonado C1 haya alcanzado el valor de la constante de comparación. El motor M2 se detendrá 11 segundos después de que lo haga el Motor M1. Este tiempo permite que el motor M2 desaloje todo el producto terminado que está en su zona de trabajo.

PB2 Segmento 21**Condición de Paro del Motor 4.**

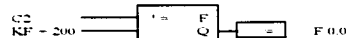
La memoria F 4.0 permitirá detener al Motor M4 una vez que el Contador de Paro Escalonado C1 haya alcanzado el valor de la constante de comparación. El motor M4 se detendrá 6 segundos después de que lo haga el Motor M2. Este tiempo permite que el motor M4 desaloje todo el producto terminado que está en su zona de trabajo.

PB2 Segmento 22**Condición de Paro del Motor 5.**

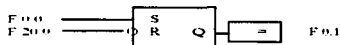
La memoria F 5.0 permitirá detener al Motor M5 una vez que el Contador de Paro Escalonado C1 haya alcanzado el valor de la constante de comparación. El motor M5 se detendrá 6 segundos después de que lo haga el Motor M4. Este tiempo permite que el motor M5 desaloje todo el producto terminado que está en su zona de trabajo.

PB2 Segmento 23**Contador de Paro por Lubricación.**

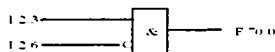
El arreglo mostrado permitirá llevar el conteo del tiempo después del cual el sistema transportador de botella empezará a parar si no se está produciendo. Al cerrar la condición de Arreglo sección Llenadora (F 20.0) y al iniciar el periodo de lubricación, el contador C2 iniciará a contar a través del tren de pulsos F 18.5. La memoria F 20.0 también habilita al contador para que inicie su función. El momento KC muestra el valor en el que el contador iniciará su conteo. La ausencia de la memoria F 20.0 hace que el contador sea borrado.

PB2 Segmento 24**Condición de Paro por Lubricación.**

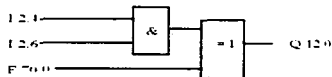
La memoria F 0.0 crea la condición de paro por lubricación una vez que el Contador de Paro por Lubricación C2 haya alcanzado el valor de la constante de comparación. Las diecisiete unidades programadas permiten a los transportadores lubricarse en forma adecuada.

PB2 Segmento 25**Periodo de Lubricación.**

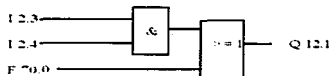
Se muestra una unidad de memoria conocida como Set Reset. Una vez que se enciende la condición de paro por Lubricación (F 0 0) la memoria F 0 1 se pondrá en uno. Conjuntamente con la señal de Inyección de Llenadora en el PB2 Segmento 18, activará el contador de paro escalonado. La ausencia de la Condición de arranque sección Llenadora (F 20 0) hará que la memoria F 0 1 se ponga en cero.

PB2 Segmento 26**Lógica de Control del Codificador.**

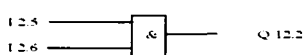
La señal que informa que la línea esta produciendo (I 2 3) conjuntamente con la señal de que el codificador está Encendido (I 2 6) generará la memoria F 0 0 la cual forma parte de la Lógica de control del codificador que permitirá que los motores M2, M3 y M4 se detengan si el Codificador de Producto terminado presenta una Falla Total.

PB2 Segmento 27**Paro de Motores Área Codificación y Estrobo Rojo.**

Si el Codificador presenta un estado de Falla Total (I 2 4) y está Encendido (I 2 6) entonces se generará la señal que habilitará al Estrobo Rojo y que permitirá parar a los motores del área de codificado. La memoria F 0 0 (Lógica de Control del codificador) puede hacer lo mismo por si sola. Esta variable activará la señal Q 12 0 porque la línea puede estar produciendo y el Codificador puede estar apagado.

PB2 Segmento 28**Sirena por Codificador.**

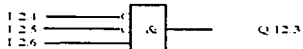
Si la línea esta produciendo (I 2 3) y el Codificador está en Falla Total (I 2 4) se generará la señal Q 12 1 que habilitará la sirena de alarma. La memoria F 0 0 (Lógica de Control del Codificador) también puede generar esta señal por si sola.

PB2 Segmento 29**Estrobo Ámbar.**

Q 12 2 es la señal que habilita al estrobo ambar y se creará si el Codificador tiene una Falla Preventiva (I 2 5) y el Codificador está Encendido (I 2 6).

PB2 Segmento 30

Estrobo Verde.



La señal luminosa color Verde se enciende a través de la salida Q12.3 y encarguen de informar al personal de Operación que el Codificador de Producto Terminado está trabajando en forma adecuada. Para que esta condición se de, No debe existir una Falla Total (I 2.3), tampoco una Falla Preventiva (I 2.4) y el codificador deberá estar encendido (I 2.5). En caso contrario, la señal luminosa color Verde se apagará.

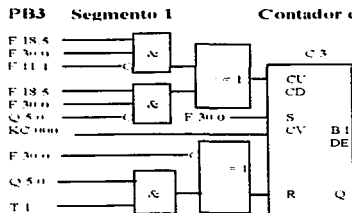
: BE

Esta Instrucción (Block End) informa que el bloque se termina con la instrucción anterior inmediata.

4.6

PB 3

Motores Sección Encajonadora.



Para que se genere el conteo de Arranque de los Motores de la sección de la Encajonadora, deben existir dos condiciones. La primera es que el Motor 11 12 no este trabajando en velocidad alta (F 11.4), que la condición de Arranque de la Sección Encajonadora haya sido creada (F 30.0) y que se este generando el tren de pulsos (F 18.4). La segunda es que el Motor M5 no este inhibido (Q 5.0), que la condición de Arranque de la Sección Encajonadora haya sido creada (F 30.0) y que se este generando el tren de pulsos (F 18.4). Del mismo modo, la condición de Arranque de la Sección Encajonadora se emplea para habilitar al contador C3. El numerico KC muestra el valor en el que el contador iniciara su conteo.

El proceso de conteo se detendra si la condición de Arranque de la Sección Encajonadora ha sido borrada o si el M5 esta trabajando (Q 5.0) y se ha cumplido el periodo de paro por Lubricacion (T 1).

PB3 Segmento 2 Condición para Arranque Motor 6



El arreglo mostrado es el de un comparador, el cual hara que su salida (F 6.1) sea igual a 1 cuando el Contador de Arranque de Motores C3 haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 3. Estos tres segundos significan que el M6 podrá arrancar 3 segundos después de que se cumplan todas las condiciones de arranque.

PB3 Segmento 3 Condición para Arranque Motor 7.1



La memoria F 7.1 sera igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 6. Esto significa que el M7.1 arrancara 3 segundos después de que lo haya hecho el M6.

PB3 Segmento 4 Condición para Arranque Motor 7.2



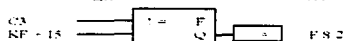
La memoria F 7.2 sera igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 9. Esto significa que el M7.2 arrancara 3 segundos después de que lo haya hecho el M7.1.

PB3 Segmento 5 Condición para Arranque Motor 8.1



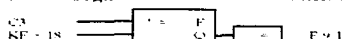
La memoria F 8.1 sera igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 12. Esto significa que el M7.2 arrancara 3 segundos después de que lo haya hecho el M7.2.

PB3 Segmento 6 Condición para Arranque Motor 8.2



La memoria F 8 2 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 15. Esto significa que el M8.2 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M8.1.

PB3 Segmento 7 Condición para Arranque Motor 9.1



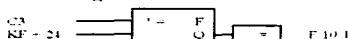
La memoria F 9 1 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 18. Esto significa que el M9.1 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M8.2.

PB3 Segmento 8 Condición para Arranque Motor 9.2



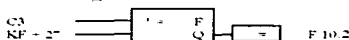
La memoria F 9 2 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 21. Esto significa que el M9.2 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M9.1.

PB3 Segmento 9 Condición para Arranque Motor 10.1



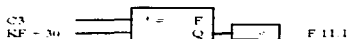
La memoria F 10 1 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 24. Esto significa que el M10.1 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M9.2.

PB3 Segmento 10 Condición para Arranque Motor 10.2



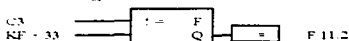
La memoria F 10 2 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 27. Esto significa que el M10.2 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M10.1.

PB3 Segmento 11 Condición para Arranque Motor 11.1



La memoria F 11 1 será igual a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 30. Esto significa que el M11.1 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M10.2.

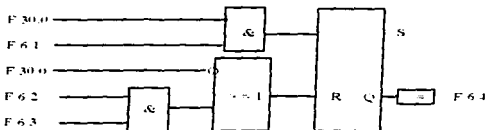
PB3 Segmento 12 Condición para Arranque Motor 11.2



La memoria F 11.2 será señal a uno cuando el Contador de Arranque de Motores (C3) haya alcanzado el valor de la constante de comparación que en este caso es de 33. Esto significa que el M11.2 arrancará 3 segundos después de que lo haya hecho el M11.1.

PB3 Segmento 13

Condición de Control del Motor 6

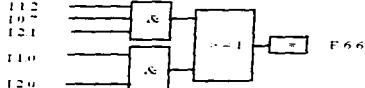


Si la condición de arranque Sección Ensayadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M6 (F 6.1) existe, entonces la memoria F 6.4 se hace (señal a uno). Esta condición permitirá habilitar al M6.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M6 pare por que no hay acumulación (F 6.2) y por que no hay botella (F 6.3), entonces la memoria F 6.4 será señal a cero. Esta condición no permite que el M6 trabaje.

PB3 Segmento 14

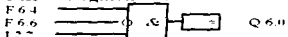
Condición Paro por Acumulación Motor 6



Existen dos condiciones que hacen que el M6 pare por acumulación. La primera es si el sensor de acumulación FS B6 está activado (I 1.2), si el sensor de acumulación FS B7 está activado (I 0.7) y si se ha seleccionado que trabaje el tramo del Bypass (I 2.1). La segunda es si el sensor de acumulación FS B3 está activado (I 1.0) y si se ha seleccionado que trabaje la sección de la llenadora (I 2.0).

PB3 Segmento 15

Control del Motor 6

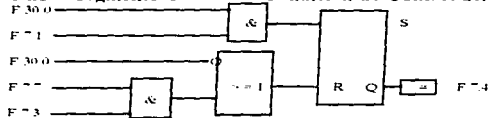


La señal Q 6.0 será encargada de poner en marcha al M6. Esto se logrará si la condición de control del M6 (F 6.4) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M6 (F 6.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 6.0 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.

PB3 Segmento 16

Condición de Control del Motor 7.1

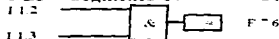


Si la condición de arranque Sección Ensayadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M7.1 (F 7.1) existe, entonces la memoria F 7.4 se hace (señal a uno). Esta condición permitirá habilitar al M7.1.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M7.1 pare por que no hay acumulación (F 7.3) y por que no hay botella (F 7.3), entonces la memoria F 7.4 será señal a cero. Esta condición no permite que el M7.1 trabaje.

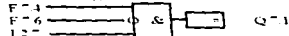
PB3 Segmento 17

Condición Paro por Acumulación Motor 7.1 y 7.2



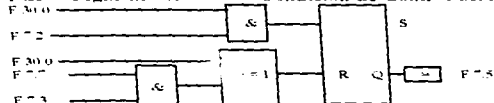
Si los sensores de acumulación FS B6 (I 1.2) y FS B7 (I 1.3) están activados, esto permitirá que se genere la memoria F 7.6 la cual permitirá que se puedan detener los motores M7.1 y M7.2.

PB3 Segmento 18 Control del Motor 7.1



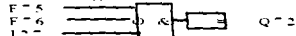
La señal Q 7.1 será encargada de poner en marcha al M^{7.1}. Esto se logrará si la condición de control del M^{7.1} (F 7.4) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M^{7.1} (F 7.6).
Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (1 2.7) la señal Q 7.1 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.

PB3 Segmento 19 Condición de Control del Motor 7.2



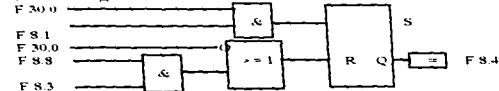
Si la condición de arranque Sección Encantadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M^{7.2} (F 7.2) existe, entonces la memoria F 7.5 se hace señal con uno. Esta condición permitirá habilitar al M^{7.2}.
Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M^{7.1} pare por que no hay acumulación (F 7.7) y por que no hay botella (F 7.3), entonces la memoria F 7.5 será igual a cero. En su condición no permite que el M^{7.2} trabaje.

PB3 Segmento 20 Control del Motor 7.2



La señal Q 7.2 será encargada de poner en marcha al M^{7.2}. Esto se logrará si la condición de control del M^{7.2} (F 7.5) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M^{7.2} (F 7.6).
Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (1 2.7) la señal Q 7.2 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no está presente.

