

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA



**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MODULO PARA
LA ENSEÑANZA DE AUTOMATISMOS ELECTRICOS
BASADOS EN PLCs**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ELECTRONICO

ALEJANDRO WALTER DE LA CRUZ SANCHEZ

P R O M O C I O N 1 9 8 4 - I I

LIMA - PERU

1998

**A mis padres Zoilo y Lucía por sus sabios
consejos.**

**A mi abnegada esposa Fabi por su
su comprensión y cariño y a mi adorado
hijo Jesús por ser la fuente de mi energía.**

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN MODULO
PARA LA ENSEÑANZA DE AUTOMATISMOS
ELECTRICOS BASADOS EN PLCs**

SUMARIO

En la presente tesis se expone el diseño y construcción de un módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos basados en PLCs, a estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y ramas afines.

El objetivo de estos módulos es lograr que los estudiantes los utilicen para realizar experiencias de laboratorio similares a las aplicaciones reales en los procesos industriales.

Se han aplicado procedimientos sistemáticos para el diseño de los sistemas de control secuencial de motores eléctricos como parte de los accionamientos en diferentes procesos industriales. Para la realización de los esquemas de control se han considerado las normas establecidas tales como CEI, ANSI, y DIN.

Para la realización física de los módulos se ha considerado sensores, elementos finales de control y controladores de uso industrial, cuyo costo se ha determinado y se presenta en el último capítulo de la tesis.

INDICE

PROLOGO	1
CAPITULO I	
LOS AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES	3
1.1 Introducción	3
1.1.1 Fases de la automatización	3
1.1.2 Justificación de la automatización	4
1.1.3 El proceso técnico	5
1.1.4 La división de un sistema de mando en sistemas parciales de fácil elaboración.	8
1.2 Aplicaciones usuales de los automatismos eléctricos en procesos industriales	10
1.3 Propuesta de módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos	13
CAPITULO II	
FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS AUTOMATISMOS	
ELÉCTRICOS SECUENCIALES	14
2.1 Introducción	14
2.2 Simbología normalizada	14
2.3 Referencias para identificación de elementos en esquemas eléctricos	15
2.4 Designación de bornes, contactos y bobinas.	18
2.4.1 Bornes para contactos principales	18

2.4.2	Bornes para contactos auxiliares	18
2.4.3	Bornes para pulsadores	20
2.4.4	Bornes para bobinas	21
2.4.5	Simbología de indicadores visuales y audibles e instrumentos de medida y máquinas eléctricas.	23
2.4.5.1	Indicadores visuales y audibles	23
2.4.5.2	Instrumentos de medida	24
2.4.5.3	Máquinas eléctricas	24
2.5	Finalidades y características de los esquemas eléctricos	25
2.6	Tipos de esquemas empleados.	26
2.6.1	Esquema de situación o emplazamiento	26
2.6.2	Esquema de montaje o de conexiones	26
2.6.3	Esquema de interconexión o enlace	28
2.6.4	Esquema funcional	28
2.7	Consideraciones básicas para la representación de esquemas funcionales	29
2.8	Ciclo de funcionamiento	44

CAPITULO III

DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL PARA LOS

AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS BASADOS EN PLCs 45

3.1	Introducción	45
3.2	Control de inversión de giro de un motor asíncrono trifásico en ciclo continuo	45
3.2.1	Enunciado del problema	45
3.2.2	Programa de control	46
3.2.3	Esquema de conexiones	49

3.3	Control de un sistema de fajas transportadoras con enclavamiento en el arranque y la parada.	52
3.3.1	Enunciado del problema	52
3.3.2	Programa de control	53
3.3.3	Esquema de conexiones	53
3.4	Control de un sistema de bombeo de agua de desperdicio (waste-water)	53
3.4.1	Enunciado del problema	53
3.4.2	Programa de control	59
3.4.3	Esquema de conexiones	59
CAPITULO IV		
COSTOS		63
4.1	Introducción	63
4.2	Costos de los dispositivos y materiales para la construcción del módulo	63
CONCLUSIONES		66
ANEXO A		
LISTADO DE LA EDICION Y DOCUMENTACION DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL.		
A.1	Programa para el control de inversión de giro de un motor trifásico en ciclo continuo	68
A.2	Programa para el control del sistema de fajas transportadoras con enclavamiento en el arranque y la parada.	82
A.3	Programa para el control de un sistema de bombeo de agua de desperdicio.	91
ANEXO B		99
INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION Y CONEXION DE MODULOS I/O DEL PLC SLC500 DE ALLEN BRADLEY		
BIBLIOGRAFÍA		115

PROLOGO

La presente tesis tiene como propósito el diseño y la implementación de un módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos basados en PLCs, tomando en consideración que modernamente el control es programado (lógica programable) y ha quedado prácticamente en desuso el control cableado (lógica cableada).

Con este módulo se pretende que estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y ramas afines realicen experiencias de laboratorio similares a las aplicaciones industriales, empleando sensores, elementos finales de control y controladores de uso industrial. De esta manera se ayuda a cerrar la brecha que existe entre la formación teórica y a la aplicación práctica que requiere el país.

El método de trabajo ha tenido como punto de partida la concepción de un esquema de módulo teórico que ha servido como base para la implementación práctica.

Con este módulo propuesto, no se pretende cubrir la totalidad de situaciones que nos plantea la industria con referencia a los automatismos eléctricos. Sería conveniente que otros tesisas implementen módulos similares al propuesto para tratar de cubrir la mayor cantidad de aplicaciones típicas industriales.

Por otro lado se deja establecido que las aplicaciones planteadas con el módulo están en el nivel de planta.

El contenido de la tesis se ha organizado de la siguiente manera:

Capítulo uno: Se expone acerca de los automatismos eléctricos en procesos industriales. Se muestran las aplicaciones usuales de dichos automatismos en procesos industriales típicos, además se presenta la propuesta del módulo.

Capítulo dos: En este capítulo se presenta los fundamentos para el desarrollo de los automatismos eléctricos secuenciales. Se establece la simbología normalizada para la identificación de los elementos de esquemas eléctricos, la designación de bornes de contactos y bobinas. También se expone acerca de la finalidad, características y tipos de esquemas eléctricos empleados. Asimismo se expone las consideraciones básicas para la representación de esquemas funcionales de control eléctrico.

Capítulo tres: Aquí se desarrolla los programas de control para los automatismos eléctricos basados en PLCs, propuestos en el capítulo uno, situación que requiere que en este capítulo también se presente los diagramas eléctricos de control que permitirá la programación del PLC mediante el lenguaje escalera (LADDER).

Capítulo cuatro: En este capítulo se muestran los costos de los dispositivos y materiales que se emplearon en la construcción del módulo.

Finalmente, dejo constancia de mi agradecimiento al Laboratorio de Electrónica de la UNI por las facilidades que se me brindaron para la realización del presente trabajo de tesis.

CAPITULO I

LOS AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS EN PROCESOS INDUSTRIALES

1.1 Introducción

En un proceso automático se distinguen dos componentes principales, la máquina y el mando. Estos dos componentes se encuentran en acción recíproca o intercambian informaciones.

Para comprender mejor las relaciones dentro de un sistema de mando es importante efectuar en él una estructuración razonable y de fácil comprensión. Según la interacción entre el proceso y el sistema de mando, se distinguen:

- El sistema de lazo abierto.
- El sistema de lazo cerrado

En el presente trabajo trataremos lo relacionado a sistemas de lazo abierto, específicamente mandos secuenciales.

1.1.1 Fases de la automatización

Puede dividirse la automatización en cuatro fases:

La fase inferior de un proceso de trabajo es el trabajo manual, por medio del cual por ejemplo, se elaboran piezas sin recurrir a máquinas. En este caso, el hombre tiene que aplicar la energía necesaria para la mecanización de la pieza, por ejemplo utilizando una lima.

Además, en cada fase de elaboración tiene que observar el orden correcto de las fases de mecanización.

La siguiente fase es la mecanización, en la cual una máquina se encarga del trabajo manual. Ahora la máquina aporta la energía de accionamiento. Sin embargo, en cada momento del proceso de elaboración, es el hombre quien determina qué operación tiene que realizar la máquina, hasta cierto punto es él, el que imparte la orden para el más mínimo paso de la mecanización parcial. Un ejemplo de ello es la mecanización de una pieza por medio de un torno convencional.

La tercera fase es la automatización parcial. La máquina realiza automáticamente varios pasos parciales en la mecanización de una pieza que se repiten constantemente. En un torno automático, por ejemplo, el operario tiene que ajustar un ciclo de desbaste o un ciclo de roscado sólo una vez y la máquina luego lo realiza automáticamente.

La última fase es la automatización total. Ahora el PLC se encarga de la secuencia completa de mecanización. Por ejemplo, para una pieza difícil de torneear, se introduce el programa de mecanización en un torno automático gobernado por un control numérico, desde la pieza en bruto, la mecanización se realiza de forma completamente automática. En este sector, los controles numéricos computarizados son importantes.

El hombre tiene la tarea de elaborar el programa una sola vez y la máquina ejecutarlo tantas veces como él desee.

1.1.2. Justificación de la automatización

Se automatiza en todos los casos en los que tienen que realizarse trabajos de rutina que para el hombre son aburridos, pesados, molestos o nocivos para la salud.

Esto es válido principalmente para los procesos técnicos de producción, pero también lo es para muchos otros sectores como por ejemplo, la técnica doméstica o la técnica para la ordenación del tráfico.

1.1.3. El proceso técnico

Según la norma DIN 66201, un proceso es un procedimiento para la conversión y/o el transporte de material, energía y/o informaciones (fig. 1.1)

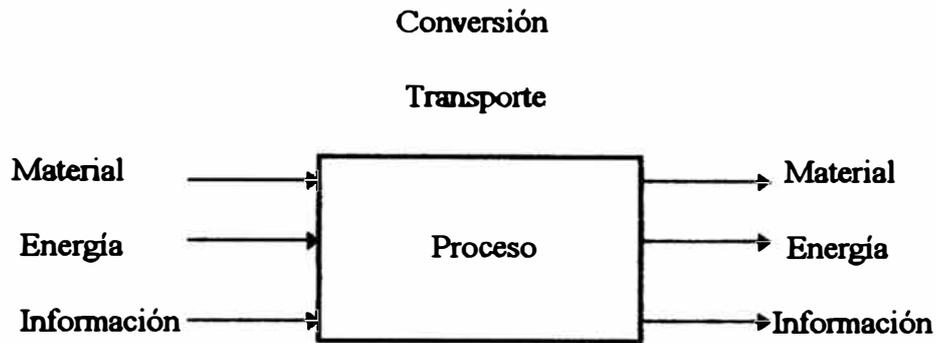


Fig. 1.1. El proceso técnico

El punto principal de la automatización se encuentra en el sector de la producción. De acuerdo con su funcionamiento puede distinguirse, de forma general, entre cuatro clases de procesos:

- Procesos de Transformación
- Procesos de Fabricación
- Procesos de Distribución
- Procesos de Medición y de Verificación

En los procesos de transformación se producen materiales o energía partiendo de materias primas, tienen lugar transformaciones químicas ó físicas.

Los campos típicos de aplicación son la industria química (por ejemplo, la producción de fibras sintéticas), la industria siderúrgica (por ejemplo, la producción de acero), fábricas de cementos, centrales eléctricas, etc.

En los procesos de fabricación se modifica la forma del material por medio de una elaboración mecánica. Destacan en este sector las máquinas - herramientas de control numérico, máquinas transfer y máquinas para trabajar la madera.

En los procesos de distribución, el material, la energía o las informaciones, se distribuyen con respecto al espacio o al tiempo. Por ejemplo, existen sistemas de almacenamiento que clasifican, agrupan y entregan el material almacenado de forma completamente automática. En redes de energía y en centrales telefónicas automáticas, se controlan distribuidores de carga. Las centrales reguladoras de tráfico se apoyan en sistemas computarizados.

En los procesos de medición y de verificación se analizan las propiedades mecánicas, físicas y químicas de objetos. En un test, los objetos pueden ser sometidos a una serie de condiciones diferentes de ensayo. Estos procesos son típicos en los bancos de pruebas (por ejemplo, bancos de pruebas para motores), en la técnica de los análisis y en ensayos de comprobación para la aviación y la navegación espacial (por ejemplo, simuladores de vuelos). Además, los procesos pueden dividirse en continuos y discontinuos.

La fig. 1.2 muestra el proceso de laminado de chapas de hierro, como ejemplo de un proceso continuo de fabricación.

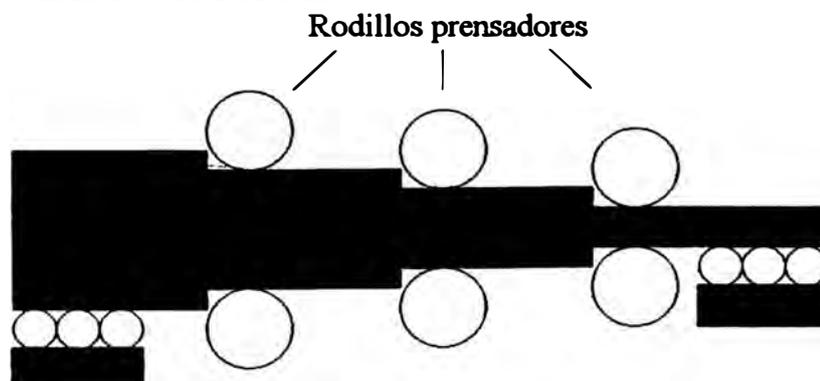


Fig. 1.2 Proceso de laminado de chapas de hierro

Por medio de un dispositivo de transporte se lleva el material en bruto (chapa sin laminar) a una primera etapa de rodillos prensadores donde es laminado. Al final del tren laminador se obtiene la chapa laminada al espesor deseado.

Este proceso, relativamente simple, ya requiere un gran número de tareas de mando. Por ejemplo, debe mantenerse constante la velocidad de las bandas transportadoras y de los rodillos, así como la presión de estos sobre la chapa. En este ejemplo se trata de un proceso continuo, puesto que el material en bruto se lleva de forma continua al dispositivo de mecanización (es decir, al tren laminador) y el producto acabado se retira también continuamente.

La fig. 1.3 muestra la instalación para tostar café, como ejemplo de un proceso discontinuo.

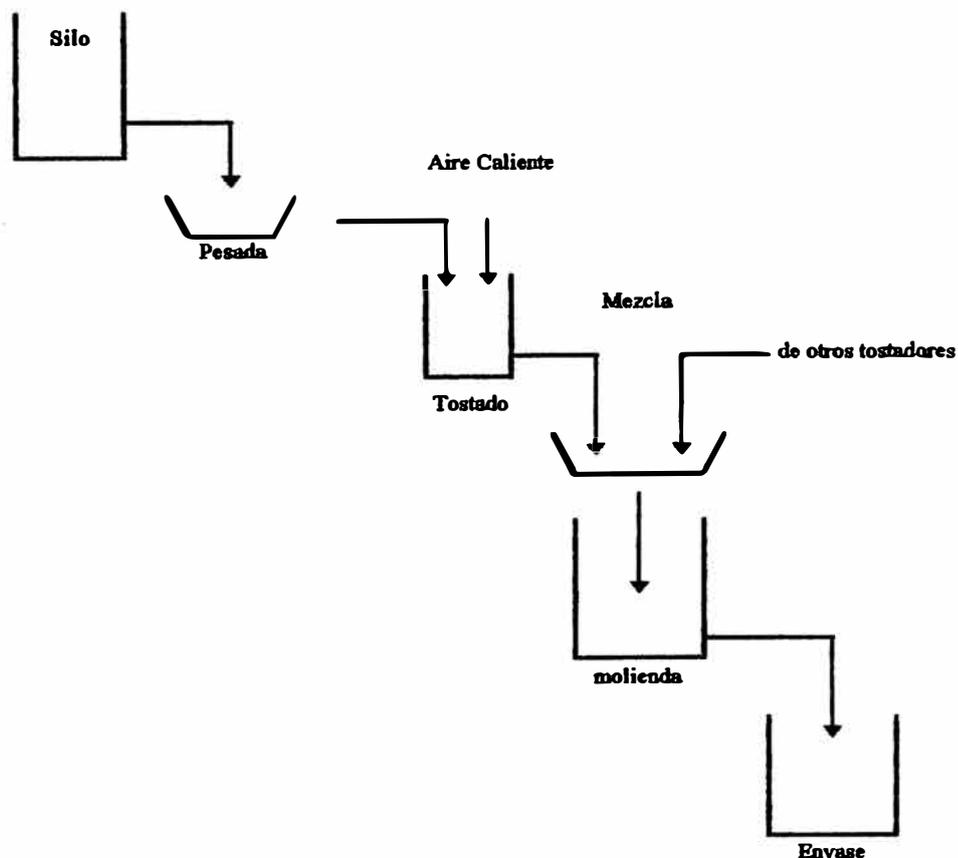


Fig. 1.3 Proceso de tostado de café

Contrariamente al último ejemplo, aquí se trata de un proceso discontinuo, se habla también de un proceso por pasos. En cada paso del proceso se elabora una cantidad parcial del producto inicial, en este caso de café en crudo, de acuerdo con un determinado procedimiento. Seguidamente se entrega esta cantidad parcial al siguiente paso de elaboración.

En la instalación tostadora de café se efectúan los pasos del proceso: pesada, tostado, mezcla y envasado. Cada uno de los pasos exige determinadas operaciones que tiene que ser controladas. En el proceso parcial de tostado, por ejemplo, debe medirse la temperatura del aire caliente suministrado y mantenerla constante. Además se vigila la humedad existente en el tostadero.

Sólo cuando el contenido de humedad haya quedado por debajo de un determinado valor, terminará el proceso de tostado.

1.1.4 La división de un sistema de mando en sistemas parciales de fácil elaboración

El desarrollo automático del trabajo en un proceso técnico exige medir y mantener constantes determinadas magnitudes físicas, así como controlar las secuencias. Las tareas resaltantes de un sistema de mando como el descrito, pueden ser repartidas en tres grupos:

- Registro de los estados del proceso
- Elaboración de los datos obtenidos
- Influencia sobre el proceso en base a los resultados

Esta tarea puede resolverse por medio de un sistema que incluya los siguientes componentes (ver figura 1.4).

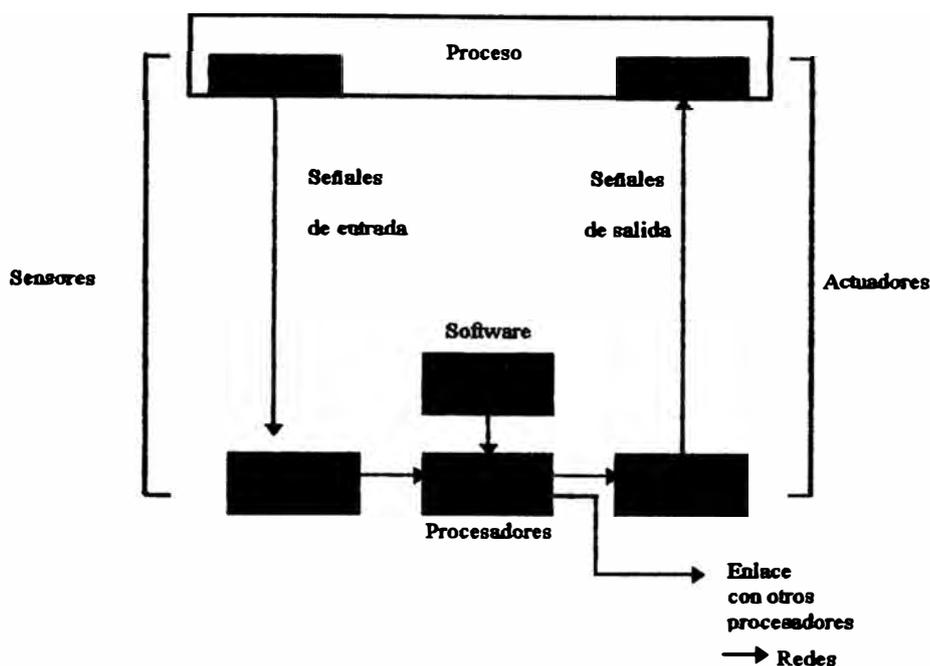


Fig. 1.4 Componentes de un proceso controlado

- Los sensores registran (miden) los estados de los procesos y producen señales de medición.
- Las señales de medición son tratadas por el procesador (adaptación de la señal)
- El procesador elabora estas señales y genera a partir de ellas, las señales para los actuadores. Estas señales tienen un efecto directo sobre el proceso.
- Un programa comprende la disposición de las órdenes de tratamiento para el procesador.
- Las señales producidas por el procesador se tratan para influir sobre los actuadores (adaptación de señales).
- En sistemas complejos, existen enlaces entre varios procesadores a través de redes de comunicación.

Un sistema de mando consta de los siguientes sistemas parciales:

- Sensores
- Actuadores
- Procesadores
- Software
- Redes

1.2 Aplicaciones usuales de los automatismos eléctricos en procesos industriales

De acuerdo a lo mencionado en la sección 1.1. las aplicaciones de los automatismos eléctricos se pueden encontrar en todos los procesos industriales, sean de transformación, fabricación, distribución o de medición y verificación.

En el trabajo de tesis planteado los automatismos eléctricos tendrán mejor relación con los procesos donde el motor eléctrico asíncrono trifásico juega un rol preponderante. Por lo tanto, el módulo que se propone tiene que ver principalmente con el control de dicho tipo de motor, como un elemento individual de un conjunto de varios motores en un mismo proceso.

A continuación se muestra los procesos de los diversos segmentos industriales en los cuales se encuentran automatismos eléctricos basados en PLCs.