PB3 Segmento 21 Condición de Control del Motor 8.1



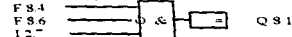
Si la condición de arranque Sección Encantadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M8.1 (F 8.1) existe, entonces la memoria F 8.4 se hace señal con uno. Esta condición permitirá habilitar al M8.1.
Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M8.1 pare por que no hay acumulación (F 8.8) y por que no hay botella (F 8.3), entonces la memoria F 8.4 será igual a cero. Este condición no permite que el M8.1 trabaje.

PB3 Segmento 22 Condición Paro por Acumulación Motor 8.1 y 8.2



Cuando los sensores de acumulación FS B¹ (I 1.3) y FS B8 (I 1.4) se activen, se crea la memoria F 8.6 la cual permitirá que se puedan detener los motores M8.1 y M8.2.

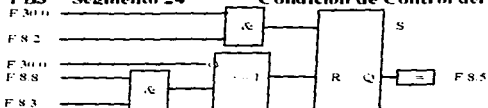
PB3 Segmento 23 Control del Motor 8.1



La señal Q 8.1 será encargada de poner en marcha al M8.1. Esto se logrará si la condición de control del M8.1 (F 8.4) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M8.1 (F 8.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (1.2.7) la señal Q 8.1 desaparecerá mientras dicho boton sea activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.

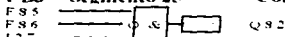
PB3 Segmento 24 Condición de Control del Motor 8.2



Si la condición de arranque Sección Encantadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M8.2 (F 8.2) existe, entonces la memoria F 8.5 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M8.2.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M8.1 por que no hay acumulación (F 8.8) y por que no hay botella (F 8.3), entonces la memoria F 8.5 será igual a cero. Esta condición no permite que el M8.2 trabaje.

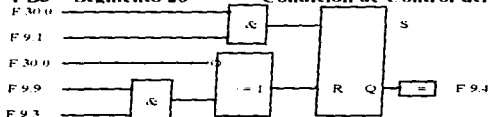
PB3 Segmento 25 Control del Motor 8.2



La señal Q 8.2 será encargada de poner en marcha al M8.2. Esto se ocurrirá si la condición de control del M8.2 (F 8.5) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M8.2 (F 8.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (1.2.7) la señal Q 8.2 desaparecerá mientras dicho boton sea activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.

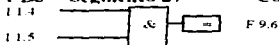
PB3 Segmento 26 Condición de Control del Motor 9.1



Si la condición de arranque Sección Encantadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M9.1 (F 9.1) existe, entonces la memoria F 9.4 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M9.1.

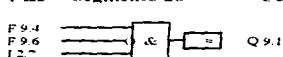
Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M9.1 por que no hay acumulación (F 9.9) y por que no hay botella (F 9.3), entonces la memoria F 9.4 será igual a cero. Esta condición no permite que el M9.1 trabaje.

PB3 Segmento 27 Condición Paro por Acumulación Motor 9.1 y 9.2



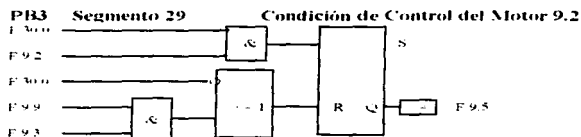
Cuando los sensores de acumulación FS B8 (I 1.4) y FS B9 (I 1.5) se activen, se creará la memoria F 9.6 la cual permitirá que se puedan detener los motores M9.1 y M9.2.

PB3 Segmento 28 Control del Motor 9.1



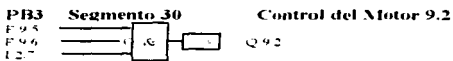
La señal Q 9.1 será encargada de poner en marcha al M9.1. Esto se logrará si la condición de control del M9.1 (F 9.4) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M9.1 (F 9.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 9.1 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.



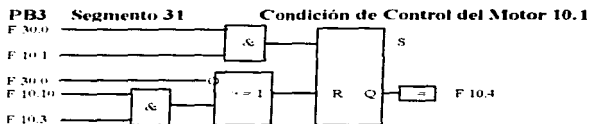
Si la condición de arranque Sección Encargadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M9.2 (F 9.2) existe, entonces la memoria F 9.5 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M9.2.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M9.1 pare por que no hay acumulación (F 9.9) y por que no hay botella (F 9.3), entonces la memoria F 9.5 será igual a cero. Esta condición no permite que el M9.2 trabaje.



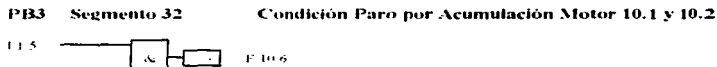
La señal Q 9.2 será encargada de poner en marcha al M9.2. Esto se logrará si la condición de control del M9.2 (F 9.5) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M9.2 (F 9.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 9.2 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.



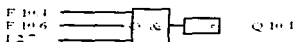
Si la condición de arranque Sección Encargadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M10.1 (F 10.1) existe, entonces la memoria F 10.4 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M10.1.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M10.1 pare por que no hay acumulación (F 10.10) y por que no hay botella (F 10.3), entonces la memoria F 10.4 será igual a cero. Esta condición no permite que el M10.1 trabaje.



Cuando los sensores de acumulación FS B9 (I 1.5) y FS B10 (I 1.6) se activen, se creará la memoria F 10.6 la cual permitirá que se puedan detener los motores M10.1 y M10.2.

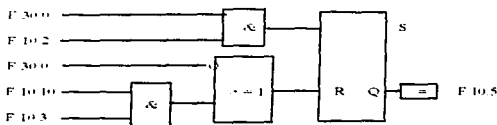
PB3 Segmento 33 Control del Motor 10.1



La señal Q 10.1 será encargada de poner en marcha al M10.1. Esto se logrará si la condición de control del M10.1 (F 10.4) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M10.1 (F 10.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 10.1 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no esté presente.

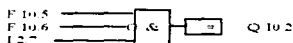
PB3 Segmento 34 Condición de Control del Motor 10.2



Si la condición de arranque Sección Encargadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M10.2 (F 10.2) existe, entonces la memoria F 10.5 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M10.2.

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 10.1 para por que no hay acumulación (F 10.10) y por que no hay botella (F 10.3), entonces la memoria F 10.5 será igual a cero. Esta condición no permite que el M10.2 trabaje.

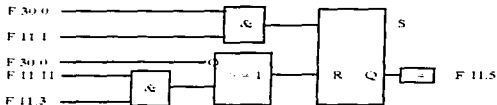
PB3 Segmento 35 Control del Motor 10.2



La señal Q 10.2 será encargada de poner en marcha al M10.2. Esto se logrará si la condición de control del M10.2 (F 10.5) se ha creado o si no existe la condición de paro por acumulación del M10.2 (F 10.6).

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 10.2 desaparecerá mientras dicho botón siga activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no esté presente.

PB3 Segmento 36 Condición de Control del Motor 11.2.1 Lento



Si la condición de arranque Sección Encargadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M11.1 (F 11.1) existe, entonces la memoria F 11.5 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M11.2, en velocidad lenta.

Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M11.1 para por que no hay acumulación (F 11.11) y por que no hay botella (F 11.3), entonces la memoria F 11.5 será igual a cero. Esta condición no permite que el M11.2 trabaje.

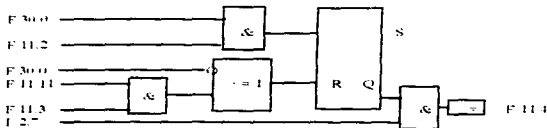
PB3 Segmento 37 Control del Motor 11.2.1 Lento



La señal Q 11.2 será encargada de poner en marcha al M11.2. Esto se logrará si la condición de control del M11.2 (F 11.5) se ha creado y si existe la señal de que el motor de la mesa de carga de la Encajonadora (I 0.5) está parado.

Si se activa uno de los botones de paro de Emergencia (I 2.7) la señal Q 11.2 desaparecerá mientras dicho botón está activado. Al desactivarse no será necesario reiniciar el proceso ya que el motor solo se detendrá mientras esta señal no este presente.

PB3 Segmento 38 Condición de Control del Motor 11.1.2 Rápido



Si la condición de arranque Sección Encajonadora (F 30.0) ha sido creada y si la condición de arranque de M11.2 (F 11.2) existe, entonces la memoria F 11.4 se hace igual con uno. Esta condición permitirá habilitar al M11.1 en velocidad rápida.

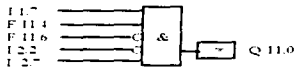
Si la memoria F 30.0 desaparece o si existe la condición de que el M11.2 pare por que no hay acumulación (F 11.11) y por que no hay botella (F 11.4), entonces la memoria F 10.4 será igual a cero. Esta condición no permite que el M11.1 trabaje.

PB3 Segmento 39 Control del Motor 11.1.2 Rápido



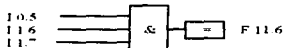
Existen tres condiciones que hacen posible que el motor 11.1 trabaje en velocidad alta. La primera es si el sensor de acumulación FS B11 no está activado (I 1.7) o si se ha seleccionado trabajar "Sin Modulación" (I 2.2). La segunda es si se ha creado la condición de que M11.1 trabaje en velocidad alta (F 11.4) y la tercera es si el motor 11.2 está parado por acumulación.

PB3 Segmento 40 Control del Motor 11.1.1 Lento

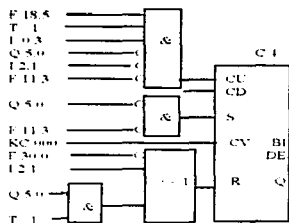


Para que el M11.1 trabaje en velocidad baja, deben presentarse cuatro condiciones simultáneas. Que el sensor de acumulación FS B11 este activado (I 2.7), que el Motor 11.1.2 este en velocidad alta (F 11.4), que en el mismo motor no se presente la condición de paro por acumulación (F 11.6) y que no se haya seleccionado trabajar sin modulación (I 2.2).

PB3 Segmento 41 Condición de Paro por Acumulación Motor 11.1.2



La memoria F 11.6 se generará si la mesa de Carga de la Encajonadora esta parada (I 0.5) y si los sensores de acumulación FS B10 y 11 (I 1.6 y I 1.7) están activados.

Segmento 42**Contador de Paro Escalonado Sección Encajonadora**

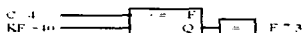
El arreglo mostrado permitirá habilitar al contador C4 para que realice su función. Para esto, se debe haber cumplido el periodo de lubricación (T 1). La llenadora deberá autorizar que no está produciendo (I 0.3), el M5 deberá estar parado (Q 5.0), no se deberá haber seleccionado el tramo del Bypass (I 2.1) y los Motores 11.1 y 11.2 deberán estar con botella (F 11.3). Estas señales conjuntamente con el tren de pulsos (F 18.5) harán que el contador empiece su función.

Si el M5 está parado (Q 5.0) y si los motores 11 tienen botella (F11.3) será la señal conjunta que habilite al contador.

Las condiciones que detendrán el conteo de C4 son tres. La primera es si la condición de arranque de la sección Encajonadora desaparece (F 40.0). La segunda es si se ha seleccionado el tramo del Bypass (I 2.1). La tercera es si el M5 está parado y si se ha cumplido el periodo programado para la lubricación de esta zona.

PB3 Segmento 43**Condición Paro Sin Botella Motor 6**

El arreglo mostrado es el de un comparador con salida. F 6.3, será igual con 1 cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación. En este caso, el M6 se detendrá quince segundos después de que el M5 se haya parado por falta de botella. Este tiempo permitirá al M6 retirar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.

PB3 Segmento 44**Condición Paro Sin Botella Motor 7.1 y 7.2**

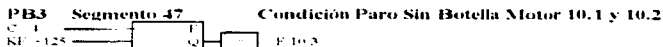
La memoria F 7.3 será igual con 1 cuando el Contador C4 alcance el valor de la constante de comparación, que en este caso es de 40. Los motores M7.1 y M7.2 estarán disponibles para parar veintico segundos después de que M6 haya parado. Este tiempo permitirá al M7.1 y M7.2 retirar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.

PB3 Segmento 45**Condición Paro Sin Botella Motor 8.1 y 8.2**

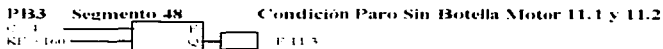
La memoria F 8.3 será igual con 1 cuando el Contador C4 alcance el valor de la constante de comparación, que en este caso es de 63. Los motores M8.1 y M8.2 estarán disponibles para parar veintiseis segundos después de que M7.1 y M7.2 hayan parado. Este tiempo permitirá al M8.1 y M8.2 retirar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.

PB3 Segmento 46**Condición Paro Sin Botella Motor 9.1 y 9.2**

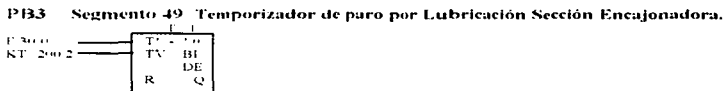
La memoria F 9.3 será igual con 1 cuando el Contador C4 alcance el valor de la constante de comparación, que en este caso es de 63. Los motores M9.1 y M9.2 estarán disponibles para parar veintiseis segundos después de que M8.1 y M8.2 hayan parado. Este tiempo permitirá al M9.1 y M9.2 retirar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.



La memoria F10.3 será real con 1 cuando el Contador C1 alcance el valor de la constante de comparación, que en este caso es de 125. Los motores MD0.1 y MD0.2 estarán disponibles para hacer ventosas, segundos después de que MP1 y MP2 hayan parado. Este tiempo permitirá al MD0.1 y MD0.2 terminar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.



La memoria F11.3 será real con 1 cuando el Contador C1 alcance el valor de la constante de comparación, que en este caso es de 160. Los motores MB1.1 y MB1.2 estarán disponibles para hacer ventosas, segundos después de que MD0.1 y MD0.2 hayan parado. Este tiempo permitirá al MB1.1 y MB1.2 retirar todo el Producto Terminado de su área de trabajo.



El arteño mostrado es de un Temporizador con retardo a la conexión el cual se inicia con el flanco positivo de la condición de arranque de la sección de Encajadora (F30.0). Su salida resulta en un nivel "NO" mientras transcurra el tiempo programado (Doscientos segundos en este caso) y la señal que lo activa todavía este en la entrada.



El arteño mostrado permitirá al C6 iniciar el conteo ascendente para detener al M6. Para esto, deberán cumplirse las siguientes condiciones: El Sensor de acumulación FS B6 (I1.2) no deberá estar activado; No deberá existir la Condición de Paro del M6 sin Acumulación (F6.2); El M5 ya debe haber parado por falta de botella (Q5.0); El Sensor de Acumulación FS B3 no deberá estar activado (I1.0); Deberá estar presente la Condición de Arranque sección Encajadora (F30.0); La señal de que No hay Botella en Llenadora (I0.3) y la señal de que se ha cumplido el periodo de lubricación (T1). Todas estas señales conjuntamente con el tren de pulsos F18.5 harán que se inicie el conteo para que el M6 se detenga.

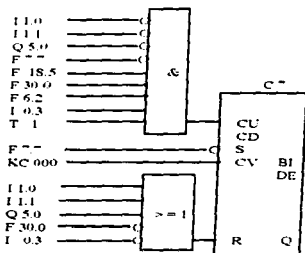
Para que el C6 este habilitado para contar, el sensor de acumulación FS B6 no debe estar activado.

La constante KC indica el número en el que el contador iniciará su conteo.

Las señales que detendrán el conteo de C6 pueden ser cinco. Que el sensor de acumulación FS B3 (I1.0) este activado, que el Sensor de acumulación FS B6 (I1.2) este activado, que el M5 este activado (Q5.0), que la Condición de Arranque sección Encajadora (F30.0) no este presente o que la señal de que no hay botella en Llenadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 51**Condición Paro Motor 6 Sin Acumulación**

El arreglo mostrado es el de un comparador cuya salida F 6.2 será igual con Uno cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación (que en este caso es de veinte).

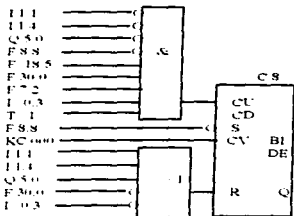
PB3 Segmento 52**Contador de Paro Motor 7.1 y 7.2 sin Acumulación.**

El arreglo mostrado permitirá al C- iniciar el conteo ascendente para detener a los motores M^{7.1} y M^{7.2}. Para esto, deberán cumplirse las siguientes condiciones: Los Sensores de acumulación FS B3 y FS B4 (I 1.0 e I 1.1) no deberán estar activados; El M5 ya debió haber parado por falta de botella (Q 5.0); No deberá existir la Condición de Paro del M^{7.1} sin Acumulación (F 7.1); Deberá estar presente la Condición de Arranque sección Encajonadora (F 30.0); La condición de que el M6 ha parado por falta de acumulación (F 6.2); La señal de que No hay Botella en Llenadora (I 0.3) y la señal de que se ha cumplido el periodo de lubricación (T 1). Todas estas señales conjuntamente con el tren de pulsos F 18.5 harán que se inicie el conteo para que los M^{7.1} se detengan.

Para que el C- este habilitado para contar deberá estar presente la condición de paro de los M^{7.1} (F 7.1) por falta de acumulación. La constante KC indica el número en el que el contador inicia su conteo. Las señales que detendrán el conteo de C- pueden ser cinco. Que el sensor de acumulación FS B3 (I 1.0) este activado, que el Sensor de acumulación FS B4 (I 1.1) este activado, que F 7.1 este activado (Q 5.0), que la Condición de Arranque sección Encajonadora (F 30.0) no este presente o que la señal de que no hay botella en Llenadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 53**Condición Motor 7.1 y 7.2 sin Acumulación.**

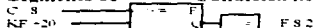
El arreglo mostrado es el de un comparador cuya salida F 7.1 será igual con Uno cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación que en este caso es de veinte.

PB3 Segmento 54**Contador de Paro Motor 8.1 y 8.2 sin Acumulación.**

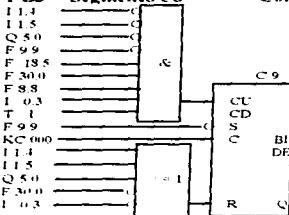
El arreglo mostrado permitirá al C8 iniciar el conteo ascendente para detener a los motores M8.1 y M8.2. Para esto, deberán cumplirse las siguientes condiciones: Los Sensores de rotación FS B4 y FS B8 (I 1.1 e I 1.4) no deberán estar activados; El M5 ya debió haber parado por falta de botella (Q 5.0). No deberá existir la Condición de Paro del M8 sin Acumulación (F 8.8); Deberá estar presente la Condición de Arranque sección Encanadora (F 30.0). La condición de que los motores M⁸ han parado por falta de acumulación (F 7.2). La señal de que No hay Botella en Llenadora (I 0.3) y la señal de que se ha cumplido el periodo de lubricación (F 1.1). Todas estas señales conjuntamente con el tren de pulso F 18.5 harán que se inicie el conteo para que los M8 se detengan.

Para que el C8 este habilitado para contar, deberá estar presente la condición de paro de los M8 (F 8.8) por falta de acumulación. La constante KC indica el número en el que el contador iniciará su conteo.

Las señales que detendrán el conteo de C8 pueden ser cinco. Que el sensor de acumulación FS B4 (I 1.1) este activado, que el Sensor de rotación FS B8 (I 1.4) este activado, que el M5 este activado (Q 5.0), que la Condición de Arranque sección Encanadora (F 30.0) no este presente y que la señal de que no hay botella en Llenadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 55**Condición Motor 8.1 y 8.2 sin Acumulación.**

El arreglo mostrado es el de un comparador cuya salida, F 8.2 será igual con Uno cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación que en este caso es de veinte.

PB3 Segmento 56**Contador de Paro Motor 9.1 y 9.2 sin Acumulación.**

El arreglo mostrado permitirá al C9 iniciar el conteo ascendente para detener a los motores M9.1 y M9.2. Para esto, deberán cumplirse las siguientes condiciones: Los Sensores de acumulación FS B8 y FS B9 (I 1.4 e I 1.5) no deberán estar activados; El M5 ya debió haber parado por falta de botella (Q 5.0). No deberá existir la Condición de Paro del M9 sin Acumulación (F 9.9); Deberá estar presente la Condición de Arranque sección Encanadora (F 30.0). La condición de que los motores M8 han parado por falta de acumulación (F 8.8); La

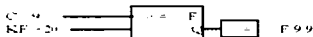
senal de que No hay Botella en Llenadora (I 0.3) y la senal de que se ha cumplido el periodo de lubricación (T 1). Todas estas senales conjuntamente con el tren de pulsos F 18.5 haran que se inicie el conteo para que los MB se detengan.

Para que el C9 este habilitado para contar, debera estar presente la condicion de paro de los M9 (F 9.9) por falta de acumulacion.

La constante KC indica el numero en el que el contador iniciara su conteo.

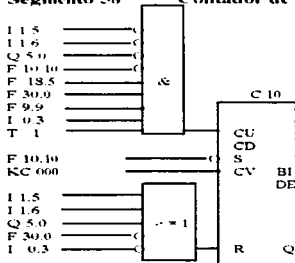
Las senales que detendran el conteo de C9 pueden ser cinco. Que el sensor de acumulacion FS B8 (I 1.4) este activado, que el Sensor de acumulacion FS B9 (I 1.5) este activado, que el MS este activado (Q 5.0), que la Condicion de Arranque seccion Encargadora (F 30.0) no este presente y que la senal de que no hay botella en Llenadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 57 Condición Motor 9.1 y 9.2 sin Acumulación.



El retardo mostrado es el de un comparador cuya salida, F 9.9 será igual con Uno cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación que en este caso es de veinte.

PB3 Segmento 58 Contador de Paro Motor 10.1 y 10.2 sin Acumulación.



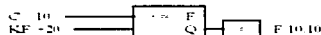
El retardo mostrado permitira al C10 iniciar el conteo ascendente para detener a los motores M10.1 y M10.2. Para esto, deberan cumplirse las siguientes condiciones. Los Senores de acumulacion FS B9 y FS B10 (I 1.5 e I 1.6) no deberan estar activados; El MS ya debio haber parado por falta de botella (Q 5.0). No debera existir la Condicion de Paro del M10 sin Acumulacion (F 10.10); Debera estar presente la Condicion de Arranque seccion Encargadora (F 30.0). La condicion de que los motores M9 han parado por falta de acumulacion (F 9.9); La senal de que No hay Botella en Llenadora (I 0.3) y la senal de que se ha cumplido el periodo de lubricacion (T 1). Todas estas senales conjuntamente con el tren de pulsos F 18.5 haran que se inicie el conteo para que los MB se detengan.

Para que el C10 este habilitado para contar, debera estar presente la condicion de paro de los M10 (F 10.10) por falta de acumulacion.

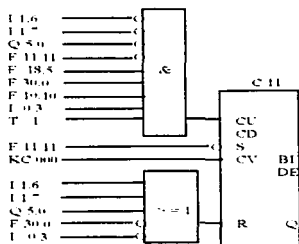
La constante KC indica el numero en el que el contador iniciara su conteo.

Las senales que detendran el conteo de C10 pueden ser cinco. Que el sensor de acumulacion FS B9 (I 1.5) este activado, que el Sensor de acumulacion FS B10 (I 1.6) este activado, que el MS este activado (Q 5.0), que la Condicion de Arranque seccion Encargadora (F 30.0) no este presente y que la senal de que no hay botella en Llenadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 59 Condición Paro Motor 10.1 y 10.2 sin Acumulación.



El retardo mostrado es el de un comparador cuya salida, F 10.10 será igual con Uno cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación que en este caso es de veinte.

PB3 Segmento 60**Contador de Paro Motor 11.1 y 11.2 sin Acumulación.**

El arreglo mostrado permitirá al C11 iniciar el conteo ascendente para detener a los motores M11.1 y M11.2. Para esto, deberán cumplirse las siguientes condiciones. Los Sensores de acumulación FS B10 (11.6 e 11.7) no deberán estar activados; El MS ya debía haber pasado por falta de botella (Q 5.0). No deberá existir la Condición de Paro del M11 sin Acumulación (F 11.11); Deberá estar presente la Condición de Arranque sección Encajonadora (F 30.0). La condición de que los motores M10 han parado por falta de acumulación (F10.10); La señal de que No hay Botella en Lienadora (I 0.3) y la señal de que se ha cumplido el periodo de lubricación (T 1). Todas estas señales conjuntamente con el tren de pulsos F 18.5 harán que se inicie el control para que los M10 se detengan.

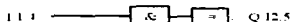
Para que el C11 este habilitado para contar, deberá estar presente la condición de paro de los M11 (F 11.11) por falta de acumulación. La constante KC indican el número en el que el contador iniciara su conteo.
Las señales que detendrán el conteo de C11 pueden ser cinco: que el sensor de acumulación FS B10 (11.6) este activado, que el Sensor de acumulación FS B11 (11.7) este activado, que el MS este activado (Q 5.0), que la Condición de Arranque sección Encajonadora (F 30.0) no este presente y que la señal de que no hay botella en Lienadora haya desaparecido.

PB3 Segmento 61**Condición Paro Motor 11.1 y 11.2 sin Acumulación.**

El arreglo mostrado es el de un comparador cuya salida, F 11.11 será igual con C10 cuando el valor a comparar sea Mayor o Igual al valor de la constante de comparación que en este caso es de veinte.

PB3 Segmento 62**Interligación para Activar Bloqueo de Lienadora**

El PLC del Sistema Transportador de Botella enviara una señal de Interligación a la Lienadora para que deje de producir a través de la señal Q 12.1, la cual se genera cuando el sensor de acumulación FS B* (1.3) este activado o cuando la condición de Arranque de la Sección Lienadora haya desaparecido. Esto significa que los transportadores pueden estar sanados por alguna falla en la Encajonadora (1.1) o que la Lienadora está produciendo pero los Transportadores están apuados.