AUTOMATIZACION DE EDIFICIOS

Luz

Cerraduras

Invernaderos

Mando toldos

Calefacción, ventilación, aire acondicionado

COCINAS INDUSTRIALES

Cintas transportadoras

Lavavajillas

ELABORACION DE MADERA

Tronzadoras

Sistemas de clasificación

Sierras

MEDIO AMBIENTE

Desmenuzadoras

Tratamiento de agua

QUIMICO Y PETROQUIMICO

Ventiladores / Extractores

Bombas Centrífugas

Bombas Dosificadoras / Proceso

Centrífugas

Agitadores / Mezcladores

Compresores

Extrusoras de Jabón

PLASTICOS Y CAUCHO

Extrusoras

Inyectoras / Sopladoras

Mezcladores

Prensas y Estiradoras

Bobinadoras / Desbobinadoras

Máquinas de corte y soldadura

Granuladoras

PAPEL Y CELULOSA

Bombas dosificadoras

Bombas de proceso

Ventiladores / Extractores

Agitadores / Mezcladores

Filtros rotativos

Hornos rotativos

Cintas Transportadoras

AZUCAR Y ALCOHOL

Centrífugas de azúcar

Bombas de proceso

Transportadoras de caña

Dosificadoras de bagazo

Cintas transportadoras

VIDRIO

Ventiladores / Extractores

Máquinas de hacer botellas

Mesas de rodillos

Cintas transportadoras

REFRIGERACION

Bombas de proceso

Ventiladores / Extractores

Sistema de aire acondicionado

CERAMICA

Ventiladores / Extractores

Secadores

Molinos de bombas

Mesas de rodillos

Esmaltadoras

Cintas transportadoras

JUGOS Y BEBIDAS

Bombas dosificadoras / proceso

Embotelladoras

Agitadores / Mezcladoras

Mesa de rodillos

Cintas transportadoras

CEMENTO Y MINERIA

Ventiladores / Extractores

Bombas

Zarandas / Mesas Vibratorias

Separadores Dinámicos

Cintas Transportadoras

ALIMENTOS

Bombas dosificadoras

Ventiladores / Extractores

Agitadores / Mezcladoras

Secadores / Hornos Continuos

Paletizadores

Norias (Vacunos / Porcino / Aves)

Transportadores / Monovalías

TEXTIL

Agitadores / Mezcladoras

Secadores / Lavadoras

Telares Circulares

Hiladores

Molinelos / Cardas

Urdidoras / Husos

Bobinadoras

SIDERURGIA Y METALURGIA

Ventiladores / Extractores

Mesas de rodillos

Bobinadoras / Desbobinadoras

Transportadoras

Puentes grúas

Prensas / Tornos / Fresas

Agujereadoras / Rectificadoras

1.3 Propuesta de módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos.

El módulo que se propone para la enseñanza de automatismos eléctricos basados en PLCs, consta de lo siguiente:

- Un panel de control que soporta a un PLC, elementos de maniobra, protección y elementos finales de control, para tres motores eléctricos.
- Un panel de señalización y alarma que soporta pulsadores para mando, un pulsador de emergencia, conmutadores, lámparas de señalización y bocina acústica.
- Tres motores eléctricos trifásicos de 0,75 HP
- Tres bombas eléctricas de 0,5 HP
- Dos tanques hidráulicos
- Un sistema de tres fajas transportadoras con motoreductores.
- Cinco sensores capacitivos de nivel.

En el Capítulo III se muestra las características específicas del módulo.

CAPITULO II

FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LOS AUTOMATISMOS ELECTRICOS SECUENCIALES

2.1 Introducción

La electricidad y la electrónica como técnicas afrontan el control de automatismos industriales al igual que otras técnicas tales como la neumática y la hidráulica, poseen procedimientos sistemáticos para la concepción de la lógica de control de los automatismos en particular, poseen también formas de expresión gráfica y simbólica para atacar la solución de problemas de control secuencial.

En el presente capítulo se describe lo relativo a la simbología normalizada, la finalidad y características de los esquemas eléctricos, tipos de esquemas empleados, ciclos de funcionamiento, mandos eléctricos básicos, etc.

2.2. Simbología normalizada

Para la representación de los esquemas eléctricos se emplea una serie de símbolos gráficos, trazos, marcas o índices, que han sido unificados por la comisión electrotécnica internacional (CEI) u otros organismos, tendientes todos ellos a facilitar la correcta interpretación de dichos símbolos.

Los símbolos representan máquinas eléctricas, aparatos de medida, conexión y protección, elementos de mando y señalización, etc.

Los trazos indican las conexiones eléctricas entre los elementos que intervienen en el esquema, uniones mecánicas entre ellos, etc.

Las marcas o índices (letras, números, etc.) se utilizan para una perfecta identificación de los elementos que intervienen en el esquema, colocándose en el interior o al lado de cada uno de ellos.

A la unificación de la CEI tratan de adaptarse las normas de diversos países aunque no ha logrado conseguirse plenamente. En nuestro país se ha adoptado las normas CEI, las normas DIN, las cuales se corresponden prácticamente del todo con las CEI, aunque también en nuestro medio es frecuente hallar simbología en normas ANSI.

2.3 Referencias para identificación de elementos en esquemas eléctricos

Tal como se indicó en la sección 2.2. el objeto es lograr una perfecta identificación de los elementos que constituyen un esquema eléctrico, se emplean índices normalizados, que en esta sección serán referidos únicamente a la norma DIN 40 719, DIN 40 713, las cuales se muestran en la Tabla 2.2. aunque eventualmente haremos comparaciones con las normas ANSI.

TABLA 2.2.

Índices de Identificación para elementos de esquemas eléctricos, según norma DIN 40 719

Tipo de Aparato	Índice	Ejemplo
Interruptores	Q	Seccionadores, interruptores de motor, disyuntores, interruptores automáticos, conmutadores de potencia, desconectores.

Interruptores Auxiliares	S	Interruptores de mando, de impulso, de selección, pulsadores, y demás elementos de mando, conmutadores múltiples, dispositivos enchufables, finales de carrera.
Contactores	K	Contactores de toda clase, protectores.
Contactores Auxiliares		Contactores auxiliares, relés auxiliares, temporizadores, relés a distancia.
Relevadores		
Dispositivos de Protección	F	Fusibles, desconectores, relés de protección, señalizadores, protección Buchholz, detectores, detectores de velocidad, relés direccionales, descargadores de sobretensión.
Elementos auxiliares de medida.	B	Transformadores de medida, pares termoeléctricos, resistencias de medida, relés de medida.
Aparatos de medida	P	Voltímetros, amperímetros, vatímetros, contadores eléctricos, frecuencímetros, tacómetros, fasímetros.

Elementos de Señalización	H	Lámparas de señalización, timbres, sirenas, bocinas, indicadores, números.
Condensadores y reactancias capacitivas	C	Condensadores de todos los tipos.
Inductancias	L	Inductancias, bobinas de choque, trampas de línea.
Máquinas	G	Generadores, convertidores, transformadores.
Motores	M	Motores de AC y DC
Rectificadores y Acumuladores	V	Rectificadores de DC y AC, acumuladores y elementos galvánicos.
Válvulas y Amplificadores	A	Válvulas electrónicas, amplificadores de válvulas y magnéticos.
Resistencias y Reguladores	R	Resistencias previas, de protección de arranque o de freno, resistencias limitadoras.
Aparatos mecánicos con accionamiento eléctrico	Y	Válvulas magnéticas, válvulas con accionamiento por motor, electroimanes, platos magnéticos, acoplamientos magnéticos.

Varios	E	Combinaciones de aparatos comprendidos entre los índices Q e Y, por ejemplo: cargadores de baterías, juegos de anillos rozantes, dispositivos de prueba.
--------	---	--

Si un mismo esquema se compone de varios elementos de un mismo grupo se diferencian entre sí completando el índice correspondiente con un número de orden por ejemplo, si existen tres contactores en el esquema, se distinguirán por K1, K2 y K3.

2.4 Designación de bornes, contactos y bobinas

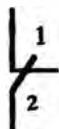
Según la norma DIN 40 713, la designación de bornes de contactos y bobinas son los siguientes:

2.4.1 Bornes para contactos principales

	DIN	ANSI
Entrada	1 - 3 - 5	L ₁ - L ₂ - L ₃
Salida	2 - 4 - 6	T ₁ - T ₂ - T ₃

2.4.2 Bornes para contactos auxiliares

Símbolo y designación

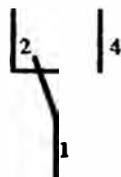


Tipo de Contacto

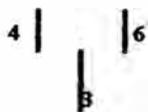
Contacto cerrado en reposo



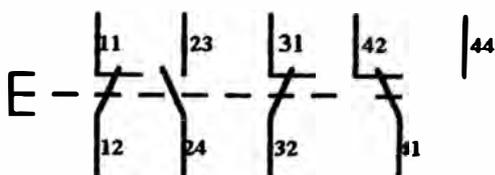
Contacto abierto en reposo



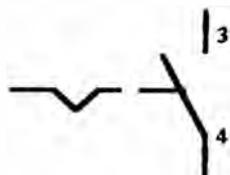
Contacto conmutado



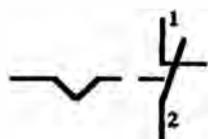
Contacto de tres posiciones normalmente abierto, dos vías



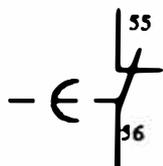
Contactos pertenecientes a un mismo aparato. Orden y función de los mismos.



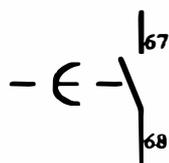
Contacto normalmente abierto (sin reposición automática)



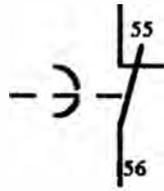
Contacto normalmente cerrado (sin reposición automática)



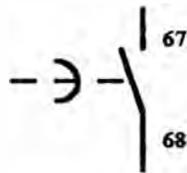
Contacto normalmente cerrado, con retardo a la desconexión.



Contacto normalmente abierto, con retardo a la conexión.



Contacto normalmente cerrado,
con retardo a la conexión.



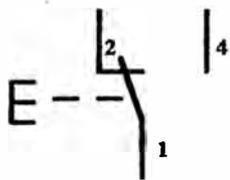
Contacto normalmente abierto,
con retardo a la desconexión.

2.4.3 Bornes para pulsadores

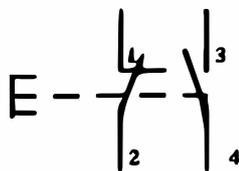
Deben seguirse las mismas indicaciones expuestas para los contactos auxiliares.

Símbolo y Designación

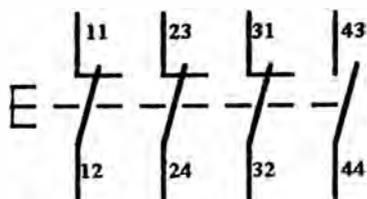
Tipo de Pulsador



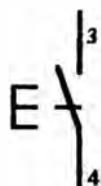
Pulsador que actúa sobre un
contacto conmutado.



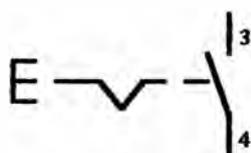
Pulsador que actúa sobre
dos circuitos (ON - OFF)



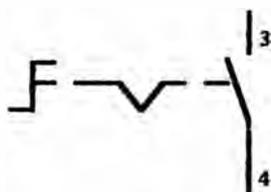
Pulsador que actúa sobre cuatro
circuitos. Orden y función de los
mismos.



Pulsador con contacto normalmente abierto, actuado manualmente por presión.



Interruptor de enganche.

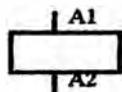


Interruptor con contacto normalmente abierto, actuado mediante rotación.

2.4.4 Bornes para bobinas

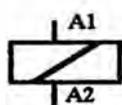
Se sigue el criterio indicado, tal como se expone a continuación.

Símbolo y Designación

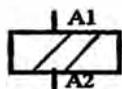


Tipo de Bobina

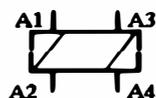
Bobina de relé o contactor.



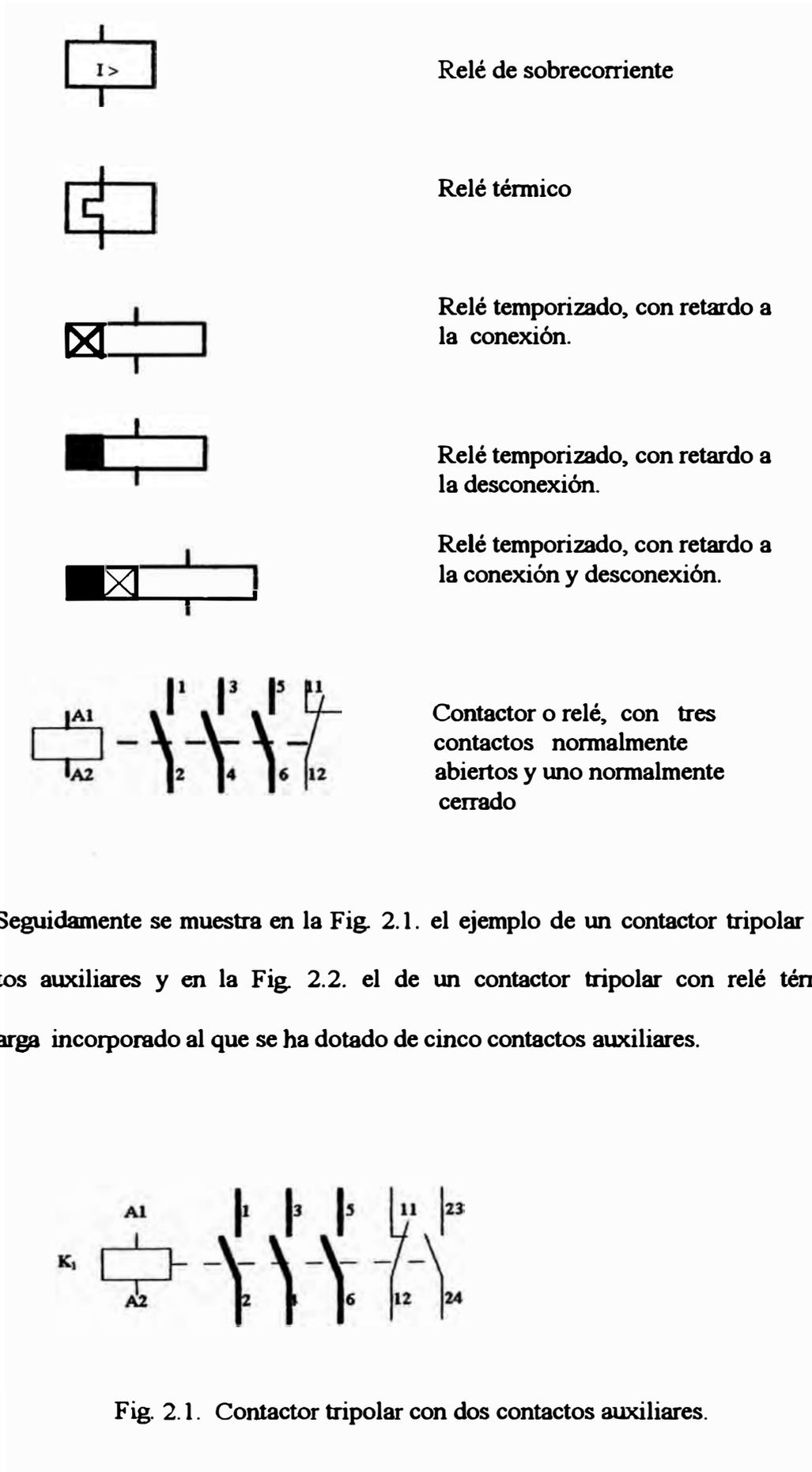
Actuador electromecánico, de un solo devanado.



Bobina con dos arrollamientos.



Actuador electromecánico con 2 devanados.



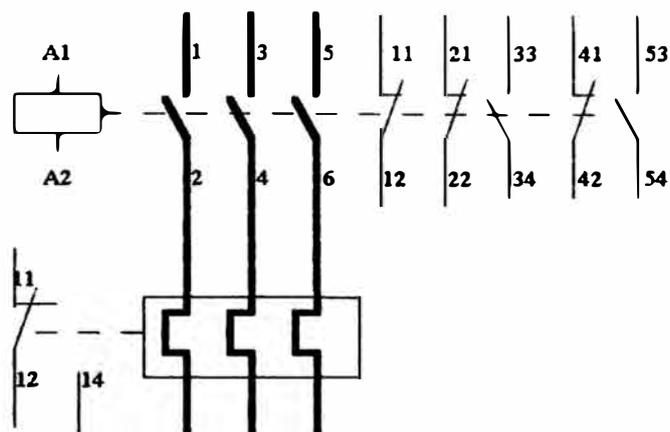


Fig. 2.2 Contactor tripolar con cinco contactos auxiliares y relé térmico de sobrecorriente.

2.4.5 Simbología de indicadores visuales y audibles e instrumentos de medida y máquinas eléctricas.

2.4.5.1 Indicadores visuales y audibles

Según la norma DIN 40 708 se tiene:

Símbolo

Tipo de Indicadores



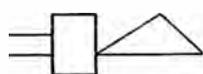
Lámpara de filamento



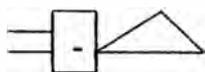
Lámpara de destello



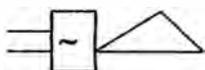
Lámpara de neón



Bocina general



Bocina para corriente continua DC



Bocina para corriente alterna AC.



Sirena general.

2.4.5.2 Instrumentos de medida

Según la norma DIN 40 716 se tiene:

Símbolo



Tipo de Instrumento

Amperímetro



Milivoltímetro



Voltímetro AC/DC



Multímetro (voltaje, corriente y ohmiaje)

2.4.5.3 Máquinas Eléctricas

Según la norma DIN 40 715

Símbolo



Tipos de Máquinas

Generador DC



Alternador Trifásico



Motor DC



Motor Trifásico

2.5 Finalidades y características de los esquemas eléctricos

Usualmente un mismo esquema se puede utilizar con distintos fines, no obstante es aconsejable emplear dos o más esquemas para la máxima información. Las características que deberían reunir los esquemas son:

- a. El esquema debe reflejar los circuitos que lo constituyen y su ciclo de funcionamiento.
- b. Un esquema debe constituirse en un plano indicativo con la situación de los elementos para su fijación sobre una base adecuada.
- c. En una tercera fase un esquema debe mostrar las formas de conexionado entre elementos.
- d. Un esquema debe servir de guía para ensayo o simulación de condiciones reales de funcionamiento.
- e. Un esquema debe permitir ver como debe realizarse las conexiones entre elementos interiores y exteriores a los tableros de control.
- f. Un esquema debe servir de ayuda para mantenimiento del equipo, así como para localizar averías para su reparación.

2.6 Tipos de esquemas empleados

De acuerdo a las finalidades y características mencionadas se puede concluir que un equipo de control eléctrico requiere de uno o más esquemas que muestren tanto su conexionado interior como exterior, siendo estos tipos de esquema los siguientes:

2.6.1 Esquema de situación o emplazamiento

En este esquema se indica la situación física de cada uno de los elementos que componen el equipo de control con relación a los demás constituyentes del sistema.

Para su realización se emplea una serie de figuras geométricas, con una referencia en su interior o cercanías, para identificar los elementos constituyentes del panel de control.

Estas referencias son las indicadas en la tabla 2.2.

2.6.2 Esquema de montaje o de conexiones

Este esquema representa las conexiones eléctricas entre los elementos integrantes de una instalación o equipo de control.

Puede referirse a las conexiones interiores o exteriores del equipo, así como los detalles para su comprobación.

Los esquemas de montaje o de conexiones se pueden dividir en:

- **Representación multifilar**

En este caso la representación de los elementos se efectúa mediante su símbolo correspondiente. Cada conductor o conexión entre los bornes de un mismo o distinto elemento se realiza por un trazo o línea independiente.

- **Representación unifilar o por haces conductores**

Este tipo de representación se ideó para salvar las dificultades surgidas en los esquemas multifilares tales como importante trabajo de delineación; incomodidad en su interpretación y grandes posibilidades de cometer errores en el momento de su lectura o

interpretación. Así pues, en un esquema de este tipo un trazo único representa a un conjunto de varios conductores.

Con este sistema de representación se precisa colocar referencias idénticas, a los extremos de un mismo hilo, para que quede perfectamente definida cada una de las conexiones del equipo de control.

Es necesario, asimismo, especificar el marcado de los bornes de cada uno de los elementos, con objeto de conocer entre que puntos se realiza cada una de las conexiones.

● **Representaciones inalámbricas**

Cuando los circuitos que se han de representar adquieren cierta complejidad se utilizan, en algunos casos, esquemas en los que no se emplea una representación material de las conexiones del equipo de control y a los que se designa con el nombre de: esquemas inalámbricos.

La motivación principal de este tipo de esquema es la de reducir el tiempo invertido en la confección de planos.

Para su puesta en práctica es preciso tener en cuenta los siguientes puntos:

1. Dibujar los elementos que integran el equipo de control con sus posiciones reales sobre el plano de fijación, tal como se indicó en la fig. 2.1
2. Referenciar, en el esquema de situación realizado, todos los bornes de conexión de los elementos de acuerdo con la designación que normalmente llevan grabada junto a ellos. En el supuesto de que no se llevasen la mencionada designación pueden aplicarse las indicadas en el apartado 2.4.
3. Señalar, con números o letras, los puntos que deban ir conectados en el esquema.
4. Realizar una tabla que relacione las referencias de los bornes de elementos que deben ir conectados entre sí con el número de conexión correspondiente.

Cualquiera que sea el tipo de esquema de conexiones empleado, cabe la posibilidad de separar en dos esquemas distintos, las conexiones a realizar en el circuito principal o de potencia y las que deben efectuarse en el circuito de mando.