PB3 Segmento 63**Interligación Velocidad Media de Llenadora**

El PLC del Sistema Transportador de Botella envía una señal de Interligación a la Llenadora para que disminuya su velocidad de producción a través de la señal Q 12.5, la cual se genera cuando el sensor de acumulación FS-B9 (I 1.4) este activado. Esto significa que los transportadores pueden estar saturados por alguna falla en la Ensambladora y que la acumulación se esta aproximando a la salida de la Llenadora.

:BE

Esta instrucción (Block End) informa que el bloque se termina con la instrucción anterior inmediata.

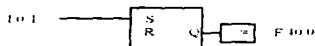
4.7

PB 4

Falla de Energía Eléctrica.

PB 4 Segmento 1

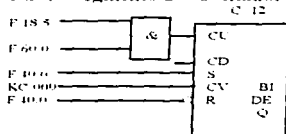
Condiciones Iniciales del Proceso.



La señal de arranque Sección Llenadora (I 0 1) habilitará el Flip Flop con prioridad al arranque, el cual solo se borrará si falla la energía eléctrica o si se desenergiza el PLC. Esta condición genera la memoria F 40 0.

PB 4 Segmento 2

Contador de Arranque por Falla de Energía Eléctrica



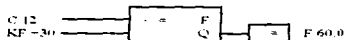
El contador mostrado iniciará su conteo ascendente una vez que se presente la condición de arranque del M5 por falla de Energía Eléctrica (F 60 0) y que conjuntamente con el tren de pulsos (F 18 5) aumente el conteo.

La memoria F 40 0 (Condiciones Iniciales del Proceso) se encargará de habilitar al contador para que realice su función. Del mismo modo, su ausencia borrará el conteo del sistema.

La constante KC indica el número en el que el contador empezará.

PB 4 Segmento 3

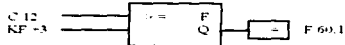
Condición de Arranque del M5 por Falla de Energía Eléctrica



La memoria F 60 0 se pondrá en uno inmediatamente que el C12 empiece a contar. Se volverá a hacer cero cuando el valor de C12 sea igual a 30. Esto permite que cuando se presente la falla de energía eléctrica el M5 tenga prioridad para arrancar.

PB 4 Segmento 4

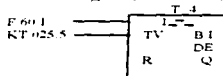
Condición de Arranque del T4 para arrancar el M4 por Falla de Energía Eléctrica.



La Memoria F 60 1 se pondrá en uno cuando el C12 alcance el valor de la constante de comparación que en este caso es de 3. Esto permitirá que el M4 arranque tres segundos después de que se restablezca el sistema por falla de energía eléctrica.

PB 4 Segmento 5

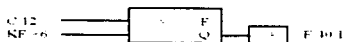
Temporizador de Arranque del M4 por Falla de Energía Eléctrica



El arreglo mostrado es un Temporizador de Impulso el cual se iniciará con el flanco positivo de la condición de arranque del T4 por falla de Energía Eléctrica (F 60 1). La salida del T4 se pondrá en uno y durará el tiempo programado (veinticinco segundos) y mientras siga existiendo la

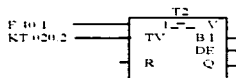
senal que lo habilita. Esto significa que en caso de Falla de Energía Eléctrica la prioridad del M4 para el arranque solo durará veinte segundos. Después de transcurrido este tiempo el M4 podrá volver a sus condiciones normales de operación.

PB 4 Segmento 6 Condición de Arranque del T2 para arrancar el M2 por Falla de Energía Eléctrica.



La Memoria F 10 1 se pondrá en uno cuando el C12 alcance el valor de la constante de comparación que en este caso es de 0. Esto permitirá que el M2 arranque seis segundos después de que se restablezca el sistema por falla de Energía Eléctrica.

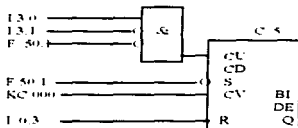
PB 4 Segmento 7 Temporizador de Arranque del M2 por Falla de Energía Eléctrica.



El arreglo mostrado es un Temporizador de Impulso el cual se iniciará con el flanco positivo de la condición de arranque del T2 por falla de Energía Eléctrica (F 10 1). La salida del T2 se pondrá en uno y durará el tiempo programado (veinte segundos) y mientras siga existiendo la señal que lo habilita. Esto significa que en caso de Falla de Energía Eléctrica la prioridad del M2 para el arranque solo durará veinte segundos. Después de transcurrido este tiempo el M2 podrá volver a sus condiciones normales de operación.

: BE

Esta instrucción (Block End) informa que el bloque se termina con la instrucción anterior inmediata.

PB 5 Segmento 1**Contador de Producto Terminado.**

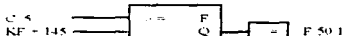
El arreglo mostrado permitirá llevar el conteo con el cual se informará que la Llenadora está o no está produciendo.

La presencia de botella (I 3 0) conjuntamente con la ausencia del ciclo de la Llenadora (I 3 1) y la ausencia de la condición para contar (F 50 1) se encargará de enviar las señales que el C5 cuenta.

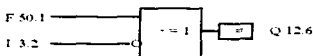
La ausencia de la condición para contar (F 50 1) también permitirá que el C5 realice su función.

La constante KC indica el número en el que el C5 empezará a contar.

La única señal que borrará al C5 será la de Intersección de la Llenadora que indica que no hay botella (I 0 3).

PB 5 Segmento 2**Condición para Contar.**

La memoria F 50 1 se pondrá en uno cuando el comparador alcance el valor de la constante de comparación que en este caso es de ciento cuarenta y cinco. Este número indica la cantidad de botellas que la llenadora debe desarrollar antes de que se inicie el ciclo de paro escalonado de los motores del transportador de producto terminado.

PB 5 Segmento 3**Interligación Llenadora sin Botella.**

Cuando la salida Q 12 6 se haca uno, el PLC del transportador de botella lo tomara como el inicio del ciclo de paro escalonado. Esta señal se genera de dos formas posibles:

Cuando en la Llenadora se cuenten ciento cuarenta y cinco ciclos sin que entre botella (F 50 1), o

Cuando la Llenadora deje de trabajar (I 3 2).

: BE

Esta instrucción (Block End) informa que el bloque se termina con la instrucción anterior inmediata.

5

Beneficios Obtenidos y otras aplicaciones.

5.1 Beneficios del Uso de los PLC's.

A continuación se mencionan algunos de los beneficios que se obtienen al utilizar los Controladores Programables en la automatización de procesos de control :

Flexibilidad. Hasta hace algunos años, cada máquina electrónicamente controlada requería su propio controlador : 15 máquinas podían requerir 15 diferentes controladores. En la actualidad, es posible utilizar un sólo tipo de PLC para controlar cualquiera de esas 15 máquinas ya que es tal su capacidad, que puede gobernar fácilmente cualquier tipo de proceso; incluso, cada máquina puede tener su propio y diferente programa.

Facilidad para los Cambios y la Corrección de Errores. Con un panel del tipo convencional, cualquier alteración al programa implica mucho tiempo para recablear los dispositivos. Al emplear un PLC el programa puede ser cambiado desde un teclado y en pocos minutos. Para un sistema controlado por un PLC no es necesario recablear.

Gran Cantidad de Contactos. Supongamos que un panel del tipo convencional tiene 16 contactos y que todos ellos están siendo usados. Cuando se requieren cambios en el proceso, esto significa que se tomará tiempo para conseguir e instalar la cantidad necesaria de relevadores. Con el uso del PLC, la cantidad de contactos que se necesiten depende de la capacidad disponible de memoria del PLC. Estos pueden llegar a ser más de cien para cada relevador.

Bajo Costo. El avance de la tecnología hace posible conjuntar más funciones dentro de paquetes más pequeños y más baratos. Actualmente puede adquirirse un PLC con much relevadores, temporizadores, contadores, secuenciadores y algunas otras funciones por muy pocos miles de pesos.

Pruebas Piloto. Un circuito programado en un PLC puede ser previamente probado y evaluado en la oficina o en el laboratorio. El programa puede ser escrito, probado, observado y modificado en caso de ser necesario, ahorrando con esto muchísimo tiempo. Además, al permitir realizar la prueba en partes o en su totalidad, pueden realizarse ahí mismo las modificaciones pertinentes al programa. Por el contrario, los sistemas convencionales basados en Relevadores tienen que ser probados en campo, lo cual puede consumir mucho tiempo.

Observación Visual. La operación de un circuito programado en el PLC puede ser vista directamente en la pantalla del programador. La correcta o deficiente operación de una parte del circuito puede ser vista y analizada mientras esta sucede. Las secuencias lógicas se observan en la pantalla mientras son energizadas. Una falla puede localizarse fácilmente mediante la observación. Existen utilerías en el software que facilitan la detección de fallas, tanto del programa de control, como del controlador.

En sistemas avanzados de PLC's puede programarse un mensaje para cada posible error. La descripción del error aparece cuando la lógica del PLC detecta una alteración en el proceso.

Alta Velocidad de Operación. Para procesos de alta precisión, la lógica basada en relevadores puede considerarse muy lenta al actuar. La velocidad de operación de un programa de PLC es muy rápida. Esta está determinada por el Ciclo de Máquina, el cual puede ser de milisegundos.

Metodología Variable. La programación del PLC puede realizarse en forma de diagrama de escalera o en lista de instrucciones. Ambas técnicas pueden ser empleadas por un técnico o electricista. Además, si personal que está programando tiene conocimientos de sistemas digitales o de Álgebra Booleana, también puede realizar la programación en forma fácil.

Confiabilidad. Los dispositivos de estado sólido son más confiables que los relevadores y temporizadores mecánicos o eléctricos. El PLC está fabricado con dispositivos electrónicos de estado sólido de muy altos niveles de confiabilidad.

Facilidad al Adquirir los Componentes del Sistema de Control. El PLC es un dispositivo con "Una Sola Fecha de Entrega". En los sistemas convencionales, frecuentemente se tienen lotes de diferentes proveedores con diferentes características. En caso extremo de Emergencia, se tienen diferentes y a veces muy largos tiempos de entrega. El olvidar comprar un componente puede significar un retraso en el arranque o reparación de un sistema de control hasta que ese componente sea entregado. Con el PLC, un componente más siempre estará disponible. Esto depende de la capacidad de memoria del equipo.

Los diversos elementos del hardware que intervienen en la lógica de control cableada, tales como los relevadores de tiempo, contactores, contactos auxiliares, etc. son sustituidos por estructuras lógicas tales como compuertas dentro del programa del PLC. Estas estructuras no requieren de espacios especiales (dentro de gabinetes o tableros) como ocurre en el control convencional.

Documentación. Podemos disponer de una correcta actualización del diagrama de control en pocos minutos y en caso de necesitarla. No es necesario buscar el

diagrama en los archivos distantes de la oficina o del almacén. El PLC puede mandar a imprimir el programa que está controlando al proceso en cualquier momento y sin necesidad de verificar el alambrado. Frecuentemente, los diagramas impresos basados en lógica de relevadores no están actualizados.

Seguridad. No puede realizarse una modificación al programa a menos que el PLC esté adecuadamente desbloqueado y programado. La lógica basada en relevadores tiende a "Sufrir" alteraciones sin que estas sean documentadas.

Facilidad al Realizar Modificaciones. Desde que el PLC puede ser reprogramado con facilidad, se han dado avances muy importantes en los cambios de presentación o productos en las líneas de producción. El producto B puede empezar a producirse, mientras que el producto A está siendo todavía procesado. Los ajustes para que esto pueda realizarse en las líneas de producción, pueden tomarse muy pocos segundos.

Expansión. Según la marca se puede expandir el controlador a más de cien entradas o salidas que pueden ser controladas por la Unidad de Procesamiento Central (C.P.U.) (como en la marca Cutler - Hammer modelo Micro D-100); o hasta 256 entradas o salidas en modelos muy compactos como el SIMATIC S5-100U.

Ahorro de Energía Eléctrica. El uso de P.L.C. en el control de procesos industriales redunda en un gran ahorro de Energía Eléctrica ya que al aplicar estos sistemas en programación de arranques y paros de motores de acuerdo a las necesidades del usuario, se disminuye el trabajo continuo de los mismos.

Aumento de la rentabilidad de los equipos. Con el control de los paros y arranques de maquinaria, se disminuye además el desgaste de piezas mecánicas tales como rodamientos, retenes y otras piezas logrando con ello el incremento del tiempo de vida de los elementos que se encuentran en movimiento cada vez que la maquinaria se activa.

Disminución del Mantenimiento. Al existir menos desgaste en los equipos, los periodos de mantenimiento aumentan, y el cambio de elementos de desgaste se realizan con un mayor periodo de tiempo, reduciendo los gastos por compra de refacciones y mano de obra.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

5.2 Desventajas del Uso de los PLC's.

Las ventajas descritas en el punto anterior demuestran el porqué la técnica de control por programa se está imponiendo en la actualidad. Sin embargo, también existen algunas desventajas o quizá precauciones, que se dan por el uso de los PLC's:

Tecnología de Punta. Es muy difícil cambiar los conceptos que el personal tiene de diagramas de escaleras y lógica de relevadores a los conceptos y simbología que el PLC emplea.