Con ello se facilita, más aún si el equipo de control es complejo, la labor del personal encargado de la realización del equipo de control.

Tanto si las conexiones del circuito de potencia y de control se representan conjuntamente, como por separado, es conveniente dibujar el primero, con línea de trazo grueso y el segundo, con línea de trazo fino.

2.6.3 Esquema de interconexión o enlace

La finalidad de este tipo de esquema es mostrar la forma de conexión de los elementos exteriores al panel de control, tales como la red de alimentación, motores, elementos de mando remoto y señal, etc, con los elementos interiores de aquel.

2.6.4 Esquema funcional

El esquema funcional proporciona una imagen clara y sencilla de cómo quedan conectados entre sí los diversos componentes del circuito, permitiendo con ello proceder a un estudio rápido y racional de su funcionamiento, a la localización de averías o bien su realización práctica.

Las ventajas que ofrece un esquema funcional entre otros, son las siguientes:

- **Notable simplificación en su ejecución gráfica**

El esquema funcional está constituido, en principio, por dos líneas horizontales que representan la alimentación general del circuito de mando y una serie de líneas verticales equidistantes e interconectadas a aquellas y que corresponden a los distintos circuitos.

No existe inconveniente alguno en dibujar las dos líneas de alimentación verticales, siendo en este caso horizontales, las que queden interconectadas con aquellas, dependiendo, el utilizar un sistema u otro, del formato disponible en el momento de representar el circuito.

Cabe decir que la tendencia generalizada es la de representar la alimentación con líneas horizontales.

- **Esquema sin cruce de líneas**

Con esta disposición de las líneas de alimentación y al estar representado cada circuito por una o más líneas verticales, se evitan prácticamente todos los cruces entre líneas o conexiones que aparecen en los esquemas de montaje o de conexiones y en especial cuando son representados bajo el sistema multifilar.

Con ello se consigue una mayor rapidez en la ejecución del esquema así como en su interpretación, lo que se traduce en una reducción de posibles errores al representarlo o interpretarlo.

- **Comprobación rápida y clara del funcionamiento del esquema**

En general, una bobina de contactor o relé y sus elementos de mando correspondientes se encuentran situados o intercalados en una misma línea vertical, obteniéndose con ello una comprobación rápida y clara del funcionamiento correspondiente al circuito que se esté considerando.

También se procura dibujar los distintos elementos del esquema en un orden lógico de conexión, lo que ayuda notablemente a comprender su funcionamiento.

2.7 Consideraciones básicas para la representación de esquemas funcionales

1. Se acostumbra representar en el mismo plano los esquemas del circuito principal y de mando.

La red de alimentación para el circuito principal suele disponerse horizontalmente, derivándose de la misma las conexiones para los distintos contactores, cortacircuitos fusibles, motores, etc.

En la figura 2.3. puede verse representado el esquema del circuito principal correspondiente al equipo de control considerado en los puntos anteriores.

En los esquemas funcionales cabe la posibilidad de representar el circuito principal bajo el sistema unifilar, aunque en el caso presente y por tratarse de un inversor de fases, no es posible representarlo con este sistema, al no poder detallarse de forma clara la inversión.

Puede comprobarse en el esquema de la fig. 2.3. que los bornes de conexión a los que deben ir a parar conexiones exteriores principales se han representado por pequeños rectángulos en su interior con las mismas letras que figuran en la regleta de bornes del equipo de control (L1-L2-L3) para la entrada de la línea de alimentación y (U-V-W) para la salida del motor, mientras que las conexiones exteriores al equipo de control y que debe realizar el usuario, se han representado por líneas a trazos.

Antes de pasar a representar el esquema funcional correspondiente al circuito de mando del equipo inversor de fases considerado hasta ahora, se procede a efectuar un estudio de esquemas funcionales simples, dejando para el final del capítulo la representación de aquel circuito.

2. Dos líneas horizontales representan la alimentación común de los distintos circuitos tal y como puede verse en el esquema de la fig. 2.4

En algunas aplicaciones las líneas de alimentación pueden ser varias, de acuerdo con las características de los elementos interconectados a aquellas.

Así, por ejemplo, las bobinas de contactores o relés, son accionadas en la mayoría de los casos, a la misma tensión de la carga a accionar por el circuito principal del contactor o contactores, mientras que los circuitos de señalización lo son a tensión reducida, con objeto de prolongar la vida de las lámparas.

En el circuito de la figura 2.5 se ha supuesto un circuito en el que las bobinas de los contactores o relés son alimentadas a 220V, mientras que las lámparas de señalización lo son a 48V.

- 3. Las líneas verticales representan cada una o varias de ellas, un circuito completo.**
- 4. En el esquema funcional los componentes de un mismo elemento o aparato se encuentran separados entre sí en la mayoría de los casos.**

Así tenemos por ejemplo los contactos auxiliares y bobinas de un mismo contactor que apareciendo precisamente situados sobre la línea vertical donde deben desarrollar su función, es necesario afectar a todos ellos con la misma referencia o sigla de que va precedido el aparato completo al que pertenecen y que ya se ha utilizado con anterioridad en el circuito principal.

Las referencias a las que se ha hecho mención están normalizadas según DIN 40 719 y que se indicaron en el apartado 2.3.

De acuerdo con lo indicado en los puntos tercero y cuarto se detalla en la figura 2.6, el mismo esquema de la figura 2.4 con los elementos que intervienen en el mismo precedido por las siglas normalizadas.

En el esquema de la fig. 2.6 puede comprobarse que cada línea vertical representa un único circuito, siendo en este caso independientes el uno del otro.

Asimismo, y en la fig. 2.7, se indica el circuito de la fig. 2.5 con los elementos integrantes precedidos por sus siglas correspondientes.

En esta aplicación puede comprobarse que se utiliza un contacto normalmente abierto de cada contactor, en los circuitos 4, 5 y 6 para conectar el circuito de señalización correspondiente. Consecuentemente cada circuito comprende dos líneas verticales 1-4, 2-5 y 3-6.

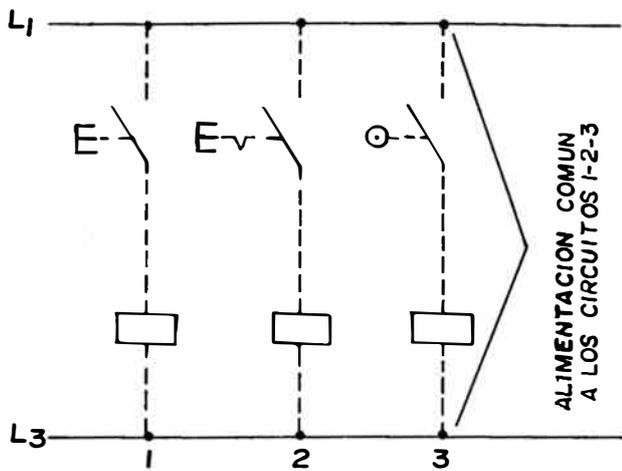


Fig. 2.4 Representación de una línea de alimentación en circuitos funcionales.

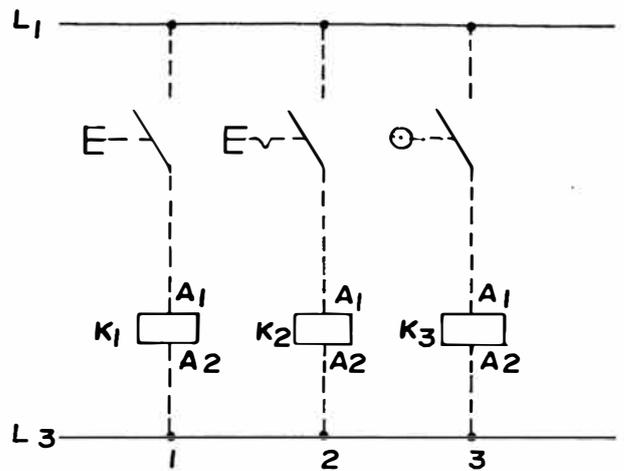


Fig. 2.6 Identificación de elementos en circuitos funcionales.

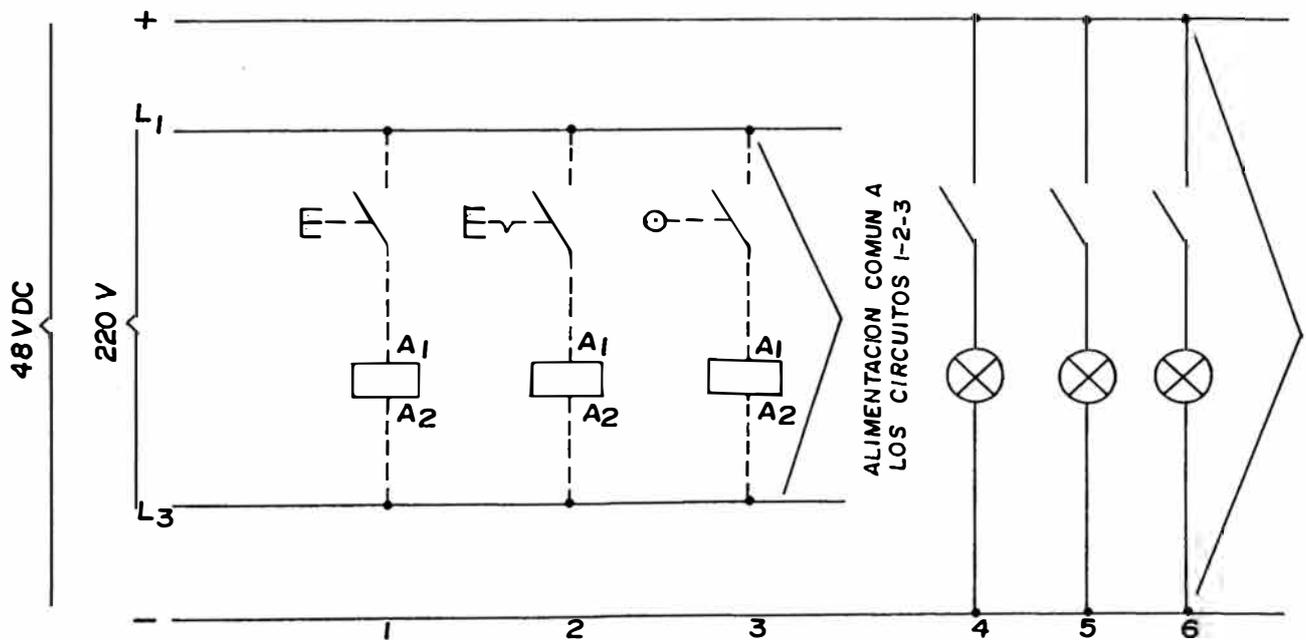


Fig. 2.5 Representación de la líneas de alimentación en circuitos funcionales.

- 5. Los contactos pertenecientes a los distintos elementos que intervienen en un esquema deben moverse en un mismo sentido, por ejemplo de izquierda a derecha.**

Con ello se evitan falsas interpretaciones en el momento de consultar el esquema.

Pueden verse sobre este particular, los esquemas de las figuras 2.8 y 2.9.

- 6. Todos los componentes de un mismo elemento y que van precedidos por una misma sigla cambian de posición simultáneamente.**

Haciendo referencia a la fig. 2.9 puede comprobarse en la fig. 2.10 la posición de los contactos auxiliares del contactor K1 en el preciso momento en que se cierra el interruptor S1. La posición de reposo del interruptor y de los dos contactos auxiliares está indicada a trazos, aparte de que también es posible observarlo en el esquema de la fig. 2.9.

Para limitar lo expuesto en los dos puntos anteriores debe hacerse la siguiente salvedad: se exceptúan los contactos temporizados, los cuales abren o cierran una vez transcurrido el tiempo prefijado fijado sobre el elemento que los acciona. Para ello es preciso, además de designarlos con la sigla correspondiente, indicar, el lado del contacto o contactos, el tiempo que transcurrirá en producirse el cierre o apertura de los mismos, a partir del instante en que es puesto bajo tensión su elemento motor.

En la fig. 2.11 puede verse la instalación de un temporizador con un contacto cerrado y otro abierto, cuyo cambio de posición tiene lugar al término de 4s después de haber cerrado el interruptor S1 que acciona al elemento temporizador.

En la figura 2.12 puede verse la posición adoptada por los contactos del temporizador KT1, del esquema de la figura 2.11 una vez transcurrido el tiempo indicado de 4 s.

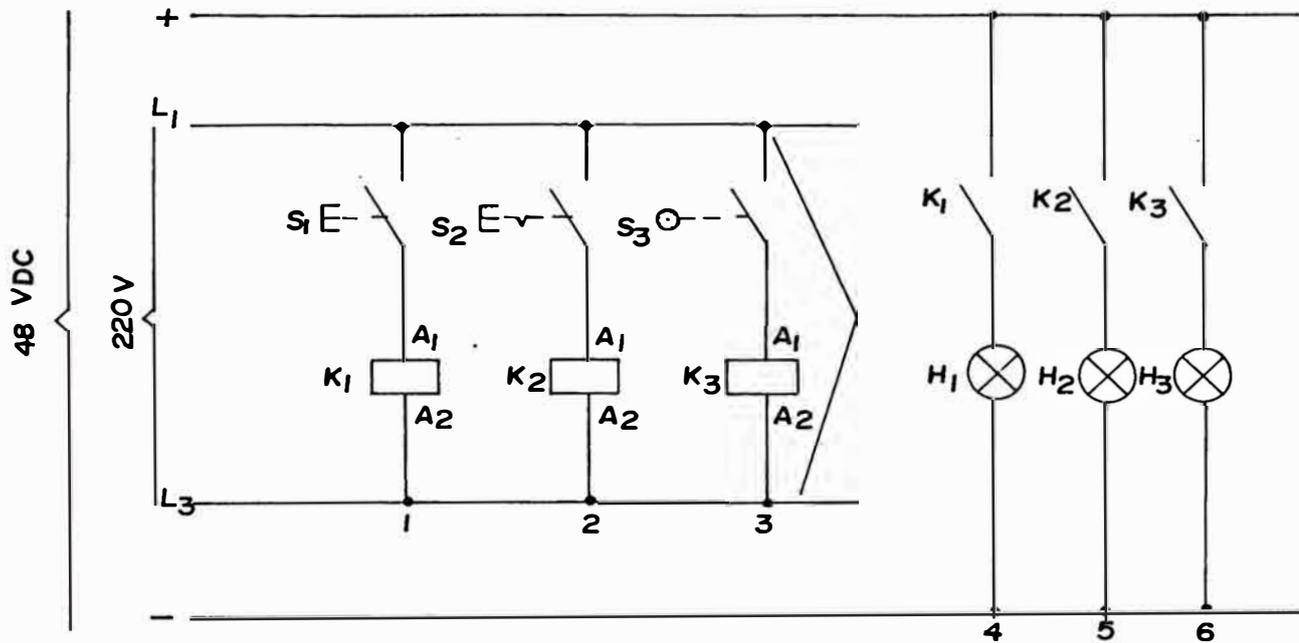


Fig. 2.7 Representación de dos líneas de alimentación e identificación de elementos circuitos funcionales.

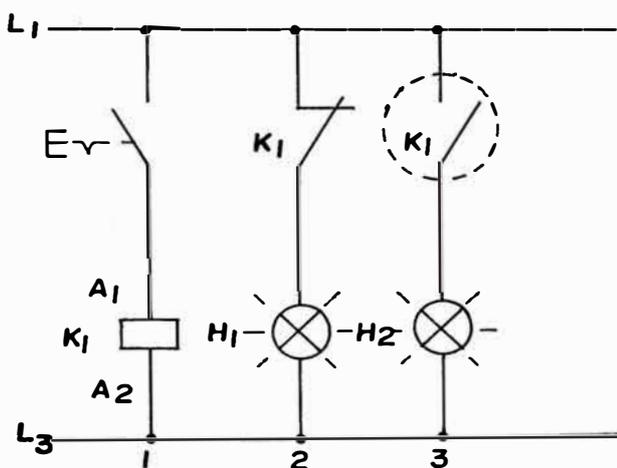


Fig.2.8 Disposición errónea de la representación del movimiento de contactos en circuitos funcionales.

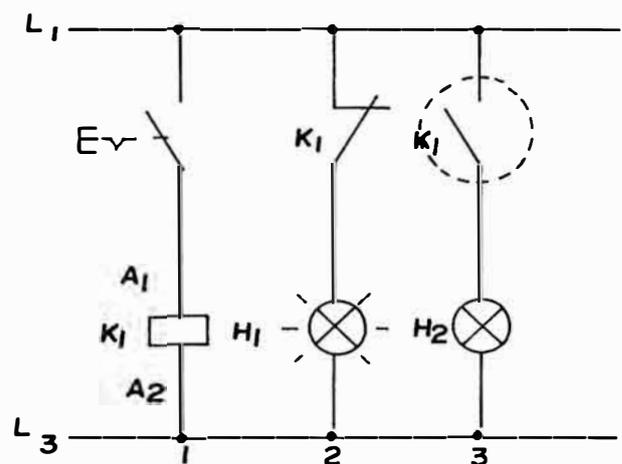


Fig.2.9 Disposición correcta de la representación del movimiento de contactos del circuito funcional de la fig.2.8

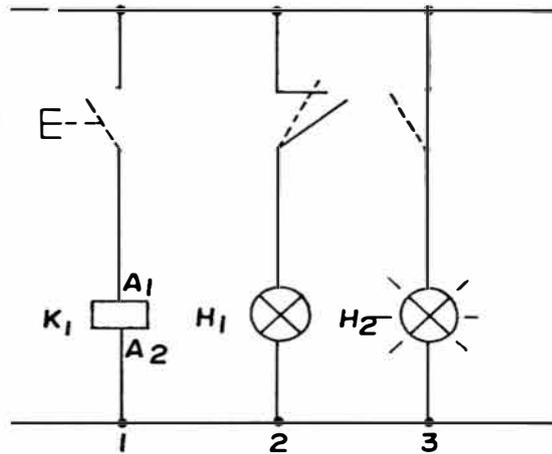


Fig. 2.10 Posición que adoptan los contactos del esquema funcional de la fig. 2.9 al accionar el elemento de mando S_1

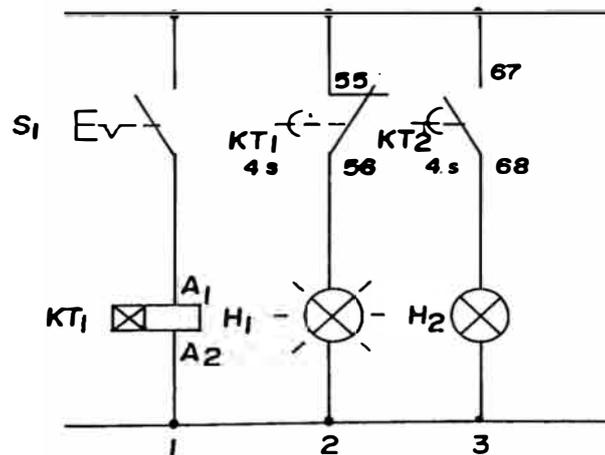


Fig. 2.11 Representación de contactos temporizados en circuitos funcionales.

- 7. La representación de los circuitos que componen el esquema debe ser hecha, siempre que sea posible, en una sucesión lógica de maniobra.**

Sobre este particular, podemos ver los esquemas de la fig. 2.13 y 2.14

- 8. La indicación de posición de los distintos elementos que intervienen en el esquema debe ser hecha sin tensión, salvo casos especiales.**

- 9. Es aconsejable, por motivos de seguridad eléctricos que una de las dos líneas de alimentación del circuito de control se una directamente a cualquiera de los bornes de elementos.**

Estos elementos pueden ser bobinas de contactos, relés o temporizadores, lámparas, etc.

Los restantes elementos de mando del circuito, como pulsadores, contactos auxiliares, etc, se conexionan entre la otra línea y el segundo borne de los aparatos indicados en el punto anterior, siendo corriente conexionar en primer lugar y a partir del borne superior de las bobinas, los contactos auxiliares pertenecientes al mismo contactor, con objeto de aprovechar conexiones comunes entre ellos. Siguen a continuación los bornes de conexión a los que deban ir conectados elementos de mando exteriores, tales como pulsadores, conmutadores fin de carrera, etc, elementos de señalización, también exteriores, como lámparas, bocinas, etc.

Finalmente se representan los contactos auxiliares pertenecientes a los relés de protección térmica, magnética, etc, para finalizar el esquema con los cortacircuitos fusibles del circuito de mando.

- 10. Al hablar de esquema funcional, debemos considerar que a un circuito de mando representado con todas las consideraciones anteriores, le corresponde un circuito principal complementado, según las necesidades, con un circuito de medida.**

Así, y bajo el criterio anterior, en la fig. 2.15 se representa el esquema de la instalación para la puesta en marcha de un motor trifásico M1, mediante un contactor K1.

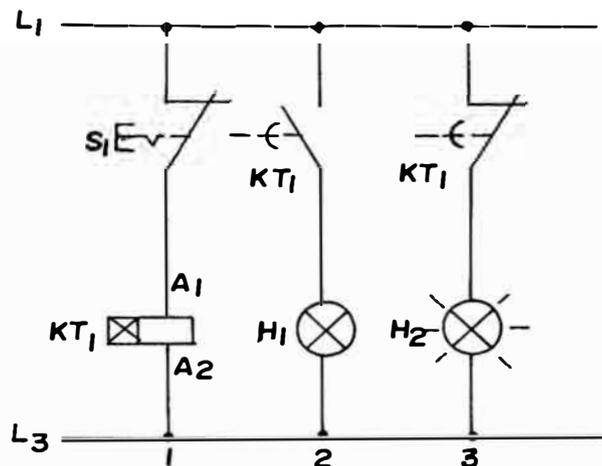


Fig. 2.12 Posición que adoptan los contactos temporizados del esquema funcional de la fig. 2.11 al accionar el elemento de mando S₁ y finalizar la temporización de KT₁

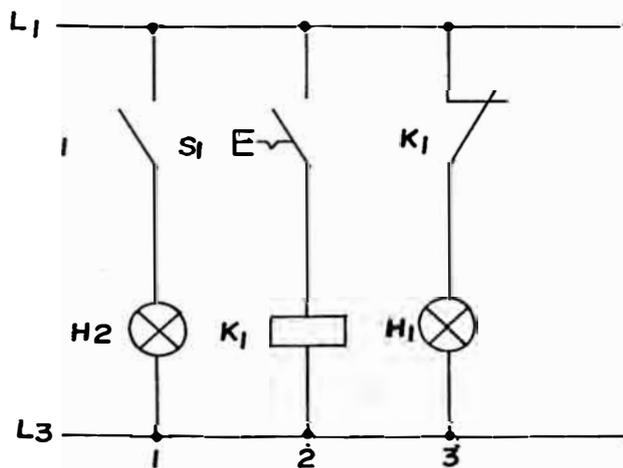


Fig. 2.13 Disposición errónea del orden de representación de circuitos en esquemas funcionales.

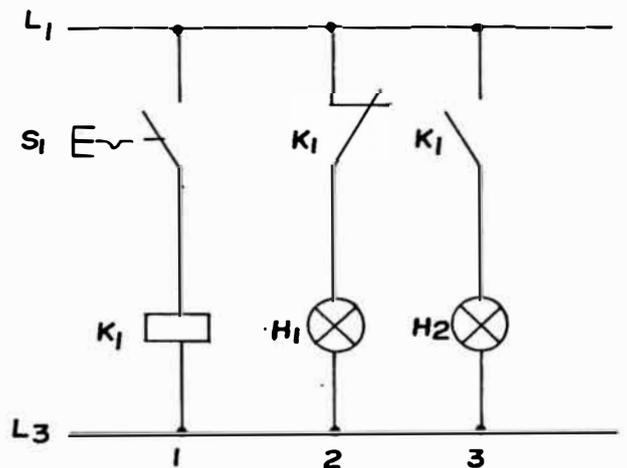


Fig. 2.14 Disposición correcta del orden de representación de circuitos del esquema funcional de la fig. 2.13

En el esquema correspondiente al circuito principal de la fig. 2.15 se ve que a partir de la línea de alimentación, se encuentra conectado un interruptor general Q1 cuya misión es la de aislar el resto del circuito, de la red de alimentación.

Se encuentran, a continuación del interruptor tres cortacircuitos fusibles F1 para la protección contra cortocircuitos y sobrecargas intensas. Entre los dos elementos citados están indicados los tres bornes de conexión ($L_1 - L_2 - L_3$).

Se tiene también un amperímetro P1 conectado en serie con la fase L_2 , para el control de la intensidad de corriente que la recorre.

A partir de los cortacircuitos fusibles, se encuentra conectado el contactor, cuyos tres contactos principales de salida (2-4-6) van conectados a tus nuevos bornes de conexión (U-V-W), desde donde se desvían las conexiones para el motor trifásico M1.

Desde las fases (L_1, L_3) se derivan dos conexiones para la conexión del circuito de mando que están conectados, en serie con las mismas, dos cortacircuitos fusibles F2 para la protección del circuito en cuestión contra cortocircuitos y sobrecargas intensas.

El mando del contactor se realiza mediante el interruptor S1, se ha dispuesto una lámpara H1 que señala, mediante su encendido, cuando el contactor y consecuentemente el motor, se encuentran en reposo, siendo la lámpara H2 la que indica, con su encendido, el cierre del contactor, y la puesta en marcha del motor.

Los tres elementos S1, H1 y H2 se supone que van colocados en la puerta del armario de protección que contiene este equipo de control, por lo que se puede observar en el circuito de maniobra, la presencia de unos bornes, indicados por un círculo oscuro y numerados del 1 al 5, los cuales reflejan que aquellos tres elementos están dispuestos en distinto lugar al de los otros elementos.

Referente a los bornes, empleados para alojar conexiones del circuito de mando o de control, es costumbre numerarlos a partir del número 1, lo que permite localizarlos de forma rápida en un momento determinado. Así, en la figura. 2.16 se observa el esquema de las conexiones realizadas entre los elementos, colocados en la puerta del armario y correspondientes al equipo de control de la fig. 2.15

11. Es conveniente colocar en un lugar adecuado del esquema, la leyenda en la que aparezcan los elementos que intervienen en el mismo, así como la función que desempeña cada uno de ellos.

En el esquema de la fig. 2.15 se tendría:

- Q1 Interruptor General
- S1 Interruptor marcha - paro
- K1 Contactor
- F1 Cortacircuitos principales
- F2 Cortacircuitos de control
- P1 Amperímetro
- H1 Lámpara paro
- H2 Lámpara marcha
- M1 Motor trifásico.

Puede complementarse la lista anterior con las características de los elementos relacionados en la misma.

12. Realizado el esquema funcional, es aconsejable numerar los distintos circuitos que lo componen, de izquierda a derecha.

Esta condición la hemos utilizado en todos los esquemas vistos. Ya numerados los circuitos, deben colocarse, en la parte inferior de aquellos que contengan elementos que

dispongan contactos en el esquema (relés, contactores, temporizadores, etc), el símbolo $A C$ en el que se referencian los números de los circuitos que contengan contactos auxiliares abiertos (A) y cerrados (C) del elemento que esté considerando.

Para ello supóngase que ya se ha diseñado el circuito de control de la figura 2.15 y numerados sus circuitos tal y como se ha indicado. A continuación se operaría de la siguiente forma:

- Se coloca en la parte inferior de la bobina del contactor K1 (circuito N° 1) el símbolo mencionado: $A C$

- Como sea que el contactor que se está considerando dispone de un contacto cerrado, conectado en serie con la lámpara H1 y situado en el circuito N° 2, se coloca en la parte derecha del símbolo indicado el número 2, es decir: $\frac{A C}{2}$ quedando con ello

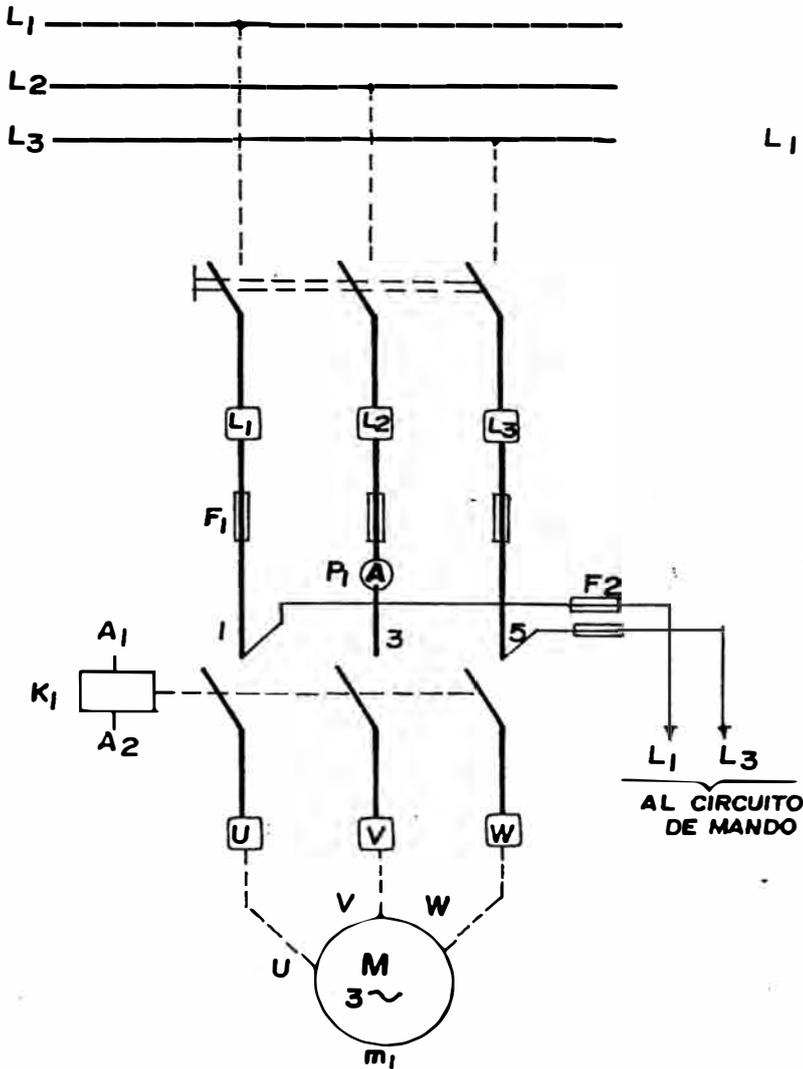
quedando con ello perfectamente definido que en el circuito N° 2, se encuentra un contacto auxiliar cerrado del contactor K1.

- A parte del contacto cerrado, indicado en el punto anterior, el contactor K1, dispone de un segundo contacto auxiliar abierto, conectado en serie con la lámpara H2 que se encuentra situado en el circuito N° 3. Consecuentemente se coloca en la parte izquierda del símbolo: $A C$ el número 3, es decir $A C$ con ello queda perfectamente definido que en el $\frac{2}{3}$

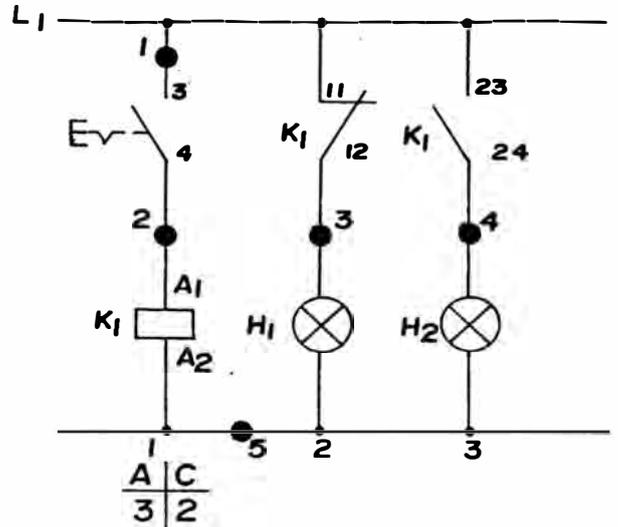
circuito N° 3 se encuentra un contacto auxiliar abierto del contactor K1, además del contacto auxiliar cerrado que se encuentra en el circuito N° 2.

Vistas todas las consideraciones anteriores, se detalla, en la fig. 2.17, el mismo circuito de la Fig. 2.15 completado con la leyenda de materiales y las referencias numéricas para la localización de los contactos auxiliares.

CIRCUITO PRINCIPAL



CIRCUITO DE MANDO



- Q1 Interruptor general
 - S Interruptor marcha-para
 - K Contactor
 - F1 Cortacircuitos principales
 - F2 Cortacircuitos de mando
 - P Amperímetro
 - H1 Lámpara paro
 - H2 Lámpara marcha
 - M1 Motor trifásico
- Borne del circuito principal para conexiones exteriores.
● Borne del circuito de mando para conexiones interiores.

Fig. 2.17 Esquema funcional completo de los circuitos principal (de potencia) y mando (control). Leyenda de materiales e identificación de los contactos de una instalación para la puesta en marcha de un motor trifásico mediante un contactor.

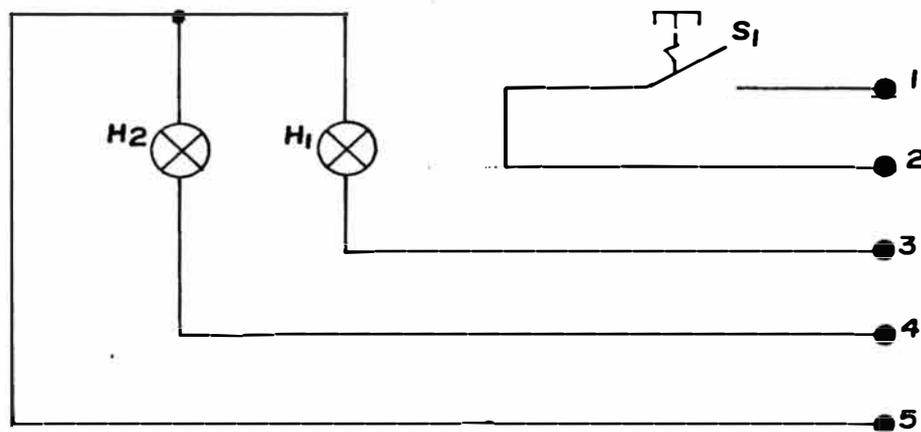


Fig. 2.16 Esquema de conexiones de los elementos de mando y señalización del circuito de la fig. 2.15.

2.8 Ciclo de funcionamiento

El ciclo de funcionamiento es el desarrollo de un programa de trabajo en forma secuencial del inicio al final, que se inicia mediante un pulso de marcha.

Se dice que el ciclo de trabajo es de ciclo único si aquel se desarrolla una sola vez.

Se dice que el ciclo de trabajo es el ciclo continuo cuando aquel se repite en forma continua hasta que un pulso de paro detiene el programa de trabajo.

CAPITULO III DESARROLLO DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL PARA LOS AUTOMATISMOS ELÉCTRICOS BASADOS EN PLCs

3.1 Introducción

Las aplicaciones con el módulo propuesto como se mencionó anteriormente, fundamentalmente está dirigido a procesos de control secuencial en los que el motor eléctrico asíncrono trifásico es el elemento pasivo de control. Se pueden usar hasta tres motores eléctricos con el módulo.

Dado que las aplicaciones en la industria son innumerables como ilustración para uso del módulo mostraremos las siguientes aplicaciones:

- Control de inversión de giro, en ciclo continuo
- Control de un sistema de fajas transportadoras con enclavamiento en el arranque y la parada.
- Control de nivel del tanque de agua de desperdicio.

3.2 Control de inversión de giro de un motor asíncrono trifásico en ciclo continuo

3.2.1 Enunciado del problema

Durante 64 segundos, el motor asíncrono trifásico debe realizar el siguiente ciclo de trabajo.

24 segundos, con sentido de giro derecha.

8 segundos de pausa, antes de cambiar su sentido de giro.

24 segundos, con sentido de giro izquierda.

8 segundos de pausa, antes de cambiar de nuevo su sentido de giro a la derecha.

Este ciclo de trabajo puede ser continuo.

El inicio del ciclo debe producirse por un pulsador (START) y si se trabaja en ciclo continuo, la interrupción del ciclo será por otro pulso (STOP).

El inversor de giro debe estar basado en un inversor de fases con protección térmica.

Para la señalización se debe contemplar lámparas piloto que indiquen el sentido de giro del motor, así como la alarma en caso de sobrecarga.

Para la alarma se debe contemplar una bocina eléctrica.

La lógica de control la realizará un PLC. Esta lógica debe hacer cumplir el siguiente ciclo de trabajo continuo para giro del motor (fig. 3.1)

3.2.2 Programa de control

El programa de control para esta aplicación se muestra en el Anexo A.1

La rung 1 sirve para el inicio del ciclo y la interrupción del mismo, es decir, esta rung tiene una salida B3/Ø, que es una bobina interna del PLC que activa o desactiva los bits B3/Ø que están como instrucciones de entrada en la rungs 1,2,3 y 4. Adicionalmente en la rung 1, se encuentran como instrucciones de entrada los bits I: 1/Ø, para el pulso de inicio del ciclo (START), después el bit I:1/1 para el pulso de interrupción del ciclo continuo (STOP), finalmente se tiene el bit I: 1/2 de protección térmica (O.L.)

La rung2 y la rung 6 contemplan la duración del ciclo de trabajo y la realización del ciclo continuo con el reset.

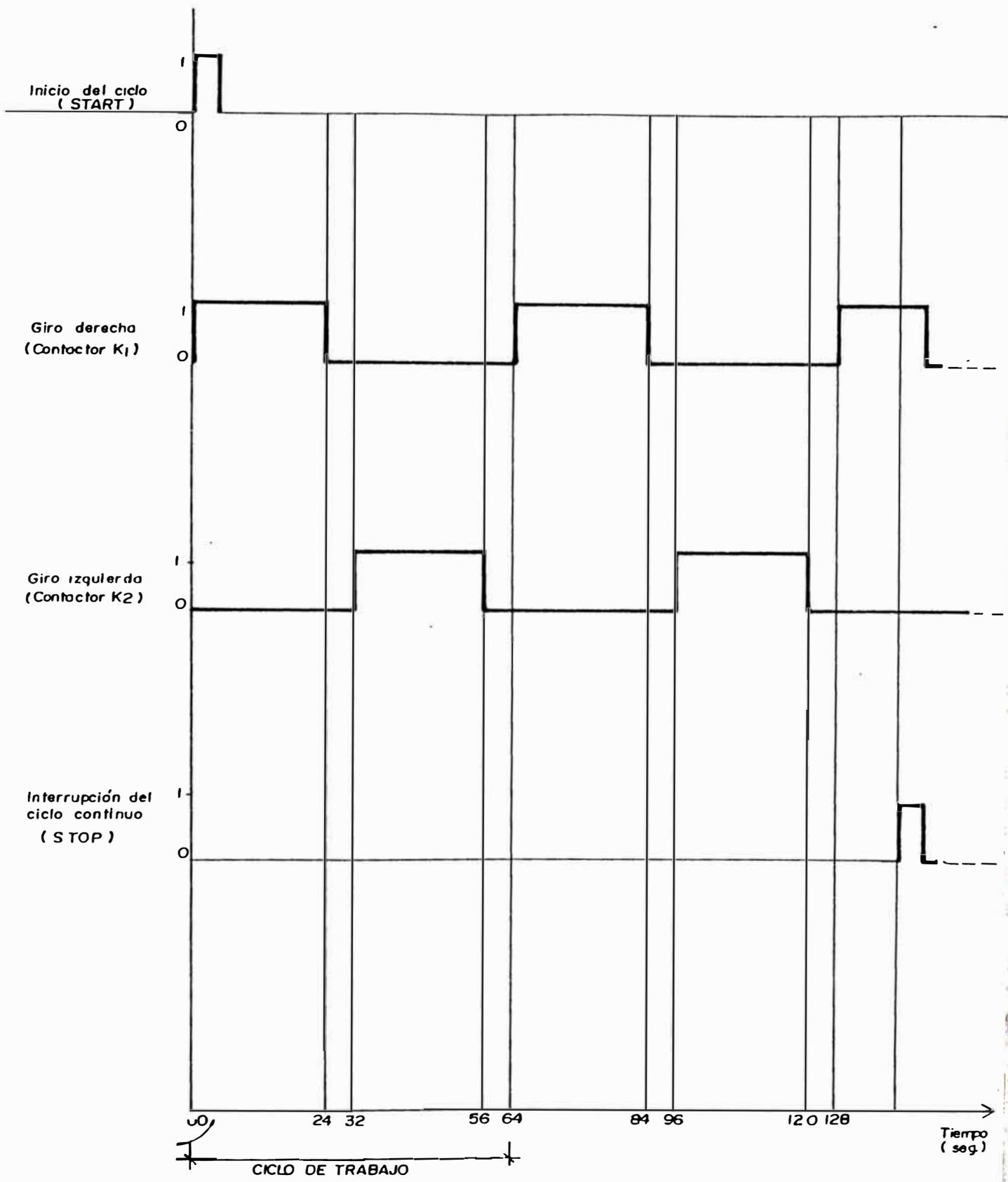


Fig. 3.1 Ciclo de trabajo continuo (Diagramas de tiempo)

En la rung 2 se tiene como instrucciones de salida un temporizador con retardo a la conexión (T4:Ø) con un preset de 64s que es el tiempo que dura un ciclo de trabajo, el mismo que se activa con el bit B3/Ø. Asimismo cuando el acumulado del temporizador T4:Ø iguala al preset (64s) el temporizador activa un bit T4:Ø/DN que a su vez activa una instrucción reset que se encuentra en la rung 6 con lo que se resetea el acumulado del temporizador para iniciar nuevamente la temporización.

Esta temporización sólo se interrumpe si se activa el bit STOP o el bit O.L.

En las rungs 3 y 4 se muestra la lógica de control para la inversión de sentido de giro del motor eléctrico.

En las rung 3 tenemos tres instrucciones de entrada que son el bit B3/Ø, una instrucción GRT (mayor que) que compara el valor Ø con el valor actual del acumulado del temporizador T4:Ø. Esta instrucción será verdadera mientras que el acumulado de dicho temporizador es mayor que Ø. La instrucción LEQ (menor o igual que) compara la constante 24s con el valor actual del acumulado del temporizador T4:Ø.

Esta instrucción será verdadera siempre y cuando el acumulado de dicho temporizador sea menor o igual a 24s. Obviamente si estamos entre los primeros 24s del ciclo de trabajo estas tres instrucciones de la rung 3 serán verdadera y por lo tanto se activará la salida O:2/Ø que activa al contactor K1 para giro derecha del motor eléctrico durante los primeros 24s.

En la rung 4 en forma similar se tienen tres instrucciones de entrada, una es B3/Ø, la otra es GRT que compara el valor actual del acumulado del temporizador T4:Ø con la constante 32s y la instrucción LEQ que compara el valor actual del temporizador T4:Ø con la constante 56s.

Estas tres instrucciones son verdaderas en el intervalo de tiempo entre 32 y 56s del ciclo de trabajo, en el que se activará la salida del PLC O:2/2 que activa el contactor K2 para giro izquierda del motor.

Como se puede observar de las condiciones para las instrucciones de comparación de la rungs 3 y 4, no se activarán las salidas O:2/Ø y O:2/2 en los intervalos de tiempo comprendidos entre 24 y 32 s y 56 y 64 s, intervalos en los que el motor se detendrá.