Aplicaciones Fijas. Algunas aplicaciones son extremadamente sencillas y no requieren el uso de un PLC. En caso de utilizarlo, su uso no pagaría las múltiples habilidades que éste brinda.

Consideraciones Ambientales. El ambiente de ciertos procesos, tales como altas temperaturas y vibraciones, interfieren con los dispositivos electrónicos de los PLC's. lo que limita sus aplicaciones.

Operación por Falla de Seguridad. En el sistema basado en relevadores, el botón de paro desconecta eléctricamente al circuito; si la energía falla, el sistema se detiene. Además, el sistema de relevadores no se reinicia en forma automática cuando se restablece la energía. Esto puede ser programado en el PLC; sin embargo, en algunos programas es necesario aplicar cierta señal para obligar al sistema a detenerse. A este tipo de sistemas se le denomina "Sistema sin Falla de Seguridad". Esta desventaja puede corregirse fácilmente con el uso de algunas instrucciones básicas.

A todo esto hay que agregar que un PLC es más efectivo cuando se realizan cambios periódicos en un proceso o en una línea de producción.

5.3 Otras Aplicaciones.

La automatización facilita el desarrollo de una actividad, proporcionando rapidez, seguridad, control y conocimiento de todas las variables dentro del sistema.

Un ejemplo de aplicación es el conteo, el cual no consiste únicamente en totalizar botones, pastillas u otras piezas, sino también frecuencias, impulsos mecánicos o eléctricos. El conteo pues sirve para medir velocidades de rotación con la ayuda de un generador de pulsos, longitudes, tiempos con ayuda de un temporizador, niveles de llenado, etc. Para el PLC prácticamente no hay un límite de velocidad que no pueda medirse.

Con estos elementos podemos realizar diversas acciones tan pronto como se alcancen determinadas posiciones dentro de un recorrido en un proceso, como ejemplo una instalación embotelladora donde el P.L.C. es el que pregunta, el sensor es el que transmite la respuesta y los diferentes actuadores son los que realizan las diferentes acciones, así pues todo se desarrolla de la siguiente manera:

¿Ha llegado la botella al punto definido?, sí, ¡llenar!, ¿se ha alcanzado la altura de llenado?, sí, ¡entonces taponar!, ¿está el tapón en su sitio?, sí, ¡llevarla hacia la caja!

Antes de que una botella llegue al público, ha recorrido un trayecto en el que tuvo que hacer un cierto número de paradas: limpieza, llenado, taponado, etiquetado, etc. en cada una de ellas se tuvo que haber posicionado el producto en el sitio adecuado.

Para ello los motores de la banda transportadora se tuvieron que haber sincronizado al paso correcto.

Para conocer el recorrido de las botellas y para efectuar las acciones deseadas a su llegada a su posición preñada, hasta ahora se utilizaban combinaciones o controladores de levas mecánicas, un procedimiento relativamente complicado. En efecto esto precisaba una gran cantidad de contactos que debían ser cableados individualmente y que además para cualquier modificación era necesario modificar el cableado y utilizar durante un buen rato la mano de obra de algún técnico.

Con las levas electrónicas estas tareas pueden realizarse con un máximo de simplicidad y flexibilidad. Cuando se cambia la forma de la botella es necesario modificar la altura de llenado; esto se logra modificando el software del PLC con lo que se evita la modificación del cableado de nuestro tablero.

Otro ejemplo donde la posición es muy importante es en la elaboración de los cuadros de bicicleta, que pueden ser de montaña, de carrera, turismo, para niños, etc. todas pasan por la misma cadena de fabricación y el cabezal de soldadura tiene que realizar su trabajo en todo momento y en el sitio adecuado, y este es cada vez diferente. Los P.L.C. cuentan con tarjetas inteligentes las cuales controlan motores paso a paso con tal precisión que cada punto de soldadura queda siempre exactamente donde debe ser.

El ser humano esta maravillosamente bien automatizado: cuando manejamos una bicicleta cada uno de los músculos de las piernas y los brazos es alimentado continuamente en el momento adecuado por señales provenientes de nuestro cerebro que les dicta la dosis necesaria de contracción, y nadie tiene que preocuparse por ello. Todo se efectúa automáticamente. En nuestro cerebro se programan todos los movimientos, supervisión de semáforos, se evalúan las distancias etc.

La fabricación de bicicletas utiliza la misma organización de trabajo. El proceso en sí es automatizado por un P.L.C. las tareas especiales como el posicionamiento durante la soldadura son aseguradas por tarjetas periféricas inteligentes, estas controlan los motores paso a paso de los dispositivos de alimentación, todo con una gran precisión, de tal manera que las diferentes partes del cuadro queden en la posición correcta en la estación de soldadura.

Otras de las muchas tareas de posicionamiento durante la producción se efectúa en los almacenes intermedios donde son suspendidos los cuadros. Los requerimientos de velocidad y precisión no son muy importantes en esta acción, por lo que se puede controlar todo con un sencillo sistema de posicionamiento con dos velocidades.

Así pues, cuando dos piezas del cuadro de la bicicleta llegan a la posición deseada y se detienen en el momento preciso, llega un cabezal de soldadura que se para también en el instante

oportuno, pone un punto de soldadura y después pone otro. El PLC puede contar con tarjetas de posicionamiento, la cuales son ideales cuando se requiera una perfecta coordinación entre los motores paso a paso y diversos componentes de control.

Las tarjetas inteligentes disponen de un microprocesador propio (de ahí la "inteligencia") y son capaces de efectuar de manera autónoma la tarea que les haya sido confiada. Con ello el procesador central puede consagrarse exclusivamente a sus funciones primarias de control y regulación; estas tarjetas se denominan periféricas porque están unidas directamente al proceso a través de entradas y salidas propias.

Dada la capacidad de un PLC podemos decir que no es solamente un controlador, sino un autómatas ya que asegura la automatización en prácticamente todos los sectores de actividad de todo lo que de una u otra manera pueda ser automatizado.

Un aplicación del PLC al conteo ocurre cuando se requiere una captación ultrarrápida de piezas, tiempos, velocidades, cantidades o frecuencias.

Para poder medir estas magnitudes, la forma de proceder consiste en convertir las variables físicas o eléctricas en trenes de impulsos; luego estos se cuentan como se hace con las piezas. Estas operaciones se realizan mucho más rápido con ayuda de estas tarjetas especializadas.

En muchos casos no siempre es preciso contar el número de piezas a empacar, y esto puede ocurrir cuando se trata de granos de café, grapas, chunchetas o caramelos por ejemplo, donde interesa más la cantidad que el número exacto. En este caso la cantidad se determina no contando sino midiendo la deflexión de un elemento elástico como un resorte.

También es posible contar otras magnitudes tales como tiempos, velocidades o frecuencias, presentándolas en forma de impulsos y para esto existen tarjetas de conteo.

Los autómatas programables también se pueden utilizar en aplicaciones donde la exactitud sea muy necesaria como por ejemplo en la elaboración de muebles de madera donde los cortes deben de ser milimétricos. Aquí los requerimientos impuestos a los accionamientos de las sierras, fresadoras y cepillos son enormes. Así, si la velocidad de giro está mal regulada la superficie a cortar presentará defectos de astillas o quemaduras que afectan la calidad de la pieza.

Es aquí donde intervienen los accionamientos de regulación de posición que permiten una acción precisa, rápida y dinámica, ofreciendo una operación de los accionamientos al máximo de sus posibilidades.

Toda la gamma de tarjetas mencionadas se pueden encontrar en la marca SIEMENS. Así, tenemos las tarjetas de regulación de temperatura (IP244), tarjetas de contadores (IP 244 A o bien la IP 242 B), tarjeta de lectura digital de recorrido (IP 241), T. de lectura de recorrido por ultrasonido (IP 241 USW), tarjeta leva electrónica con control de velocidad rápido lento (IP 288), tarjeta módulo de posicionamiento para el control de motores paso a paso (IP 247 e IP 267), tarjeta dosificadora (IP 261), tarjeta para mando de válvulas (IP 245).

Las aplicaciones que a continuación se listan son solo algunas en las cuales se puede utilizar el P.L.C. y existen otras en las que el lector de acuerdo a su imaginación puede aplicarlo.

Automatización de Edificios. En la actualidad existen "Edificios Inteligentes" y son aquellos donde el encendido o apagado de lámparas, apertura o cierre de puertas, control de la calefacción, la ventilación, el aire acondicionado, manejo de cortinas, toldos, ascensores, lavabos, mingitorios, y hasta los excusados se encuentran automatizados con un **Circuito Lógico Programable (P.L.C.)**.

Máquinas de Fabricación de Ladrillos. Aquí se puede utilizar para controlar la temperatura del horno, el secado, la extracción y abastecimiento de los mismos, control de la dosificación de las arenas y en general de los materiales a usar.

En la Agricultura. Para el control del nivel en los silos donde se almacenan los granos, para el control del pesaje de costales, pacas, riego de campos de cultivo, control de temperatura y variables dentro de invernaderos etc.

Compañías Lecheras. Para el control de la fermentación, separación de suero, control de temperaturas en las instalaciones de esterilización, ordeñadoras automáticas, dosificación a los envases, nivel de llenado, etc.

Control de Tráfico. Control de semáforos, asignación de prioridades en las avenidas principales, control de pasos a desnivel, señalización.

Extracción de Madera. Manejo de máquinas tronadoras, sistemas de clasificación de maderas, manejo de sierras, control de tamaños de corte, conteo, transporte, la apilación etc.

Cocinas Industriales. Cintas transportadoras de trastes, separación de desechos, encendido y apagado de lava vajillas etc.

6

Conclusiones

En México más del 50% de la Energía Eléctrica generada anualmente es a partir del uso de hidrocarburos, el restante se genera a partir de las plantas hidroeléctricas, geotérmicas, carboceléctricas, nucleoeeléctricas y duales.

La conservación de los recursos naturales, la generación y ahorro de la energía eléctrica están íntimamente ligados. Haciendo un análisis global del total de Energía Eléctrica producida en nuestro país (Más de 29,204 MIW), el 55.9% de esta energía se basa en la utilización de hidrocarburos, 28% se originó en plantas hidroeléctricas, mientras que el 16.1% restante se originó en geotérmicas, carboceléctricas, nucleoeeléctricas y duales. En conclusión, el 67.2% de la capacidad instalada se basa en plantas que consumen combustibles fósiles.

Hasta hace tres años el ahorro de energía eléctrica generado por diversas actividades no pasaba de 20 GWH al año, tan solo en 1993 se tuvo un ahorro de 15 GWH, lo que equivale a dejar de consumir 107,639 barriles de combustible fósil.

Pocas personas saben que la estructura tarifaria de nuestro país ofrece oportunidades para ahorrar dinero, de hecho la estructura tarifaria es tal que permite el diseño de estrategias y programas para la promoción del uso racional de la Energía Eléctrica.

No hay que perder de vista que las estructuras tarifarias de nuestro país están basadas en los precios internacionales de los hidrocarburos.

Desafortunadamente la gran mayoría de los usuarios de este servicio público no aprovechamos las opciones de ahorro que ofrecen las tarifas eléctricas y esto se debe a que desconocemos las disposiciones legales bajo las que están regidas las tarifas eléctricas, lo que se traduce en un incremento en la producción de bienes y servicios.

Dentro de los objetivos de este trabajo se encuentran el de aprovechar al máximo la utilización de la Energía Eléctrica sin afectar la calidad, la productividad y el funcionamiento de un proceso de producción.

Tan solo en nuestro país más del 70% de la energía eléctrica suministrada es consumida por los motores. Un motor eléctrico convierte la Energía Eléctrica en Mecánica, durante este proceso existen diversas pérdidas que sumadas entre sí van desde un 5% hasta un 25% de la potencia de entrada. Para poder cuantificar la eficiencia de un sistema, hay que considerar el factor de potencia, el costo de la energía, y la duración del motor. Hay que mencionar que tanto la eficiencia como el factor de potencia de un motor disminuyen si este opera por debajo de su capacidad nominal.

En México se utilizan en la actualidad más de 350,000 motores en la industria, por lo que existe una gran área de oportunidad donde se puede poner en práctica la automatización del arranque y paro de motores, con el fin de poder ahorrar energía eléctrica.

Como ya se dijo en el primer capítulo, existe una gran ventaja al realizar arranques en serie pues se disminuyen los picos de demanda máxima de corriente generados por los arranques en paralelo. Con esto se evita caer en una tarifa de cobro más elevada y se reduce el desgaste mecánico de rodamientos, retenes etc.

Para poder realizar una automatización es necesario contar con algunos componentes para poder tener un control eléctrico, tales como relevadores, interruptores, bobinas, botones, lámparas, displays, sensores, transductores, etc. Como ya se explico hay dos tipos de automatización, por cableado y por programa, la tradicional que es por cableado implicaba la utilización de muchos elementos eléctricos, manejo de un gran espacio, dificultad en el rastreo de problemas y otras desventajas ya mencionadas.