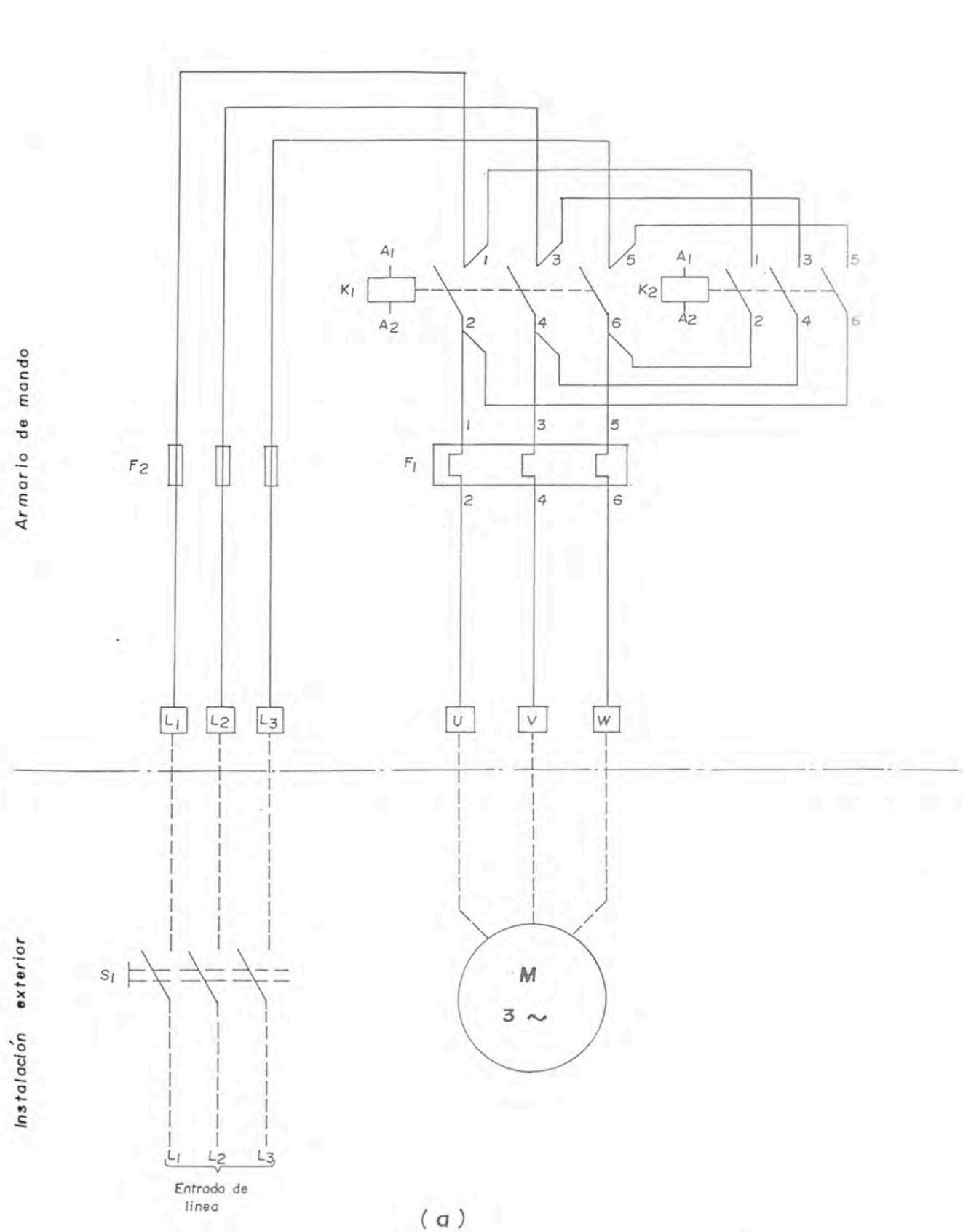
Cabe observar que en paralelo con las salidas O:2/Ø y O:2/2 se han puesto salidas O: 2/1 y O: 2/3 que activarán lámparas piloto para indicar giro derecha o izquierda respectivamente.

La rung 5 es para la señalización y alarma. En la rung 5, se tiene como instrucción de entrada I: 1/2 (normalmente abierto) que se activará cuando actúe la protección térmica. De esta manera se activará la salida O: 2/4 y O: 2/5 que corresponden a la lámpara indicador de falla y una bocina de alarma respectivamente.

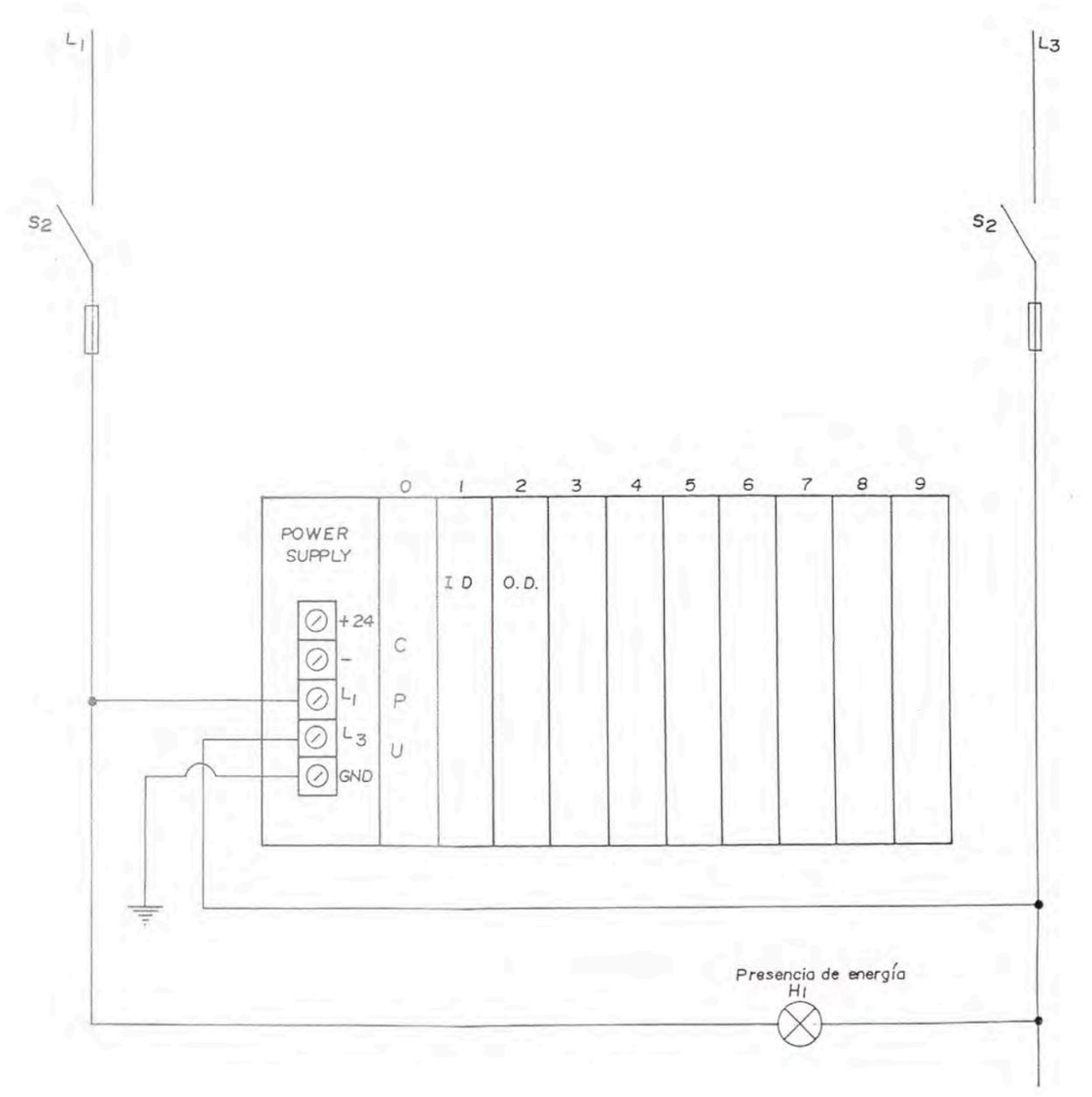
En la Anexo A.1 también se muestra un programa alternativo de control que cumple con la misma función del anterior, con la única diferencia que en los rungs 3 y 4 por cada dos instrucciones de comparación (GRT y LEQ) se emplea una instrucción tipo LIMIT.

3.2.3 Esquema de conexiones

En la fig. 3.2 se muestran los esquemas de conexiones del circuito de potencia y de energización del PLC SLC500, Procesador 5/Ø2 de Allen Bradley. En la fig. 3.3 se muestran los esquemas de conexiones de entradas y salidas al PLC.



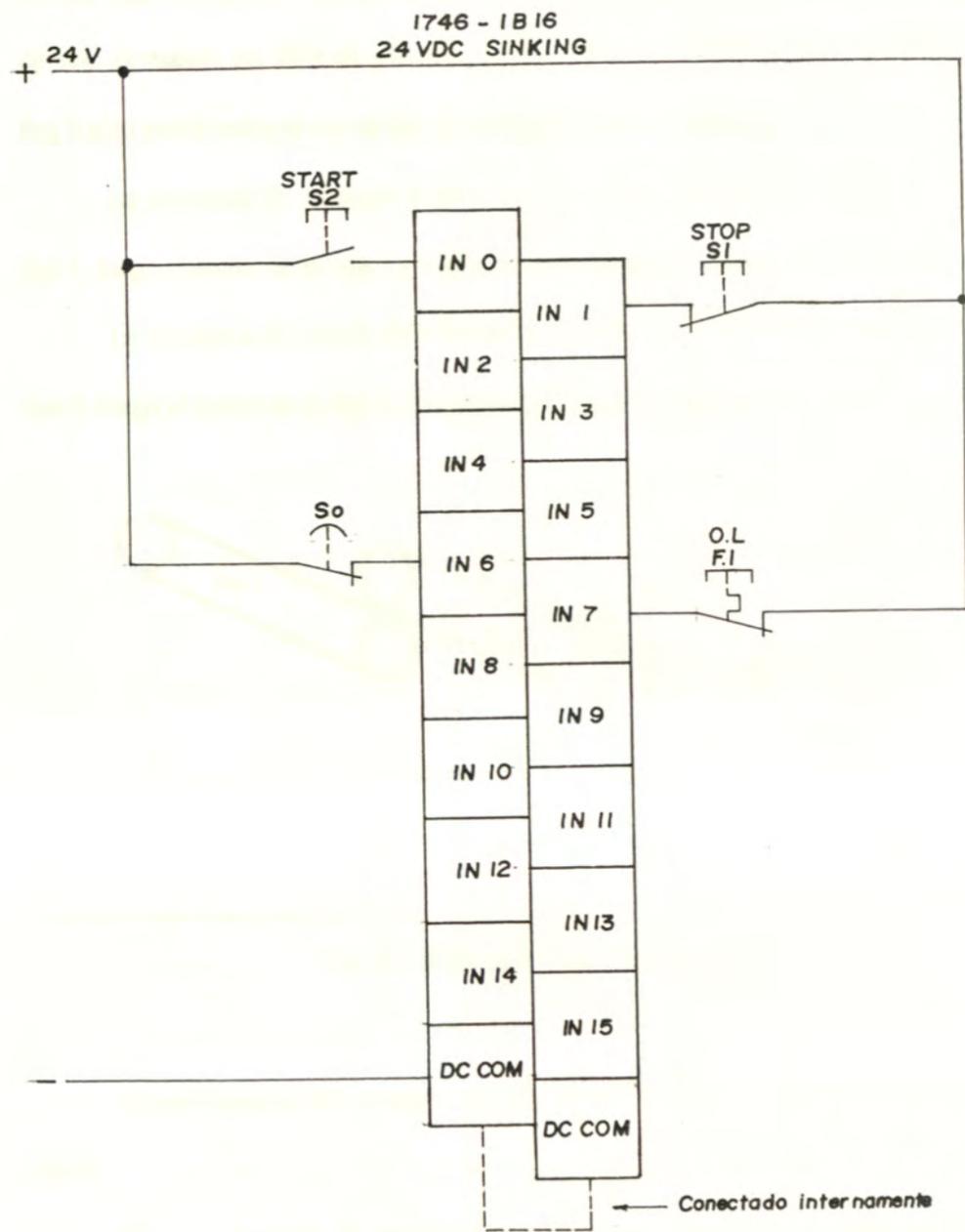
(a)



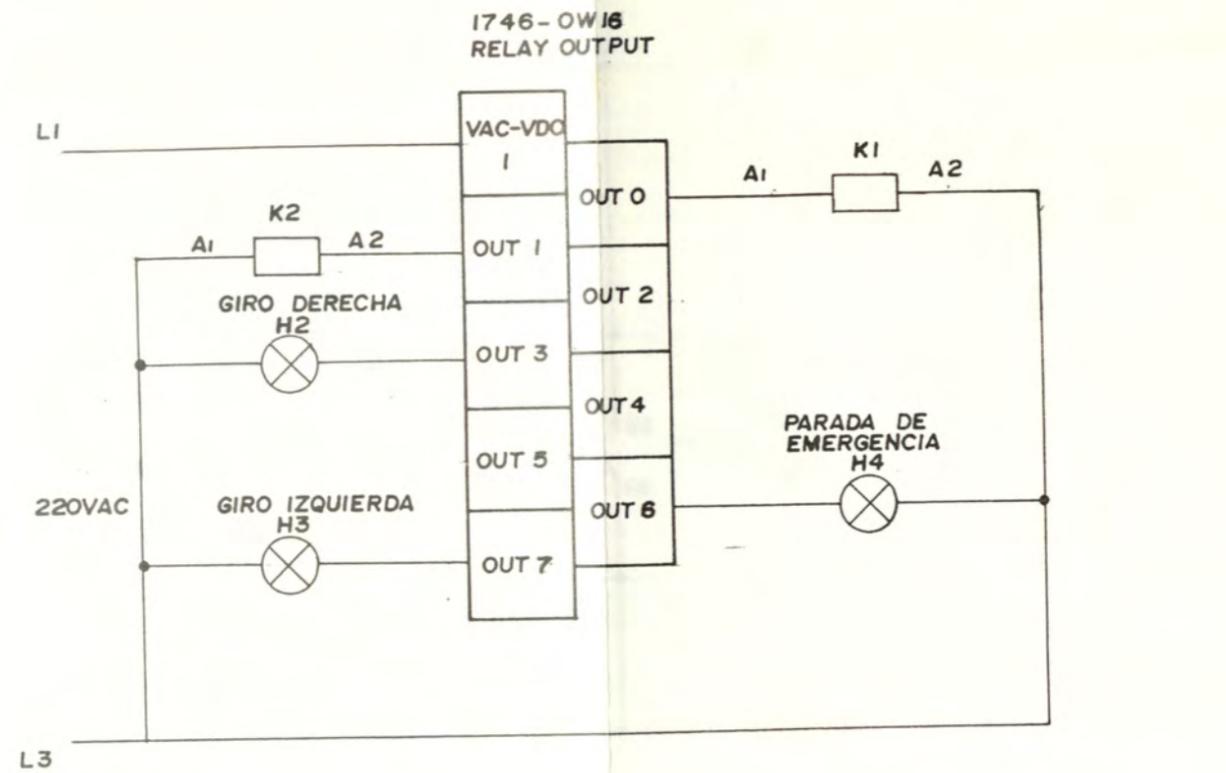
(b)

CPU: Procesador 5/02; de la familia SL 500 de Allen Bradley
 ID: Tarjeta de entradas digitales (1746-IB16)
 OD: Tarjeta de salidas digitales (1746-OW16)

Fig. 3.2 Esquema de conexiones
 a) Circuito de potencia
 b) Energización del PLC-SL 500 con procesador 5/02 de Allen Bradley



(a)



(b)

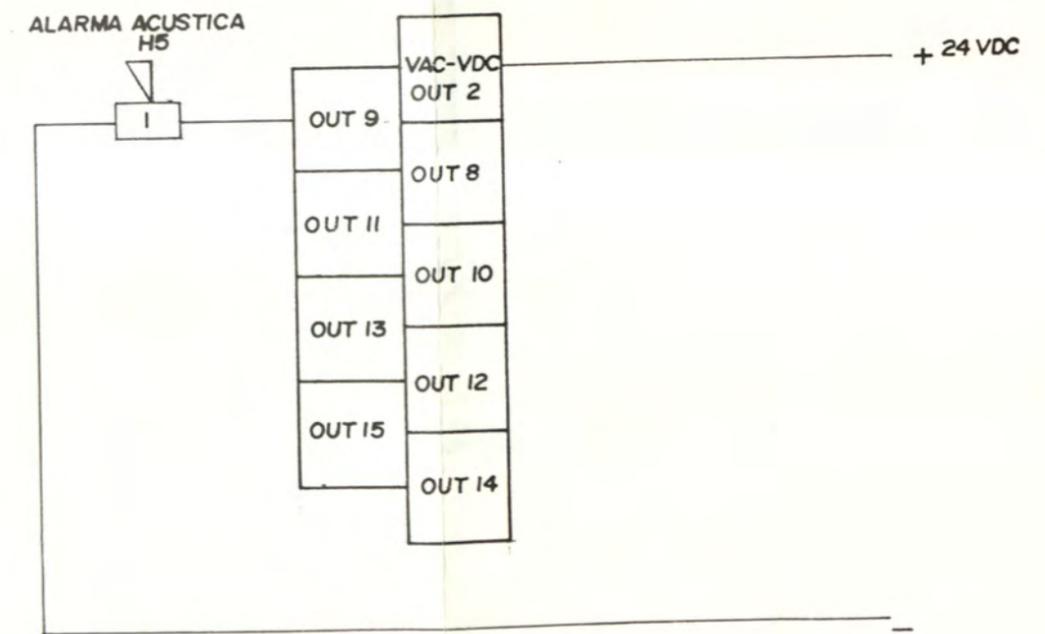


Fig. 3.3 Esquemas de conexiones para el control de inversión de giro de un motor asincrónico trifásico, en ciclo continuo
a) Conexiones de entradas al PLC
b) Conexiones de salidas del PLC.

3.3 Control de un sistema de fajas transportadoras con enclavamiento en el arranque y la parada.

3.3.1 Enunciado del problema

Con la finalidad de evitar acumulación de material, se debe realizar el accionamiento de tres fajas transportadoras (ver fig. 3.4) en forma secuencial sujetos a desconexión del circuito de mando por falla de una de las fajas. Por lo tanto la faja 1 puede trabajar sola, la faja 2 sólo puede trabajar con la faja 1 y la faja 3 sólo con las fajas 1 y 2.

La secuencia de arranque debe ser de tal manera que primero arranca el motor de la faja 1, luego el motor de la faja 2 y finalmente el motor de la faja 3.

La secuencia de parada debe ser de tal manera que primero debe parar el motor de la faja 3, luego el motor de la faja 2 y finalmente el motor de la faja 1.

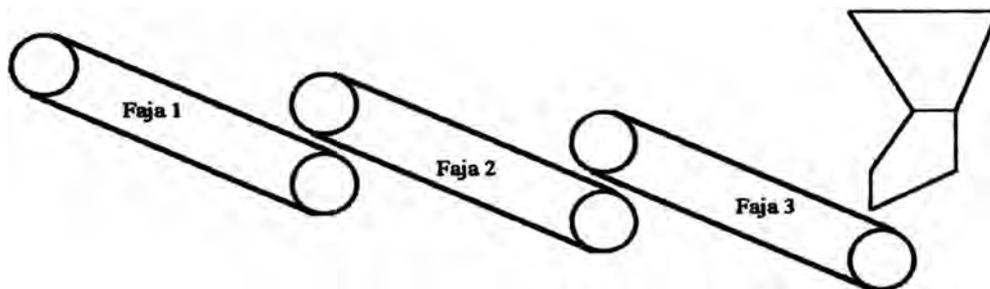


Fig. 3.4 Sistema de fajas transportadoras

La señalización del arranque de cada una de las fajas será a través de una lámpara piloto.

En caso de falla, la alarma deberá ser dada por una señal acústica y una señal luminosa en forma intermitente.

3.3.2 Programa de control

Para la realización del programa de control con el lenguaje Ladder (Ver Anexo 3.2) nos basamos en el esquema de mando que se muestra en la figura 3.5. En este programa S_0 es un pulsador de emergencia. S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 y S_6 son pulsadores de arranque y parada para los tres motores que están conectados a las poleas de arrastre de cada una de las fajas. F_5, F_6 y F_7 son relés termomagnéticos para cada uno de los tres motores. Todos estos elementos mencionados constituyen entradas físicas al PLC.

$K1, K2$ y $K3$ son las bobinas de los contactores para el arranque de los motores de las fajas. $H2, H3, H4$ y $H5$ son lámparas de señalización y $H6$ es una bocina para señal acústica de alarma. Todos estos elementos constituyen salidas físicas del PLC.

Como se puede apreciar del Anexo A.2, en la rung N° 0 se muestra la lógica para el arranque de los motores de las fajas, así como la señalización respectiva.

De la rung N° 1 a la rung N° 4 se muestran la lógica para la señalización y alarma en caso de falla.

3.3.3 Esquema de conexiones

En la fig. 3.6 se muestra el circuito de potencia para los tres motores que accionan las tres fajas transportadoras. En la fig. 3.7 se muestra las conexiones de entradas y salidas al PLC. La conexión para la energización al PLC es la misma que la de la fig. 3.2b por lo que no se repite.

3.4 Control de un sistema de bombeo de agua de desperdicio (waste-water)

3.4.1 Enunciado del problema

Mediante el uso de dos bombas se desea vaciar un tanque colector de agua de desperdicio (ver fig. 3.8).