En la automatización por programa se pueden hacer modificaciones sin tener que alterar la arquitectura del cableado ya que con un programador podemos modificar las instrucciones del PLC, podemos monitorear el funcionamiento del sistema, llevar registros, facilitar la detección de fallas y disminuir fallas por falsos contactos. En procesos donde se requiere una alta precisión, el PLC resulta ideal ya que maneja una alta velocidad de operación.

Algo que resulta muy importante es el hecho de que para programar un PLC se requieren conocimientos mínimos, ya que se pueden introducir programas en forma de diagrama de escalera, en lista de instrucciones o bien en forma de bloques lógicos, los cuales son similares a las computaras lógicas que conocemos.

Otra de las ventajas de los PLC's es el costo, ya que este va disminuyendo de acuerdo al avance de la tecnología, lo que hace posible que los PLC's sean cada vez más pequeños, rápidos y baratos.

Un PLC no solo se puede aplicar en la Industria Refresquera, y para el control de motores, sino para muchas otras, tales como plantas siderúrgicas donde es muy importante

controlar la temperatura de los hornos, en la industria del vestido, donde por programa se llevan a cabo el corte de la tela por tallas y tipo de prenda, esto por mencionar algunas, pero prácticamente en cualquier tipo de industria se puede aplicar un PLC, y dada la gran variedad de tamaños que existen, se puede elegir uno a la medida

El PLC se puede aplicar en cualquier lugar donde se requiera realizar conteos, totalizaciones, análisis de frecuencias e impulsos mecánicos o eléctricos. También se puede utilizar para medir velocidades de rotación, longitudes, niveles de llenado, etc.

Para algunas de estas aplicaciones se utilizan tarjetas auxiliares, llamadas periféricos que trabajan en conjunto con el PLC a través de entradas y salidas propias.

Para la medición de velocidades se utilizan elementos tales como generadores de pulsos (tacogeneradores), los cuales convierten la variable física en trenes de pulsos los cuales son contados y con una relación de vueltas a distancia se pueden medir velocidades.

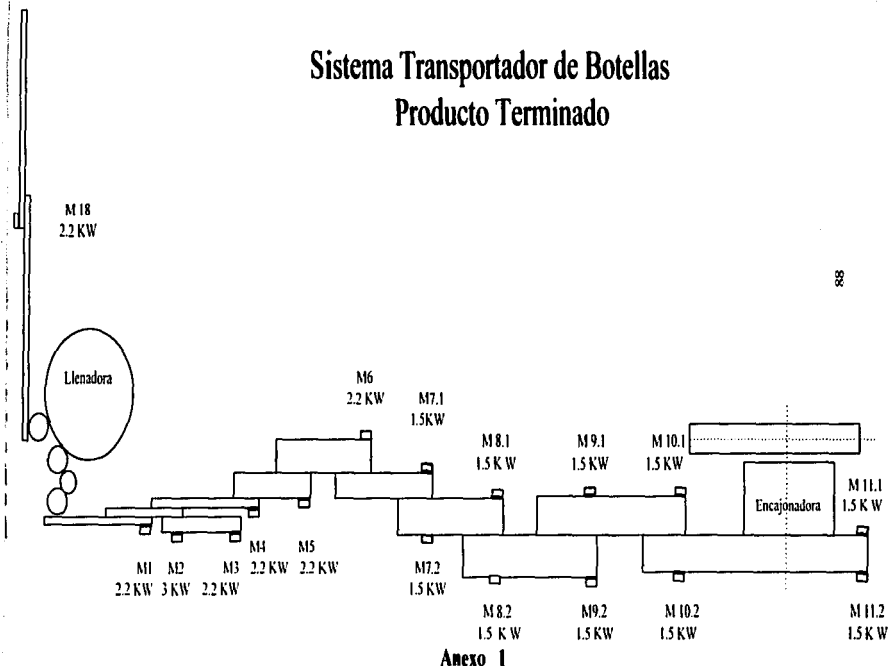
Esperamos que al lector le sirvan estas nuevas ideas para aplicaciones del Controlador Lógico Programable (PLC), y que el presente trabajo sirva como base de una metodología de diseño ya que se involucran diversas áreas tales como la programación, la electricidad y la electrónica, las cuales al conjuntarse en una sola forman la **Ingeniería**.

**García Hernández Víctor
Monroy Osornio Emilio**

Anexos

Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado

88



Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado

Anexo 2

Estación de
Control
Llenadora

Llenadora

Inspector
de Nivel
de Llenado

Sistema
Rechazador

Codificador de
Producto Terminado

Botón de Paro
de Emergencia

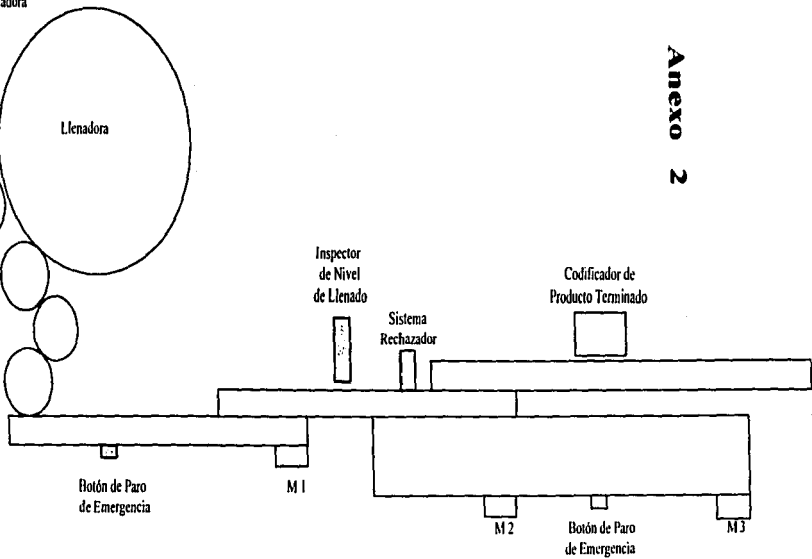
M 1

M 2

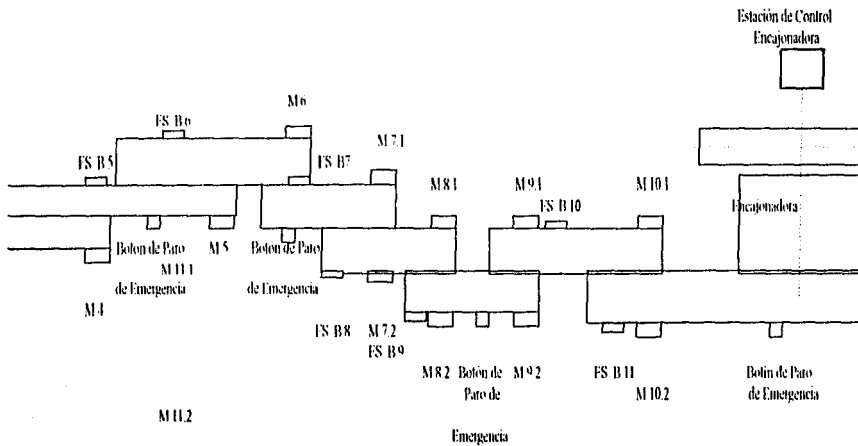
Botón de Paro
de Emergencia

M 3

∞



Sistema Transportador de Botellas Producto Terminado



Programa de Automatización del Transportador de Botellas Sección FS
Relación de Señales de Entrada

10

Comando	Símbolo	Comentario	Localización
1.0.0	FD15	Protección térmica de los motores	PB1 Segmento 1
1.0.1	FS D10	Señal de arranque Sección Lavadora	PB 1 Segmento 1, PB1 Segmento 2, PB23 Segmento 9, PB2 Segmento 10, PB2 Segmento 12 PB 2 Segmento 14, PB2 Segmento 17
1.0.2	FS 020	Señal de arranque sección Encoqueadora	PB1 Segmento 3
1.0.3	SLL	Señal de Interacción de Lavadora No hay botella	PB 2 Segmento 2, PB2 Segmento 14, PB3 Segmento 42, PB3 Segmento 50, PB3 Segmento 52 PB3 Segmento 54, PB3 Segmento 58, PB3 Segmento 59, PB 3 Segmento 80, PB5 Segmento 1
1.0.4	FInic	Señal de Retorno del Inyector de Nivel	PB2 Segmento 11
1.0.5	KP M3	Señal de Interacción KP M3 Parado	PB3 Segmento 37, PB3 Segmento 41
1.0.7	FI B27	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 14
1.1.0	FS B3	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 14, PB3 Segmento 50, PB3 Segmento 52
1.1.1	FS B4	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 52, PB3 Segmento 54
1.1.2	FS B6	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 14, PB3 Segmento 17, PB3 Segmento 50
1.1.3	FS B7	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 17, PB3 Segmento 27, PB3 Segmento 52
1.1.4	FS B8	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 22, PB3 Segmento 27, PB3 Segmento 54, PB3 Segmento 56, PB3 Segmento 83
1.1.5	FS B9	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 27, PB3 Segmento 32, PB3 Segmento 56, PB3 Segmento 58
1.1.6	FS B10	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 32, PB3 Segmento 41, PB3 Segmento 59, PB3 Segmento 80
1.1.7	FS B11	Senzor de Acumulación	PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 40, PB3 Segmento 41, PB3 Segmento 60
1.2.0	FI B90 1	Sección Lavadora Seleccinada	PB3 Segmento 14
1.2.1	FI B90 2	Tramo Seleccinada (By-pass)	PB3 Segmento 14, PB3 Segmento 42
1.2.2	FI B92	Selección " Sin Medicación "	PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 40
1.2.3	6TLL	Señal de Interacción Línea Produciendo	PB2 Segmento 26, PB2 segmento 28
1.2.4	SIC7T	Señal de Interacción: Coeficiente en Falta Total	PB2 segmento 27, PB2 Segmento 28, PB2 Segmento 30
1.2.5	SIC5P	Señal de Interacción: Coeficiente en Falta Parcial	PB2 Segmento 30, PB2 segmento 31
1.2.6	SIC6N	Señal de Interacción: Coeficiente Encorralado	PB2 Segmento 28, PB2 segmento 27, PB2 Segmento 29, PB2 Segmento 30
1.2.7	FS D30	Botón de Páro de Emergencia	PB 2 Segmento 9, PB2 Segmento 10, PB2 Segmento 12, PB2 Segmento 13, PB2 Segmento 14 PB2 Segmento 17, PB3 Segmento 15, PB3 Segmento 18, PB3 Segmento 20, PB3 Segmento 23 PB3 Segmento 25, PB3 Segmento 28, PB3 Segmento 30, PB3 Segmento 33, PB3 Segmento 35 PB3 Segmento 37, PB3 Segmento 38, PB3 Segmento 39, PB3 Segmento 40
1.3.0	FLL 1	Presencia de Botella	PB5 Segmento 1
1.3.1	FLL 2	Ciclo de Lavado	PB5 Segmento 1
1.3.2	FS D50	Lavadora en Operación	PB5 Segmento 3

Programa de Automatización del Transportador de Botellas Sección FS
Relación de Funciones