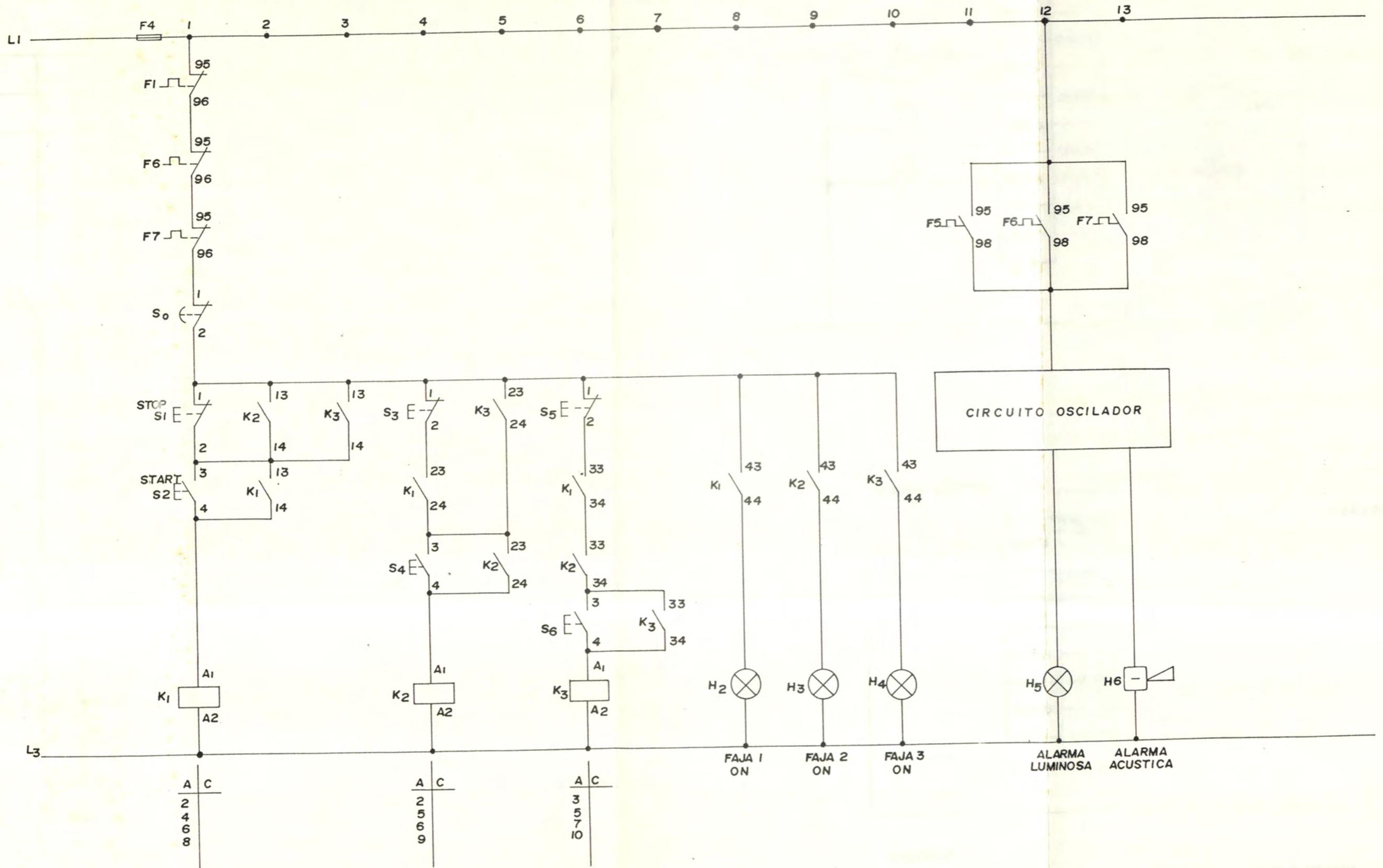


Fig. 3.5 Circuito de control o de mando de un sistema de fajas transportadoras con enclavamiento en el arranque y la parada.

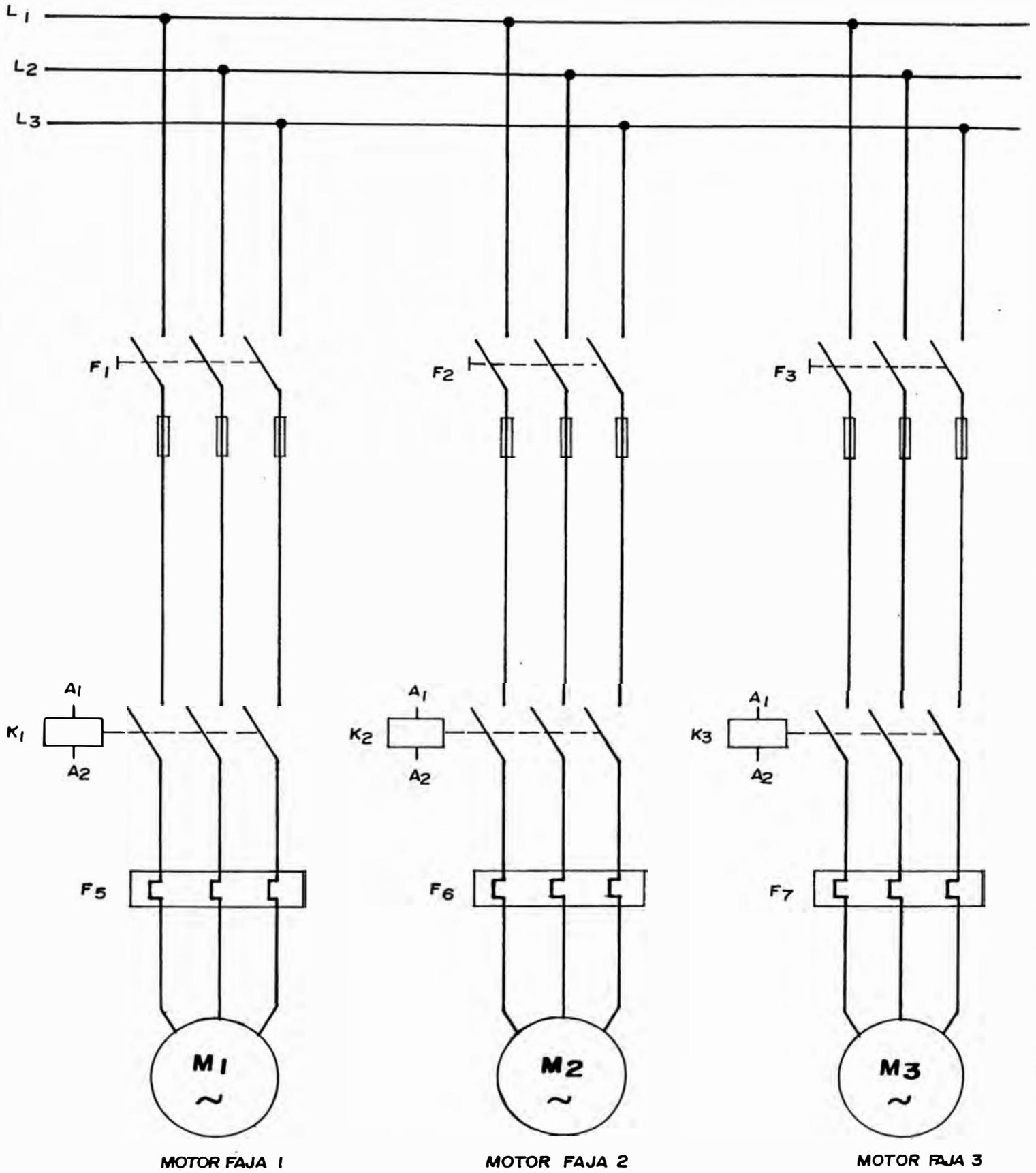
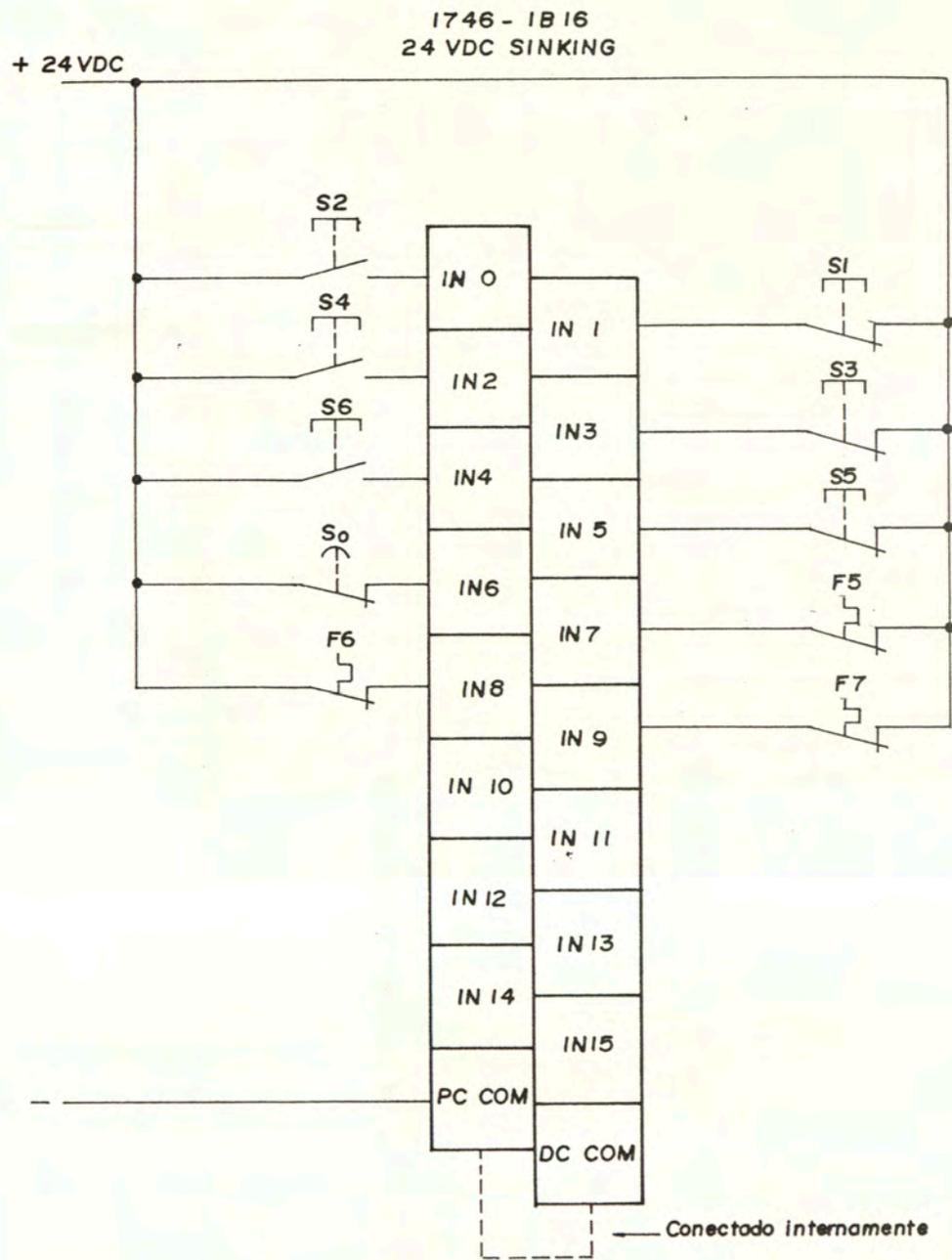


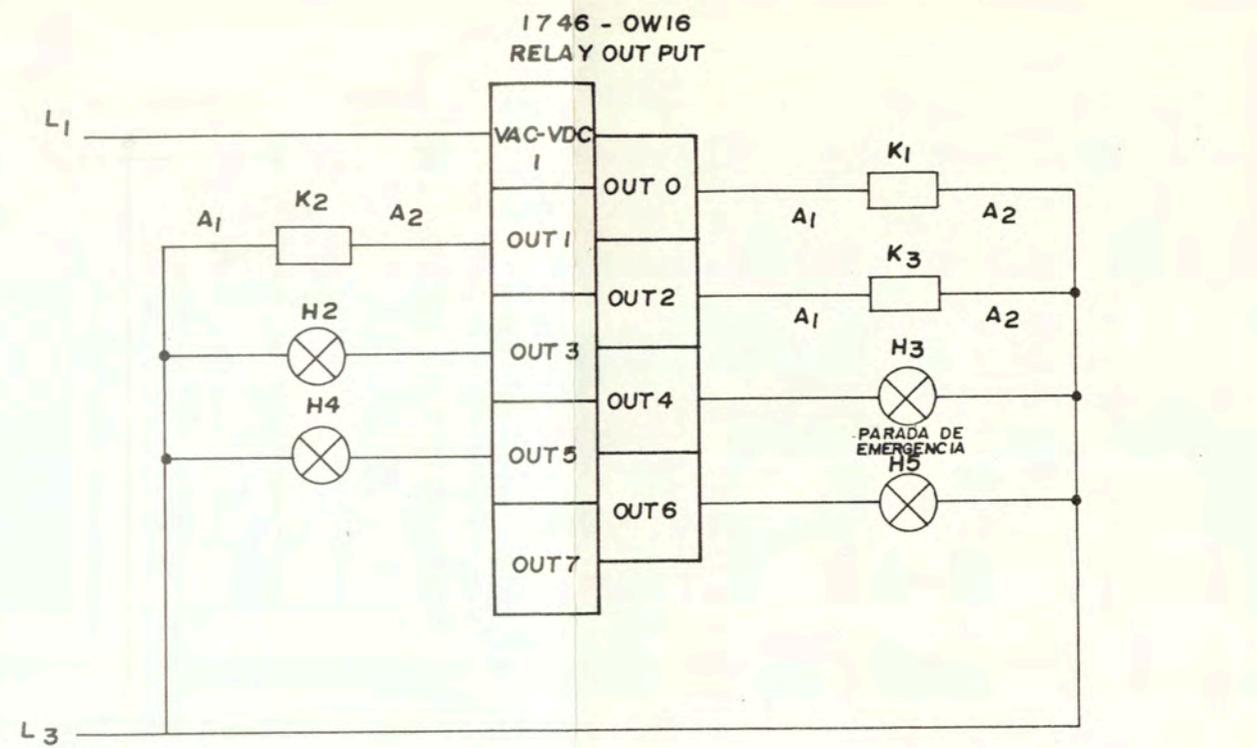
Fig. 3.6 Circuito de potencia de los motores de las fajas transportadoras.



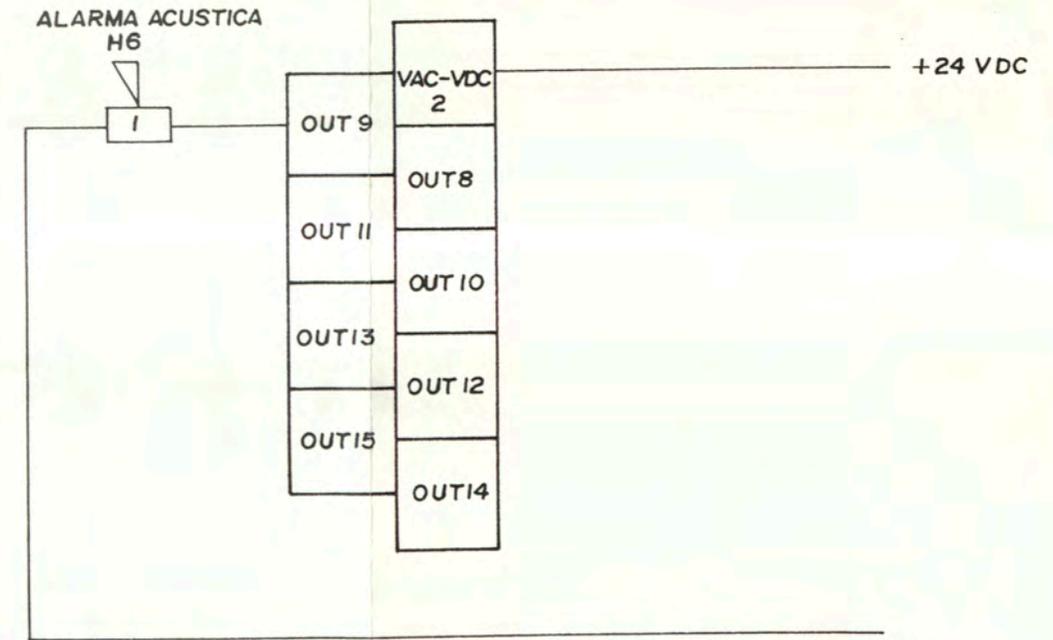
ENTRADAS:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| S0 Pulsador de emergencia | F5 Relé Termomagnético del motor 1 |
| S1 Pulsador de parada del motor 1 | F6 Relé Termomagnético del motor 2 |
| S2 Pulsador de arranque del motor 1 | F7 Relé Termomagnético del motor 3 |
| S3 Pulsador de parada del motor 2 | |
| S4 Pulsador de arranque del motor 2 | |
| S5 Pulsador de parada del motor 3 | |
| S6 Pulsador de arranque del motor 3 | |

(a)



ALARMA ACUSTICA
H6



SALIDAS:

- K1, K2, K3: Bombas de contactores para arranques de los motores de las fajas.
H2, H3, H4 y H5: Lámparas de señalización
H6: Bocina de alarma.

(b)

Fig. 3.7 Conexiones de entradas y salidas al P.L.C.

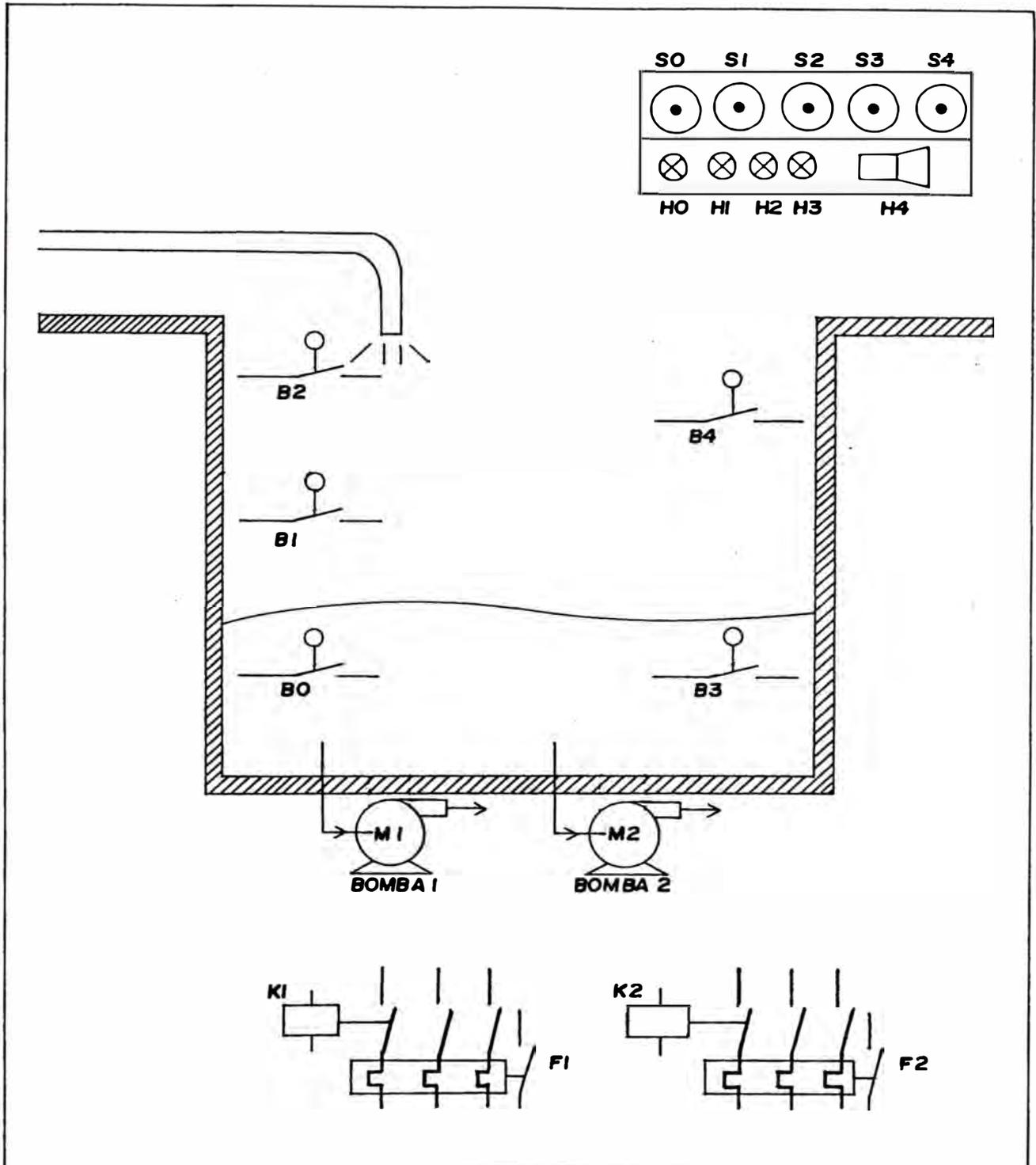


Fig. 3.8 Esquema del proceso.

Bomba 1**Arranque:**

La bomba es arrancada manualmente mediante presión momentánea del pulsador S2 (modo jogging) o en forma automática en modo continuo mediante el interruptor de nivel B1 cuando el nivel de agua es excedido.

Parada:

Si el nivel de agua cae por debajo del interruptor de nivel B0, la bomba se conmuta al estado OFF automáticamente. La bomba puede ser conmutada a OFF en cualquier momento mediante presión del pulsador S1 ó mediante el relé de sobrecorriente F1 (over load).

Bomba 2**Arranque:**

La bomba es conmutada a ON manualmente mediante presión momentánea del pulsador S4 (modo jogging) o automáticamente en modo continuo mediante el interruptor de nivel B4 cuando el nivel del agua es excedido.

Parada:

La bomba es conmutada a OFF automáticamente cuando el nivel de agua cae por debajo del interruptor de nivel B3. La bomba puede ser conmutada a OFF en cualquier momento mediante presión momentánea del pulsador S3 ó mediante el relé de sobrecorriente F2. Las lámparas piloto H2 hasta H6 indican los estados de operación de las bombas.

Ambas bombas se conmutan a OFF cuando se presiona el pulsador de parada. La bocina H6 debe sonar cuando el nivel de líquido alcanza al interruptor de nivel B2 o cuando falla una bomba por sobrecorriente.

3.4.2 Programa de control

Para la realización del Programa de Control con el lenguaje Ladder (Ver Anexo A.3) nos basamos en el esquema de mando que se muestra en la fig. 3.9.

En este programa, las rungs N° 0 y N° 1 contemplan el arranque o parada de las bombas 1 y 2 a través de las salidas O: 2/0 y O:2/1 que activarán o desactivarán los contactores K1 y K2 de los motores de las bombas.

Las rungs N° 2, N°3, N°4 y N°5 tienen que ver con la señalización mediante las salidas O:2/3; O:2/4; O:2/5; O;2/6 que activarán las lámparas piloto H2, H3, H4, H5 respectivamente.

La rung N° 6 está relacionada con la alarma acústica a través de la salida O:2/9 que activa o desactiva una bocina.

En las rungs N° 0 y N° 1 a través de las entradas I: 1/7 y I: 1/8 se contempla la protección por sobrecarga mediante los relés de protección térmica F1 y F2 (over load).

3.4.3 Esquema de conexiones

En la fig. 3.10 se muestra el circuito de potencia para las bombas y en la fig. 3.2b se muestra el circuito de energización del PLC SLC500, Procesador 5/Ø2 de Allen Bradley y en la fig. 3.11 se muestra los esquemas de conexiones de entradas y salidas al PLC.

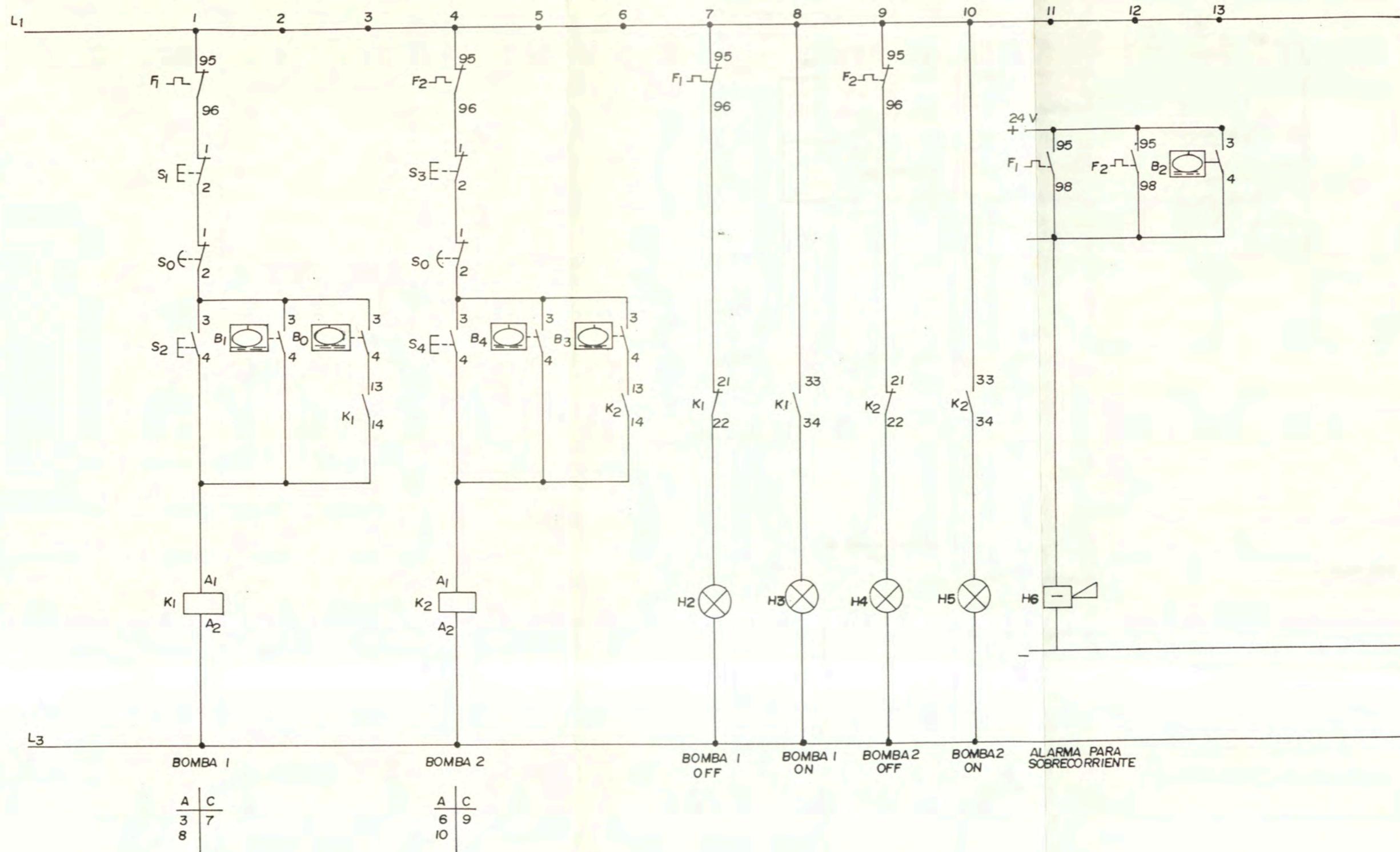


Fig. 3.9 Diagrama eléctrico de control de nivel del tanque de agua de desperdicio.

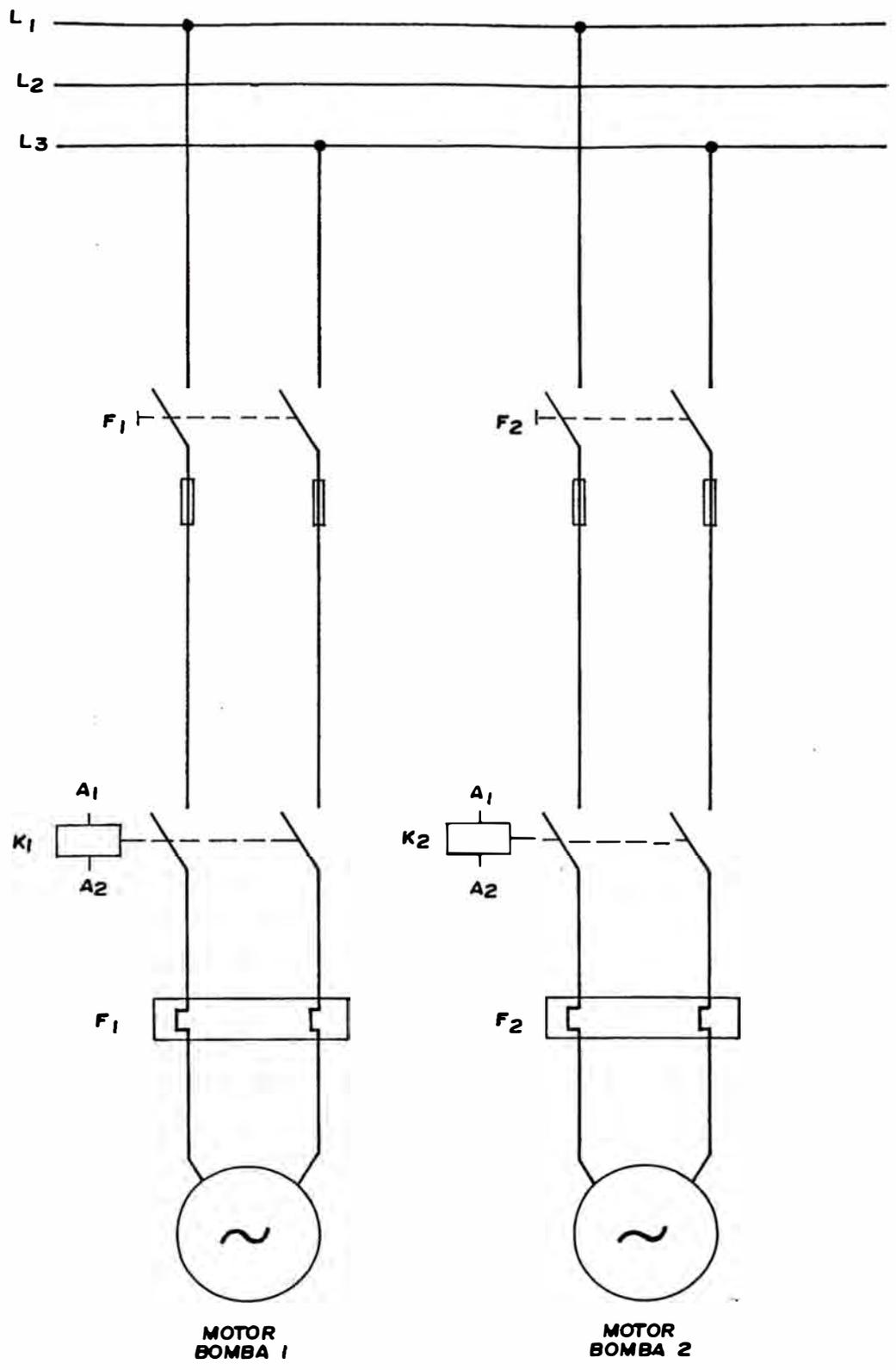
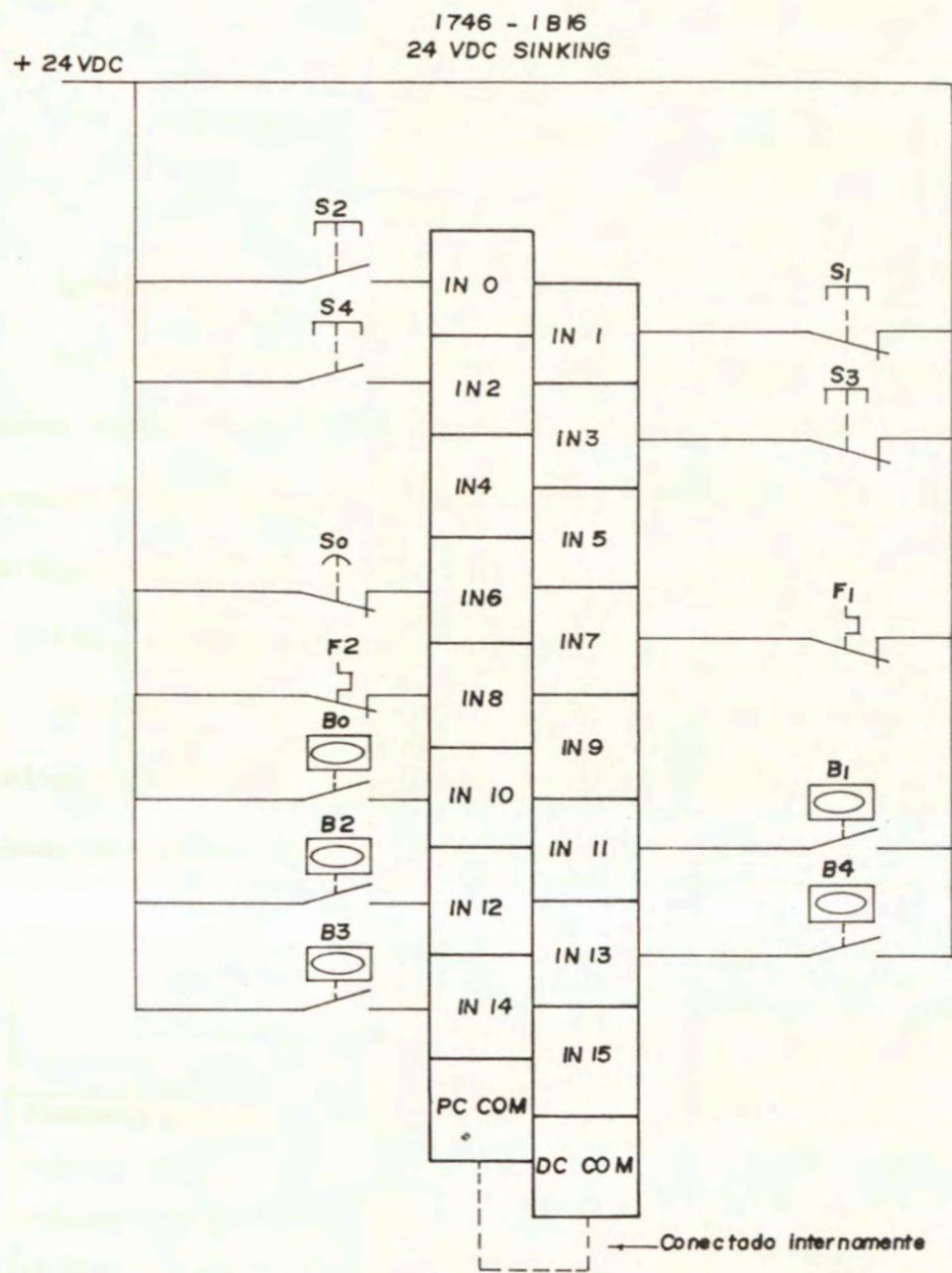


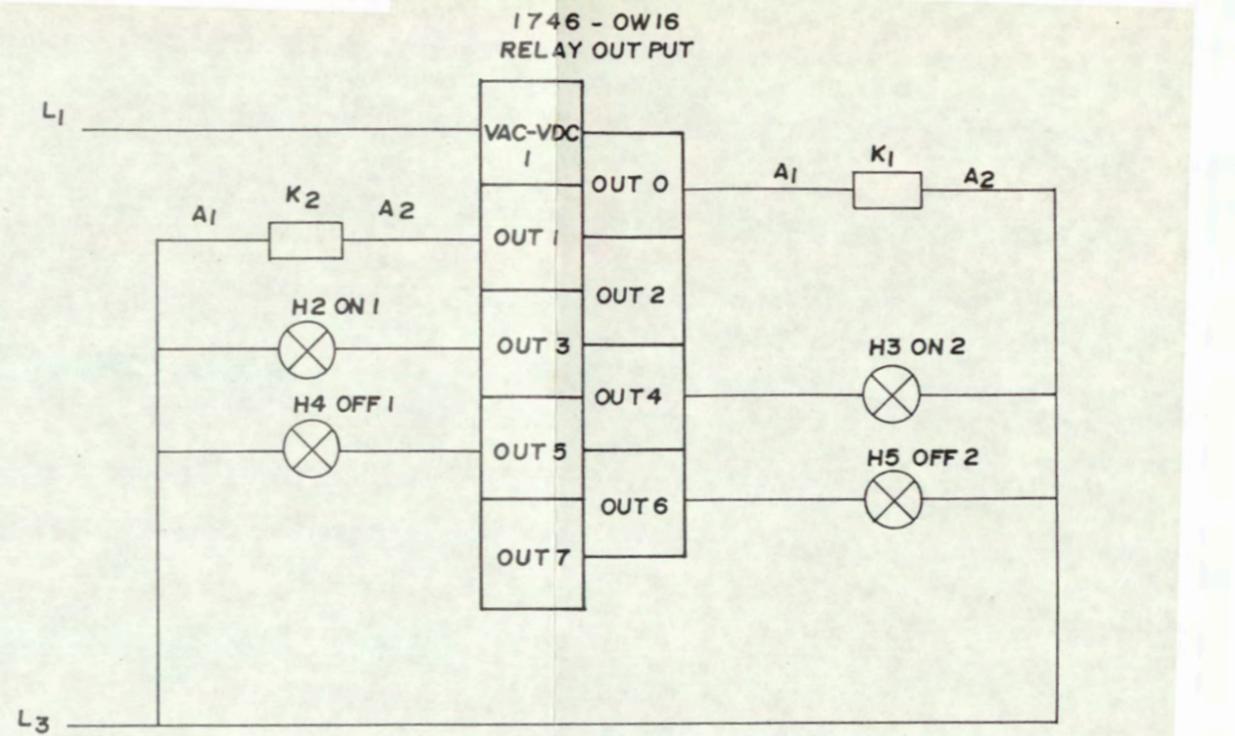
Fig. 3.10 Circuito de potencia para las bombas.



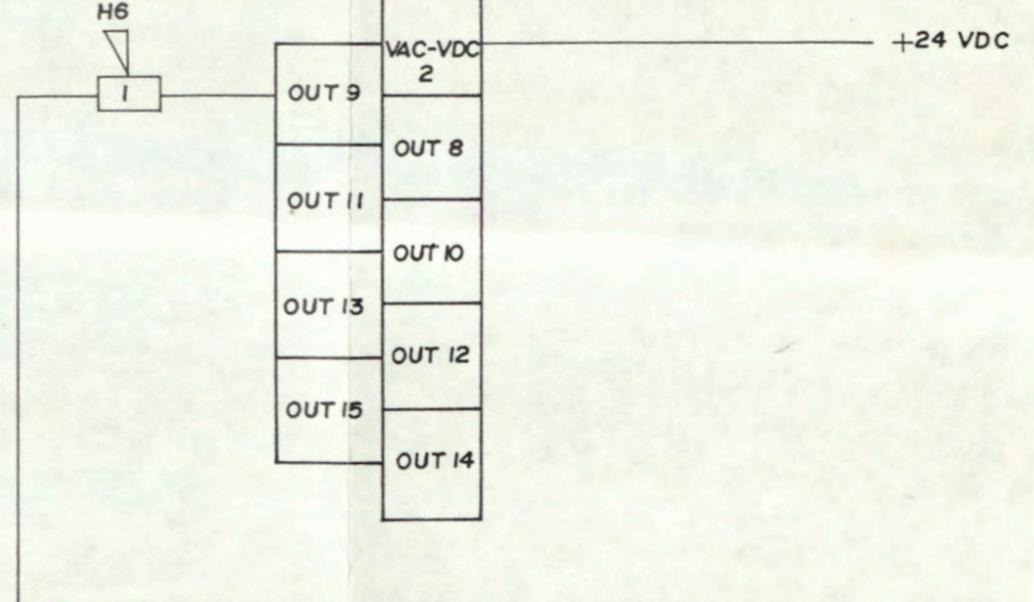
ENTRADAS:

- | | |
|---------------------------------------|---|
| So Pulsador de emergencia | F1 Relé de Sobrecorriente de la bomba 1 |
| S1 Pulsador de parada de la bomba 1 | F2 Relé de Sobrecorriente de la bomba 2 |
| S2 Pulsador de arranque de la bomba 1 | B0, B1, B2, B3, B4 flotadores normalmente abiertos (NO) |
| S3 Pulsador de parada de la bomba 2 | |
| S4 Pulsador de arranque de la bomba 2 | |

(a)



ALARMA ACUSTICA



SALIDAS :

- K1, K2 : Bobinas de contactores para arranque de las bombas 1 y 2.
- H2, H3 : Lámpara bomba 1 y 2 prendidas respectivamente
- H4, H5 : Lámpara bomba 1 y 2 apagados respectivamente
- H6 : Bobina de alarma.

(b)

Fig. 3.11 Conexiones de entradas y salidas al P.L.C.

CAPITULO IV COSTOS

4.1 Introducción

Los costos que se consideran en el módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos basados en PLCs, están relacionados fundamentalmente con los costos de dispositivos eléctricos, electrónicos, mecánicos y otros materiales eléctricos y mecánicos y el costo de construcción. No se consideran los costos de instalación ni de pruebas del módulo.

4.2 Costos de los dispositivos y materiales para la construcción del módulo

En la tabla 4.1 se muestran los costos de dispositivos y materiales utilizados en el módulo propuesto. Debemos aclarar que los dispositivos o elementos de la mencionada tabla señaladas con un asterisco (*) son propiedad del laboratorio de Electrónica de la UNI.