Operando	Comentario	Localización
F 00	Condición de Páro por Lubricación	*PB2 Segmento 26, PB2 Segmento 26
F 01	Periodo de Lubricación	PB2 Segmento 2, PB2 Segmento 18, PB2 Segmento 24, *PB2 Segmento 28
F 10	Condición de Páro del Motor 1	PB2 Segmento 6, *PB2 Segmento 19
F 11	Condición Arranca Motor 1	*PB2 Segmento 3, PB2 Segmento 9
F 20	Condición de Páro del Motor 2	PB2 Segmento 9, PB2 Segmento 10, *PB2 Segmento 20
F 21	Condición Arranca Motor 2	*PB2 Segmento 4, PB2 Segmento 10
F 31	Condición Arranca Motor 3	*PB2 Segmento 6, PB2 Segmento 12
F 33	Condición Arranca M3 por Rechazo del Inspector	*PB2 Segmento 12, PB2 Segmento 13
F 40	Condición de Páro del Motor 4	PB2 Segmento 14, *PB2 Segmento 21
F 41	Condición Arranca Motor 4	*PB2 Segmento 6, PB2 Segmento 14
F 50	Condición de Páro del Motor 5	PB2 Segmento 17, *PB2 Segmento 22
F 51	Condición Arranca Motor 5	*PB2 Segmento 7, PB2 Segmento 17
F 61	Condición para Arranque del Motor 6	*PB2 Segmento 2, PB2 Segmento 13
F 62	Condición Páro Motor 6 sin Acumulación	PB3 Segmento 13, PB3 Segmento 50, *PB3 Segmento 81, PB3 Segmento 52
F 63	Condición Páro Motor 6 sin Botella	PB3 Segmento 13, *PB3 Segmento 43
F 64	Condición de Control del Motor 6	*PB3 Segmento 13, PB3 Segmento 15
F 66	Condición Páro Motor 6 por Acumulación	*PB3 Segmento 14, PB3 Segmento 15
F 71	Condición para Arranque del Motor 7 1	*PB3 Segmento 3, PB3 Segmento 16
F 72	Condición para Arranque del Motor 7 2	*PB3 Segmento 4, PB3 Segmento 19
F 73	Condición Páro Motor 7 1 y 7 2 sin Botella	PB3 Segmento 16, PB3 Segmento 19, *PB3 Segmento 44
F 74	Condición de Control del Motor 7 1	*PB3 Segmento 16, PB3 Segmento 18
F 75	Condición de Control del Motor 7 2	*PB3 Segmento 18, PB3 Segmento 20
F 76	Condición Páro Motor 7 1 y 7 2 por Acumulación	*PB3 Segmento 17, PB3 Segmento 18, PB3 Segmento 20
F 77	Condición Páro Motor 7 1 y 7 2 sin Acumulación	PB3 Segmento 16, PB3 Segmento 19, PB3 Segmento 52, *PB3 Segmento 83, PB3 Segmento 54
F 81	Condición para Arranque del Motor 8 1	*PB3 Segmento 6, PB3 Segmento 21
F 82	Condición para Arranque del Motor 8 2	*PB3 Segmento 6, PB3 Segmento 24
F 83	Condición Páro Motor 8 1 y 8 2 sin Botella	PB3 Segmento 21, PB3 Segmento 24, *PB3 Segmento 48
F 84	Condición de Control del Motor 8 1	*PB3 Segmento 21, PB3 Segmento 23
F 85	Condición de Control del Motor 8 2	*PB3 Segmento 24, PB3 Segmento 25
F 86	Condición Páro Motor 8 1 y 8 2 por Acumulación	*PB3 Segmento 22, PB3 Segmento 23, PB3 Segmento 25
F 88	Condición Páro Motor 8 1 y 8 2 sin Acumulación	PB3 Segmento 21, PB3 Segmento 24, PB3 Segmento 54, *PB3 Segmento 56, PB3 Segmento 56
F 91	Condición para Arranque del Motor 9 1	*PB3 Segmento 7, PB3 Segmento 26
F 92	Condición para Arranque del Motor 9 2	*PB3 Segmento 8, PB3 Segmento 29
F 93	Condición Páro Motor 9 1 y 9 2 sin Botella	PB3 Segmento 29, PB3 Segmento 26, *PB3 Segmento 48

Programa de Automatización del Transportador de Botellas Sección FS

Relación de Funciones

Final	Comentario	Localización
F 9.1	Condición de Control del Motor 9 1	*PB3 Segmento 26, PB3 Segmento 28
F 9.3	Condición de Control del Motor 9 2	*PB3 Segmento 29, PB3 Segmento 30
F 9.4	Condición Paro Motor 9 1 y 9 2 por Acumulación	*PB3 Segmento 27, PB3 Segmento 28, PB3 Segmento 30
F 9.9	Condición Paro Motor 9 1 y 9 2 sin Acumulación	PB3 Segmento 26, PB3 Segmento 28, PB3 Segmento 56 *PB3 Segmento 57, PB3 Segmento 58
F 10.1	Condición para Arranque del Motor 10 1	*PB3 Segmento 8, PB3 Segmento 31
F 10.2	Condición para Arranque del Motor 10 2	*PB3 Segmento 10, PB3 Segmento 34
F 10.3	Condición Paro Motor 10 1 y 10 2 sin Botella	PB3 Segmento 31, PB3 Segmento 34 *PB3 Segmento 47
F 10.4	Condición de Control del Motor 10 1	*PB3 Segmento 31, PB3 Segmento 33
F 10.5	Condición de Control del Motor 10 2	*PB3 Segmento 34, PB3 Segmento 35
F 10.6	Condición Paro Motor 10 1 y 10 2 por Acumulación	*PB3 Segmento 32, PB3 Segmento 33, PB3 Segmento 35
F 10.10	Condición Paro Motor 10 1 y 10 2 sin Acumulación	PB3 Segmento 31, PB3 Segmento 34, PB3 Segmento 56 *PB3 Segmento 58, PB3 Segmento 60
F 11.1	Condición para Arranque del Motor 11 1	*PB3 Segmento 11, PB3 Segmento 36
F 11.2	Condición para Arranque del Motor 11 2	*PB3 Segmento 12, PB3 Segmento 38
F 11.3	Condición Paro Motor 11 1 y 11 2 sin Botella	PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 38, PB3 Segmento 42 *PB3 Segmento 48
F 11.4	Condición de Control del Motor 11 1 2 Rápido	PB3 Segmento 1, *PB3 Segmento 38, PB3 Segmento 39, PB3 Segmento 40
F 11.5	Condición de Control del Motor 11 2 1 Lento	*PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 37
F 11.6	Condición Paro Motor 11 1 2 por Acumulación	PB3 Segmento 39, PB3 Segmento 40 *PB3 Segmento 41
F 11.11	Condición Paro Motor 11 1 y 11 2 sin Acumulación	PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 38, PB3 Segmento 60 *PB3 Segmento 61
F 11.5	Generador de pulsos en Segundos	*PB3 Segmento 1, PB2 Segmento 2, PB2 Segmento 18, PB2 Segmento 23, PB3 Segmento 1 PB3 Segmento 42, PB3 Segmento 50, PB3 Segmento 52, PB3 Segmento 54, PB3 Segmento 56 PB3 Segmento 58, PB3 Segmento 60, PB4 Segmento 2
F 20.0	Condición de Arranque Sección Llenadora	*PB1 Segmento 1, PB2 Segmento 2, PB2 Segmento 8, PB2 Segmento 10, PB2 Segmento 11 PB2 Segmento 12, PB2 Segmento 14, PB2 Segmento 15, PB2 Segmento 16, PB2 Segmento 17 PB2 Segmento 18, PB2 Segmento 24, PB2 Segmento 26, PB3 Segmento 62
F 20.1	Arranque Total de la Sección de Llenadora	PB2 Segmento 2 *PB2 Segmento 8
F 30.0	Condición de Arranque Sección Eticadora	*PB1 Segmento 2, PB3 Segmento 1, PB3 Segmento 13, PB3 Segmento 16, PB3 Segmento 19 PB3 Segmento 21, PB3 Segmento 24, PB3 Segmento 26, PB3 Segmento 29, PB3 Segmento 31 PB3 Segmento 34, PB3 Segmento 36, PB3 Segmento 38, PB3 Segmento 42, PB3 Segmento 48 PB3 Segmento 50, PB3 Segmento 52, PB3 Segmento 54, PB3 Segmento 56, PB3 Segmento 58 PB3 Segmento 60
F 40.0	Condiciones Iniciales del Proceso	*PB4 Segmento 1, PB4 Segmento 2
F 40.1	Zancho de Arranque del T2 para Arranque de M2 por Falta de Energía E	PB1 Segmento 1, *PB4 Segmento 6, PB4 Segmento 7
F 50.1	Condición para contar	PB5 Segmento 1, *PB5 Segmento 2, PB5 Segmento 3
F 60.0	Condición de Arranque por Falta de Energía Eléctrica	PB2 Segmento 17, PB4 Segmento 2, *PB4 Segmento 3
F 60.1	Zancho de Arranque del T1 para Arranque de M1 por Falta de Energía E	*PB4 Segmento 4, PB4 Segmento 5
F 70.0	Lógica de Control del Codificador	*PB2 Segmento 26, PB2 Segmento 27, PB2 Segmento 28

Programa de Automatización del Transportador de Botellas Sección FS
Relación de Señales de Salida

Operando	Símbolo	Comentario	Localización
Q10	FS C1	Energiza Variador de Frecuencia del Motor 1	*PB2 Segmento 15
Q11	VF M1	Inca Rampa del Variador de Frecuencia 1	*PB2 Segmento 8
Q20	FS C2	Energiza Variador de Frecuencia del Motor 2	*PB2 Segmento 18
Q21	VF M2	Inca Rampa del Variador de Frecuencia 2	*PB2 Segmento 10
Q30	FS C3	Energiza Contactor del Motor 3	*PB3 Segmento 13
Q40	FS C4	Energiza Contactor del Motor 4	*PB3 Segmento 14
Q50	FS C5	Energiza Contactor del Motor 5	*PB2 Segmento 17, PB3 Segmento 1, PB3 Segmento 42, PB3 Segmento 50, PB3 Segmento 52 PB3 Segmento 54, PB3 Segmento 56, PB3 Segmento 58, PB3 Segmento 60
Q60	FS C6	Energiza Contactor del Motor 6	*PB3 Segmento 15
Q71	FS C7 1	Energiza Contactor del Motor 7 1	*PB3 Segmento 18
Q72	FS C7 2	Energiza Contactor del Motor 7 2	*PB3 Segmento 20
Q81	FS C8 1	Energiza Contactor del Motor 8 1	*PB3 Segmento 23
Q82	FS C8 2	Energiza Contactor del Motor 8 2	*PB3 Segmento 25
Q91	FS C9 1	Energiza Contactor del Motor 9 1	*PB3 Segmento 28
Q92	FS C9 2	Energiza Contactor del Motor 9 2	*PB3 Segmento 30
Q101	FS C10 1	Energiza Contactor del Motor 10 1	*PB3 Segmento 33
Q102	FS C10 2	Energiza Contactor del Motor 10 2	*PB3 Segmento 35
Q110	FS C11 1 L	Energiza Contactor del Motor 11 1 Lento	*PB3 Segmento 40
Q111	FS C11 1 2 R	Energiza Contactor del Motor 11 1 2 Rápido	*PB3 Segmento 39
Q112	FS C11 2 1 L	Energiza Contactor del Motor 11 2 1 Lento	*PB3 Segmento 37
Q120	HSLR	Habilita Señal Luminosa Roja	PB2 Segmento 8, PB2 Segmento 10, PB2 Segmento 12, PB2 Segmento 14, *PB2 Segmento 27
Q121	HSS	Habilita Señal Sonora	*PB2 Segmento 28
Q122	HSLA	Habilita Señal Luminosa Amar	*PB2 Segmento 28
Q123	HSLV	Habilita Señal Luminosa Verde	*PB2 Segmento 30
Q124	S1LL	Interfazción Activa Bloqueo de Llenadora	*PB3 Segmento 63
Q125	S1VM LL	Interfazción Activa Velocidad Media de Llenadora	*PB3 Segmento 63
Q126	S1LL P	Interfazción Llenadora Produciendo	*PB3 Segmento 3

Programa de Automatización del Transportador de Botellas Sección FS
Relación de Elementos

Operando	Comentario	Localización
T 0	Generador de pulsos en segundos	*PB2 Segmento 1
T 1	Temporizador de Paro por Lubricación	PB3 Segmento 1 PB3 Segmento 42 *PB3 Segmento 49 PB3 Segmento 50 PB3 Segmento 52 PB3 Segmento 54 PB3 Segmento 55 PB3 Segmento 58 PB3 Segmento 60
T 2	Temporizador de Arranque por Falla de Energía Eléctrica M2	PB2 Segmento 10 *PB4 Segmento 7
T 3	Temporizador para el Motor 3	*PB2 Segmento 11 PB2 Segmento 13
T 4	Temporizador de Arranque por Falla de Energía Eléctrica M4	*PB2 Segmento 14 *PB4 Segmento 5
C 0	Contador de Arranque de Motores Sección llenadora	*PB2 Segmento 2 PB2 Segmento 3 PB2 Segmento 4 PB2 Segmento 5 PB2 Segmento 6 PB2 Segmento 7 PB2 Segmento 8
C 1	Contador de Paro Escalonado sección llenadora	*PB2 Segmento 16 PB2 Segmento 19 PB2 Segmento 20 PB2 Segmento 21 PB2 Segmento 22
C 2	Contador de Paro por Lubricación	*PB2 Segmento 23 PB2 Segmento 24
C 3	Contador de Arranque de Motores Sección Encajonadora	*PB3 Segmento 1 PB3 Segmento 2 PB3 Segmento 3 PB3 Segmento 4 PB3 Segmento 5 PB3 Segmento 6 PB3 Segmento 7 PB3 Segmento 8 PB3 Segmento 9 PB3 Segmento 10 PB3 Segmento 11 PB3 Segmento 12
C 4	Contador de Paro Escalonado sección Encajonadora	*PB3 Segmento 42 PB3 Segmento 43 PB3 Segmento 44 PB3 Segmento 45 PB3 Segmento 48 PB3 Segmento 47 PB3 Segmento 48
C 5	Contador de Producto Terminado	*PB3 Segmento 1 PB3 Segmento 2
C 6	Contador de Paro Motor 6 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 50 PB3 Segmento 51
C 7	Contador de Paro Motor 7 1 y 7 2 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 52 PB3 Segmento 53
C 8	Contador de Paro Motor 8 1 y 8 2 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 54 PB3 Segmento 55
C 9	Contador de Paro Motor 9 1 y 9 2 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 56 PB3 Segmento 57
C 10	Contador de Paro Motor 10 1 y 10 2 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 58 PB3 Segmento 59
C 11	Contador de Paro Motor 11 1 y 11 2 Sin Acumulación	*PB3 Segmento 60 PB3 Segmento 61
C 12	Contador de Falla de Energía Eléctrica	*PB4 Segmento 2 PB3 Segmento 3 PB4 Segmento 4 PB4 Segmento 6

Lógica de Control Sistema Codificador de Producto Terminado

Tabla de Verdad

Variables de Entrada				Variables de Salida				
Botella	Falla Total	Falla Preventiva	Codificador On	Estrobo Rojo	Sirena	Detiene Transportadores	Estrobo Ambar	Estrobo Verde
A	B	C	D	V	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	1	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	0

Mapas de Karnaugh

	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	0	1	1

$$V = AD' + BD$$

	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	0	1	1

$$X = AD' + BD$$

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	0	0	1
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

$$Z = B'C'D$$

	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	1

$$W = AB + AD'$$

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	0	0	0	0

$$Y = CD$$

Glosario

A

Actuador Dispositivo que realiza una acción en base a una señal eléctrica.

Algebra Booleana Notación que expresa funciones lógicas en expresiones tipo ecuación.

AND (Lógica) Compuerta lógica cuya salida es UNO sólo si todas sus entradas son Uno.

Automata Dispositivo electrónico que nos permite controlar una máquina o una instalación en forma automática.

B

Baud Relación en la transmisión de datos. Es una relación igual al número de elementos codificados que se transmiten por segundo.

Bit Dígito Binario Sencillo. Puede tener un valor de 0 o 1.

Brinco Comando en la computadora del programa que origina que la secuencia vaya hacia el punto determinado del brinco. Usualmente, el siguiente punto no es el de la secuencia del programa.

Bus Uno o más conductores para transmitir datos entre destinos.

Byte Secuencia de dígitos binarios que se emplean como una unidad. El número exacto de dígitos variará en función del sistema, pero normalmente se emplean 4, 8, 16 o 32.

C

Circuito Paralelo Circuito eléctrico en el que los terminales eléctricos opuestos de dos o más componentes están conectados en el mismo nodo

Circuitos Digitales Circuitos electrónicos cuyas salidas únicamente pueden cambiar en instantes específicos, y entre un número limitado de voltajes diferentes.

Código Sistema de símbolos o bits para representar datos, ideas o caracteres.

Comparador Es una función del PLC que permite comparar dos números para verificar si cumplen o no un determinado criterio.

Contacto Componente de un relevador con dos terminales. Dentro de los PLC's es un estado de conducción o no conducción dependiendo del correspondiente estado del relevador y tipo, puede ser normalmente abierto o normalmente cerrado.

Contacto Normalmente Abierto Es un contacto que no conduce cuando su relevador no está energizado.

Contacto Normalmente Cerrado Es un contacto que conduce cuando su relevador no está energizado.

Contador Dispositivo para contar pulsos de entrada o eventos. Su salida presenta un cambio cuando el número fijado de cuentas es alcanzado.

Contador de Retención Temporizador con dos entradas. Una habilita/resetea y la otra actúa el ciclo de tiempo. Si el ciclo de tiempo es interrumpido durante su intervalo, el tiempo acumulado es retenido. Cuando la señal de entrada se vuelve a habilitar, el temporizador inicia su tiempo de retención. El tiempo puede ser reseteado a su valor de inicialización sólo cuando la señal de Reset es desactivada.

Control Loop Control de Procesos que emplea la retroalimentación. Un indicador del estado de salida modifica los efectos de la señal de entrada en el proceso de control.

Controlador Es el elemento dentro de un proceso de control que evalúa el error de la variable controlada, e inicia las acciones correctoras oportunas, enviando una señal a la variable controlada.

Corriente Alterna Corriente cuyo valor está alternando 60 veces por segundo.

Corriente Directa Flujo Continuo de corriente que se da en la misma dirección, normalmente a un valor predeterminado.

Curva de Respuesta En los Sistemas de Control, gráfica de Posición contra Tiempo, la cual muestra el movimiento de un dispositivo desde un punto dado hasta una nueva posición específica.

D

Diagrama de Escalera Sistema de líneas horizontales sucesivas con símbolos que representan la operación lógica de un sistema de control. Los símbolos se muestran en lógica de relevadores. Los contactos de control se encuentran a la izquierda y las funciones y relevadores a la derecha.

Digital Sistema de estados discretos: Apagado o Encendido, Alto o Bajo, 1o0.

Disparo Sencillo Acción que se realiza una vez por señal. Una vez iniciada, la acción dura por el tiempo determinado sin importar si la entrada tiene un cambio en su valor inicial.

Dispositivo de Salida Dispositivo conectado a los módulos de salida para recibir información de los estados. Relevadores, Ventiladores, y Luces son ejemplos de estos dispositivos de salida.

Dispositivos de Entrada Dispositivos conectados al módulo de entrada del PLC para enviar la información de los estados. Algunos ejemplos de dispositivos de entrada son Botones Pulsadores, Sensores de Proximidad, Interruptores de Límite, etc.

E

Ecuación Booleana Expresa las relaciones entre funciones lógicas dentro de una ecuación escrita en forma de Álgebra Booleana.

Etiqueta Significa identificar un registro, dirección, contacto o relevador. Normalmente se hace con letras o números.

F

Formato de Relevadores Es una pantalla del Programador del PLC con funciones de relevador a la derecha. Las salidas y los datos de operación internos son insertados en relación a la lógica de relevadores

H

Hexadecimal Sistema numérico con cuatro bits binarios. Representa del 0 al 15 en el sistema decimal empleando los dígitos del 0 al 9 y las letras de la A a la F.

I

Interruptor de Límite Dispositivo mecánico que convierte un movimiento en una señal de apagado o encendido.

J

Joggeo En control, es el estado momentáneo generado por presionar un botón pulsador. Cuando éste se suelta, el dispositivo regresa a su estado inicial.

L

Latch Dispositivo mecánico o electrónico que energiza un relevador y lo mantiene así aún cuando su señal de entrada haya desaparecido.

Lenguaje Grupo de letras y símbolos empleados para comunicarse entre personas, computadoras, o personas y computadoras.

Lógica Negativa En la lógica digital, es un sistema en el que el UNO es eléctricamente más negativo que el CERO.

Lógica Positiva En la lógica digital, es un sistema en el que el UNO es eléctricamente más positivo que el CERO.

M

Memoria En el PLC, Grupo de direcciones y registros donde la información y los programas son almacenados. El almacenamiento puede ser permanente o temporal y borrable.

Memoria de Lectura/Escritura Memoria que puede recibir y almacenar (Leer) información. La información almacenada puede ser borrada o reemplazada.

Menú. Lista de opciones o programas que se muestran en la pantalla del programador del PLC.

Microprocesador Circuito integrado que contiene funciones que normalmente se encuentran en circuitos integrados variados. Puede contener ALU, Memoria, Lógica y Registros.

Microsegundos Una millonésima parte de un segundo.

Millsegundo Una milésima parte de un segundo.

Mnemónico Código breve de una función. Usualmente es una abreviación o combinación de letras iniciales de una palabra para su fácil reconocimiento. Por ejemplo, MCR para Relevador de Control Maestro, PLC para Controlador Lógico Programable, etc.

Módulo de Entrada Unidad eléctrica o circuito empleado para conectar eléctricamente dispositivos de entrada hacia el PLC. Un módulo envía una señal codificada hacia el PLC indicando el estado de cada entrada.

Módulo de Entrada Analógica Módulo de un PLC con terminales capaces de recibir un valor eléctrico continuo o variable desde un dispositivo de salida o proceso.

Módulo de Salida Circuito o unidad eléctrica empleada para conectar el PLC a los dispositivos externos que serán controlados.

Módulo de Salida Analógica Módulo de un PLC con terminales capaces de emitir un voltaje de salida continuo o variable hacia un dispositivo de salida.

Módulo I/O Dispositivo electrónico del sistema PLC que sirve de interfase entre el CPU del PLC y el "Mundo Exterior".

N

NAND Compuerta digital cuya salida es Cero solo si todas sus entradas son UNO.

No Retentiva Describe un dispositivo lógico del PLC que pierde la cuenta de los incrementos cuando la entrada se hace CERO.

Nodo Punto eléctrico o lógico con dos o más puntos del circuito conectados.

NOR Compuerta digital cuya salida es Cero cuando una o más de sus entradas son UNO.

NOT Compuerta digital inversora. Convierte un UNO en un CERO y un CERO en un UNO.

O

Operación en Cascada Operación que consiste en conectar dos o más funciones del mismo tipo en secuencia. Su propósito es extender el número de pasos operacionales más allá del de una función individual.

Operando Número empleado en una operación aritmética como una entrada.

Optoaislamiento Aislamiento electrónico de dos etapas de un circuito a través de un pequeño haz de luz entre dos partes de un circuito. Un a parte produce un haz de luz con la adecuada variación de intensidad, y el otro recibe y decodifica la variación de luz.

OR Compuerta digital cuya salida es UNO si al menos una de sus entradas está en UNO.

P

Palabra Binaria Grupo de bits localizados en un registro sencillo o dirección.

Periféricos En los sistemas computacionales, es el dispositivo conectado o controlado por una CPL.

PID Proporcional-Integral-Derivativo. Es un sistema de control analógico que permite controlar los parámetros de salida en forma rápida y precisa.

PLC Controlador Lógico Programable.

Pneumático Sistema que emplea aire.

Programa Secuencia lógica de instrucciones ejecutadas en forma secuencial por la computadora.

Programador Teclado u otro dispositivo empleado para introducir un programa dentro de la computadora. También permite controlar, modificar, monitorear y editar el programa.

Puerto En computación, punto de conexión hacia una entrada periférica o un dispositivo de salida.

R

RAM Memoria de Acceso Aleatorio. Circuito integrado capaz de leer y escribir instrucciones.

Red Cierta número de dispositivos lógicos interconectados.

Referencias Cruzadas

Registro Localidad en la memoria del PLC para almacenar información en forma de bits. Escencialmente es una dirección especificada.

Registro de Entrada Registro o dirección de un PLC asociado con dispositivos de entrada.

Registro de Salida Registro o dirección de un PLC asociado con los dispositivos de salida.

Registro Grupal de Entradas Registro simple en el que el PLC almacena los estados de un grupo de 8 o 16 registros de entradas.

Registro Grupal de Salidas Registro o direcciones de un PLC que puede controlar múltiples salidas a través del estado individual de sus bits. Normalmente controla 8 o 16 salidas.

Relevador Representa la salida de un Controlador Lógico Programable. En los dispositivos de salida es el relevador eléctrico que, cuando es energizado cambia el estado de su correspondiente contacto.

Relevador de Enclavamiento Relevador con tipo de operación Latch y dos salida. Apagado y Encendido.

Reloj Circuito que genera pulsos de tiempo para sincronizar diferentes operaciones.

S

Salida Señal eléctrica de un PLC empleada para controlar un dispositivo del proceso.

Semiconductor Es un material que no es un buen conductor de la electricidad, pero tampoco es un buen aislador de la misma, constituye el material básico con que se fabrican los transistores, diodos y circuitos integrados.

Sensor Es un dispositivo conversor de energía, que mide una determinada magnitud física, y la convierte en una magnitud eléctrica.

Sensor de Proximidad Dispositivo indicador que permite detectar sin contacto la presencia de un objeto asociado con el proceso. Puede ser discreto o de valor analógico variable, dependiendo del proceso que este siendo controlado.

Señal Analógica Un valor continuo entre dos límites. Puede representar posición, Voltage, Angulo o cualquier señal eléctrica con un valor variable.

Señal Digital Es la información cuantificada o discreta que únicamente pueden tomar dos valores posibles (1 o 0), definidos por niveles de tensión o corriente.

Software Constituye al conjunto de las instrucciones dentro de un programa en un ordenador, que le indican a este que debe de hacer.

T

Temporizador con Retardo a la Desconexión Temporizador que inicia su acción un tiempo determinado después que otra acción finaliza.

Tiempo de Proceso I/O Intervalo de tiempo en milisegundos que toma el PLC para actualizar el estado de todos los módulos de entrada y salida.

Tiempo Muerto Es el tiempo de retardo ocasionado por la distancia física, entre los cambios en la variable manipulada y su detección por el sensor.

Transmisión en Paralelo Operación en la que dos o más bits de información, son transmitidos en forma simultánea.

U

Unidad Central de Proceso (CPU) Es la unidad central de control del sistema controlador lógico programable.

V

Variable Controlada Es la variable del proceso regulada por el sistema de control.

Variable de Carga Es el cambio similar a una perturbación, pero que se espera, a causa de la propia naturaleza del proceso controlado.

Variable Manipulada La variable o variables manipuladas, son aquellos parámetros que el controlador modifica, con el objeto de mantener la variable controlada muy próxima al valor deseado.

Bibliografía

Programmable Logic Controllers Principles and Applications.

John Webb.
Macmillan Publishing Company.
1992

Robótica y Sistemas Automáticos

Neil M. Schmitt Robert F. Farwell
Anaya Multimedia.
1988

Autómatas Programables

Andre Simon
Parainfo
1990

Sim-AI Step 5 Básico

Centro de Información y Entrenamiento para Automatización
SIEMENS
1995