I t e m	Descripción	Can- tidad	Precio Unitario en S/.	Precio Total en S/.
Elementos de mando				
1.	Pulsador verde normalmente abierto (N.O)	3 u	30.48	91.44
2.	Pulsador rojo normalmente cerrado (N.C.), 10A, 220V y 60 Hz.	3 u	30.48	91.44
3.	Pulsador rojo para parada de emergencia, tipo hongo, 10A, 220V y 60 Hz.	1 u	35.00	35.00
Elementos de señalización y alarma.				
4.	Lámpara piloto color verde de 10A, 220V y 60 Hz.	6 u	15.81	94.86

I t e m	Descripción	Can- tidad	Precio Unitario en S/.	Precio Total en S/.
5.	Lámpara piloto color rojo de 10A, 220V, y 60 Hz.	6 u	15.81	94.86
6.	Lámpara piloto color ámbar de 10A, 220V y 60 Hz.	1 u	15.81	15.81
7*.	Alarma acústica para 24 VDC.	1 u	40.00	40.00
Elementos finales de control				
8.	Contador 3P + 1NA, para 0.375 Kw, 220V y 60 Hz.	3 u	63.00	189.0
Controlador				
9*.	PLC marca Allen Bradley modelo SLC, Procesador S/02 de 4K de memoria de usuario, tiempo de scan 8 milisegundos, con rack de 10 slots, fuente de alimentación 220VAC, con una tarjeta de 16 entradas discretas para polarización a 24 VDC y una tarjeta de 16 salidas a relé, con interface de comunicaciones RS232/RS485 para programación con P.C.	1 u	6 713	6 713
Elementos de protección y maniobra				
10	Relé térmico tripolar para protección de 1.6a 2.5A, 220VAC, 60Hz.	3 u	80.00	240.0
11	Disyuntor magnetotérmico para 0,375 Kw, 220VAC, 60Hz.	3 u	149.00	447.0
Elementos para cableado del tablero				
12	Perfil DIN D25-MB.	2 m	16.80	33.60
13	Perfil DIN AM1-DL200	2 m	11.50	23.00
14	Regleta de empalme para conexión de cables de 2,5 mm ² de sección (N° 14 - AWG)	45pt	2.80	84.00
15	Canaleta plástica de 4 mm ² de sección con ranuras.	2 m	12.00	24.00
16	Cable mellizo N° 20 - AWG.	99 m	0.50	49.50
17	Cable trifásico NYY de 2.5 mm ² de sección.	15 m	1.00	15.00
18	Cinta aislante	1 u	3.00	3.00
19	Plancha ranurada para anclaje de dispositivos de mando de 40 cm x 60 cm.	1 u	280.0	280.0
Motores Eléctricos.				
20	Motor eléctrico marca WEG, trifásico de 0,75 HP, 220VAC, 60 Hz y 1800 RPM	3 u	250.0	750.0

I t e m	Descripción	Can- tidad	Precio Unitario en S/.	Precio Total en S/.
21*	Electrobomba marca PENTAX, tipo PM 50, para 25m. de altura hidráulica con motor de 0.37 Kw monofásico, 220V, 60 Hz.	1 u	286.0	286.0
22	Electrobomba marca PENTAX, tipo CAM 550, para 25 m. de altura hidráulica con motor de 0,44 Kw monofásico, 220V, 60Hz.	1 u	286.0	286.0
23*	Electrobomba marca PENTAX, tipo CM 50 para 25 m. de altura hidráulica, con motor de 0,37 Kw monofásico, 220V y 60Hz.	1 u	286.0	286.0
Sensores				
24	Sensor capacitivo de nivel para 220V,. 60Hz.	5 u	28.0	140.0
Partes mecánicas.				
25	Faja transportadora de 1,50 m. de largo por 0.20 m. de ancho con polines en U, con motoreductor y tolva de alimentación.	1 u	1 146	1 146
26	Faja transportadora de 1.50 m. de largo por 0.20 m. de ancho con polines llanos, con motoreductor.	1 u	917.0	917.0
27	Faja transportadora de 1.50 m. de largo por 0.20 de ancho con plancha de acero inoxidable como base.	1 u	687.0	687.0

TOTAL 11402 13062

CONCLUSIONES

El diseño y construcción del módulo propuesto en la presente tesis se ha realizado siguiendo procedimientos sistemáticos y la orientación de normas establecidas para el control secuencial.

Modernamente, los Controladores Lógicos Programables (PLCs) juegan un rol preponderante en el control industrial y en particular en el control de procesos secuenciales que con mayor frecuencia se presentan en la industria. De tal manera que, su estudio y aplicación práctica, debe ser parte fundamental de la formación académica básica de estudiantes de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y ramas afines.

En tal sentido, el módulo propuesto constituye un pequeño aporte para cumplir con el objetivo planteado, es decir, implementar un módulo para la enseñanza de automatismos eléctricos, que permita a los estudiantes trabajar en el laboratorio con experiencias cada vez cercano a las aplicaciones reales de la industria, y de esta manera ayudar a cerrar la brecha que existe entre la formación teórica y la aplicación práctica que el país demanda.

Las limitaciones económicas han imposibilitado que el módulo sea más completo. Sin embargo, las posibilidades de mejorarlo están abiertas, mediante otros trabajos de tesis o proyectos de otra índole.

ANEXO A

LISTADO DE LA EDICION Y DOCUMENTACION DE LOS PROGRAMAS DE CONTROL

**A.1 PROGRAMA PARA EL CONTROL DE
INVERSION DE GIRO DE UN MOTOR
TRIFASICO EN CICLO CONTINUO**

+-----+

Allen-Bradley Co.
Software Serie 1747
APS Versi "n 5.11
Utilidad de documentaci "n
Listando progr.

CONTROL DE INVERSION DE GIRO

Archivo procesador: GIRO.ACH
Marzo 28, 1998 - 13:47

+-----+

Rengl "n 2:0

S2	S1	F1	S0		B3
I:1	I:1	I:1	I:1		()
0	1	7	6		0
B3					
0					

Rengl "n 2:1

B3		+TON-----+
0		+TEMP A LA CONEXION+-(EN)-
		Temporizador T4:0+-(DN)
		Base Tiempo 1.0
		Presel 64
		Acum 0
		+-----+

Rengl "n 2:2

B3	+GRT-----+	+LEQ-----+	K1
0	+MAYOR QUE	+MENOR O IGUAL QUE	O:2
	Fuente A T4:0.ACC	Fuente A T4:0.ACC	()
	0	0	0
	Fuente B 0	Fuente B 24	
			H2
			O:2
			+--()--+
			3

Rengl "n 2:3

B3	+GRT-----+	+LEQ-----+	K2
0	+MAYOR QUE	+MENOR O IGUAL QUE	O:2
	Fuente A T4:0.ACC	Fuente A T4:0.ACC	()
	0	0	1
	Fuente B 32	Fuente B 56	
			H3
			O:2
			+--()--+
			7

Rengl "n 2:4

F1		H4
I:1		O:2
7		()
		6
		H5
		O:2
		+--()--+
		9

Rengl "n 2:5

T4:0		T4:0
DN		(RES)

CONTROL DE INVERSION DE GIRO
Listando progr.

Archivo procesador: GIRO.ACH

Marzo 28, 1998 P gina 2
Rengl "n 2:6

Rengl "n 2:6

-----+END+-----

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Archivo Inicial:	2
Archivo Final:	2
L/nea potencia:	SI
Comentarios direcci "n:	NO
Display Direcci "n:	SI
Comentarios Rengl "n:	NO
Ref.Cruzada en diag. escalera:	NING

Referenc.Cruzad

Archivo procesador: GIRO.ACH

Direcc	Smbolo / Instrucci"n	Comentario / Archiv N#m: Rengl "n N#m
B3/0	-] [- 2:0 2:1 2:2 2:3 -()- 2:0	
I:1/0	S2 -] [- 2:0	START
I:1/1	S1 -] [- 2:0	STOP
I:1/6	S0 -] [- 2:0	PARADA DE EMERGENCIA
I:1/7	F1 -] [- 2:0 -]/[- 2:4	OVER LOAD
O:2/0	K1 -()- 2:2	GIRO DERECHA
O:2/1	K2 -()- 2:3	GIRO IZQUIERDA
O:2/3	H2 -()- 2:2	
O:2/6	H4 -()- 2:4	ALARMA LUMINOSA
O:2/7	H3 -()- 2:3	
O:2/9	H5 -()- 2:4	ALARMA ACUSTICA
T4:0	-RES- 2:5 -TON- 2:1	
T4:0.ACC	-GRT- 2:2 2:3 -LEQ- 2:2 2:3	
T4:0/DN	-] [- 2:5	

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Valor Inicial:	B
Valor Final:	T
Elige Orden:	DIRECC
Comentarios direcci "n:	SI
Mnem"nico de instrucci "n:	SI

+-----+

Allen-Bradley Co.
Software Serie 1747
APS Versi "n 5.11
Utilidad de documentaci "n
Listando progr.

PROGRAMA ALTERNATIVO-CONTROL DE INVERSION DE GIRO

Archivo procesador: GIRO2.ACH
Marzo 28, 1998 - 14:23

+-----+

PROGRAMA ALTERNATIVO-CONTROL DE INVERSION DE GIRO
Listando progr. Archivo procesador: GIRO2.ACH

Marzo 28, 1998 P gina 2
Rengl "n 2:6

Rengl "n 2:6

-----+END+-----

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Archivo Inicial:	2
Archivo Final:	2
L'nea potencia:	SI
Comentarios direcci "n:	NO
Display Direcci "n:	SI
Comentarios Rengl "n:	NO
Ref.Cruzada en diag. escalera:	NING

Direcc	Smbolo / Instrucci "n	Comentario / Archiv N#m: Rengl "n N#m
B3/0	-] [- 2:1 2:2 2:3 -()- 2:0	
I:1/0	S2 -] [- 2:0	START
I:1/1	S1 -] [- 2:0	STOP
I:1/6	S0 -] [- 2:0	PULSADOR EMERGENCIA
I:1/7	F1 -] [- 2:0 -]/[- 2:4	OVER LOAD
O:2/0	K1 -()- 2:2	GIRO DERECHA
O:2/1	K2 -()- 2:3	GIRO IZQUIERDA
O:2/3	H2 -()- 2:2	
O:2/6	H4 -()- 2:4	ALARMA LUMINOSA
O:2/7	H3 -()- 2:3	
O:2/9	H5 -()- 2:4	ALARMA ACUSTICA
T4:0	-RES- 2:5 -TON- 2:1	
T4:0.ACC	-LIM- 2:2 2:3	
T4:0/DN	-] [- 2:5	

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Valor Inicial:	B
Valor Final:	T
Elige Orden:	DIRECC
Comentarios direcci "n:	SI
Mnem "nico de instrucci "n:	SI

E/S CONFIGURACION PARA:GIRO2

Rack 1 = 1746-A10 Chasis de 10 slot

SLOT	CATALOG #	DESCRIPCION TARJ	CONFIG. - TAMA%
0	1747-L524	5/02 CPU - 4K MEM. USUARIO	
1	1746-IB16	16-Entradas (SINK) 24 VCC	
2	1746-OW16	16-Salidas [RELE] VCA/VCC	
3	*****	NO CONFIGURADO *****	
4	*****	NO CONFIGURADO *****	
5	*****	NO CONFIGURADO *****	
6	*****	NO CONFIGURADO *****	
7	*****	NO CONFIGURADO *****	
8	*****	NO CONFIGURADO *****	
9	*****	NO CONFIGURADO *****	

**A.2 PROGRAMA PARA EL CONTROL DEL
SISTEMA DE FAJAS TRANSPORTADORAS
CON ENCLAVAMIENTO EN EL
ARRANQUE Y LA PARADA**

+-----+

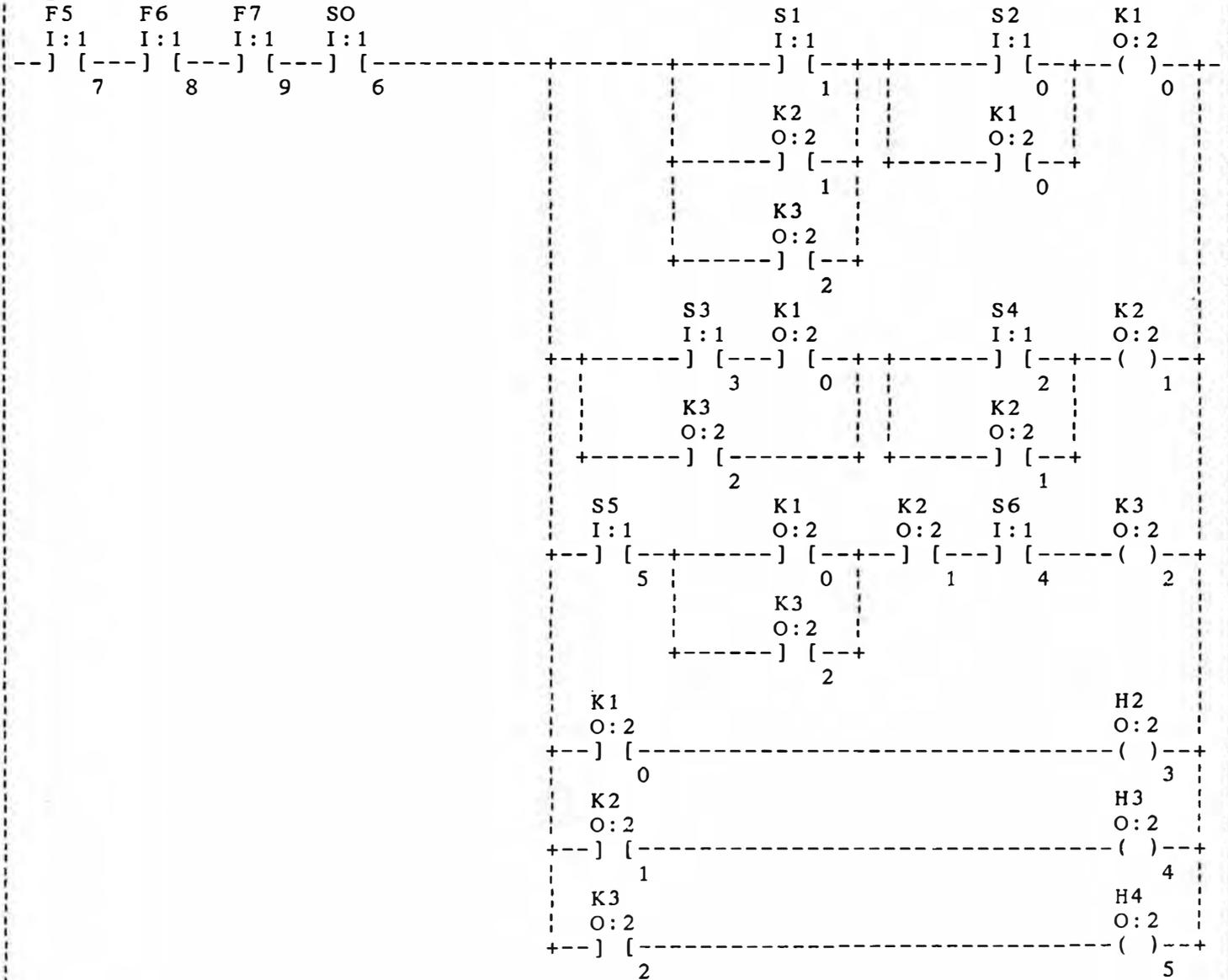
Allen-Bradley Co.
Software Serie 1747
APS Versi "n 5.11
Utilidad de documentaci "n
Listando progr.

CONTROL DE FAJAS TRANSPORTADORAS

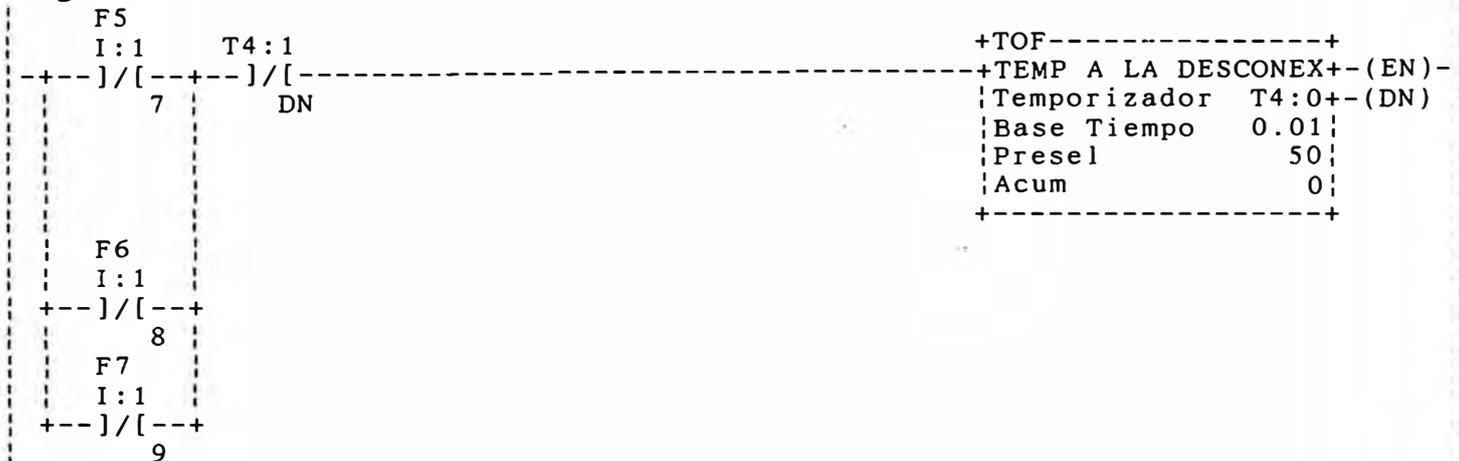
Archivo procesador: FAJAS.ACH
Marzo 28, 1998 - 13:30

+-----+

Rengl "n 2:0



Rengl "n 2:1



Rengl "n 2:2

```
T4:0
--] [-----+TOF-----+
      DN                                           +TEMP A LA DESCONEX+-(EN)-
                                           |Temporizador T4:1+-(DN)
                                           |Base Tiempo 0.01|
                                           |Presel      50 |
                                           |Acum       0  |
                                           +-----+
```

Rengl "n 2:3

```
T4:0
--] [-----+-----+-----+
      TT                                           H5
                                           O:2
                                           +---( )---+
                                           |6|
                                           H6
                                           O:2
                                           +---( )---+
                                           |9|
```

Rengl "n 2:4

```
-----+END+-----
```

RESUMEN OPCIONES REPORT

r

Asegurar Info V lida X-Ref:	NO
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Archivo Inicial:	2
Archivo Final:	2
L!nea potencia:	SI
Comentarios direcci "n:	NO
Display Direcci "n:	SI
Comentarios Rengl "n:	NO
Ref.Cruzada en diag. escalera:	NING

Direcc	Smbolo / Instrucci "n	Comentario Archiv N#m: Rengl "n N#m
I:1/0	S2 -] [- 2:0	START
I:1/1	S1 -] [- 2:0	STOP
I:1/2	S4 -] [- 2:0	START
I:1/3	S3 -] [- 2:0	STOP
I:1/4	S6 -] [- 2:0	START
I:1/5	S5 -] [- 2:0	STOP
I:1/6	SO -] [- 2:0	PARO DE EMERGENCIA
I:1/7	F5 -] [- 2:0 -]/[- 2:1	OVER LOAD OVER LOAD
I:1/8	F6 -] [- 2:0 -]/[- 2:1	OVER LOAD OVER LOAD
I:1/9	F7 -] [- 2:0 -]/[- 2:1	OVER LOAD OVER LOAD
O:2/0	K1 -] [- 2:0 2:0 2:0 2:0 -()- 2:0	FAJA 1
O:2/1	K2 -] [- 2:0 2:0 2:0 2:0 -()- 2:0	FAJA 2
O:2/2	K3 -] [- 2:0 2:0 2:0 2:0	

Referenc.Cruzad

Archivo procesador: FAJAS.ACH

Direcc	Smbolo Instrucci"n	Comentario / Archiv N#m: Rengl "n N#m
O:2/3	H2 -()- 2:0	FAJA 1 ACTIVA
O:2/4	H3 -()- 2:0	FAJA 2 ACTIVA
O:2/5	H4 -()- 2:0	FAJA 3 ACTIVA
O:2/6	H5 -()- 2:3	ALARMA LUMINOSA
O:2/9	H6 -()- 2:3	ALARMA ACUSTICA
T4:0	-TOF- 2:1	
T4:0/DN	-] [- 2:2	
T4:0/TT	-] [- 2:3	
T4:1	-TOF- 2:2	
T4:1/DN	-]/[- 2:1	

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Valor Inicial:	B
Valor Final:	T
Elige Orden:	DIRECC
Comentarios direcci "n:	SI
Mnem "nico de instrucci "n:	SI

E/S CONFIGURACION PARA:FAJAS

Rack 1 = 1746-A10 Chasis de 10 slot

SLOT	CATALOG #	DESCRIPCION TARJ	CONFIG. - TAMA%
0	1747-L524	5/02 CPU - 4K MEM. USUARIO	
1	1746-OW16	16-Salidas [RELE] VCA/VCC	
2	*****	NO CONFIGURADO *****	
3	*****	NO CONFIGURADO *****	
4	*****	NO CONFIGURADO *****	
5	*****	NO CONFIGURADO *****	
6	*****	NO CONFIGURADO *****	
7	*****	NO CONFIGURADO *****	
8	*****	NO CONFIGURADO *****	
9	*****	NO CONFIGURADO *****	

A.3 PROGRAMA PARA EL CONTROL DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA DE DESPERDICIO

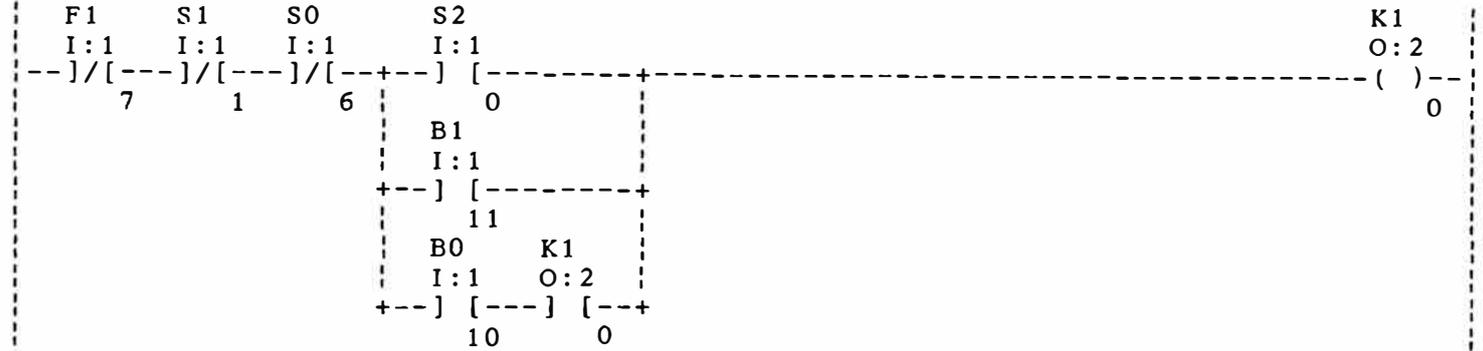
+-----+
Allen-Bradley Co.
Software Serie 1747
APS Versi "n 5.11
Utilidad de documentaci "n
Listando progr.

CONTROL NIVEL - AGUAS DE DESPERDICIO

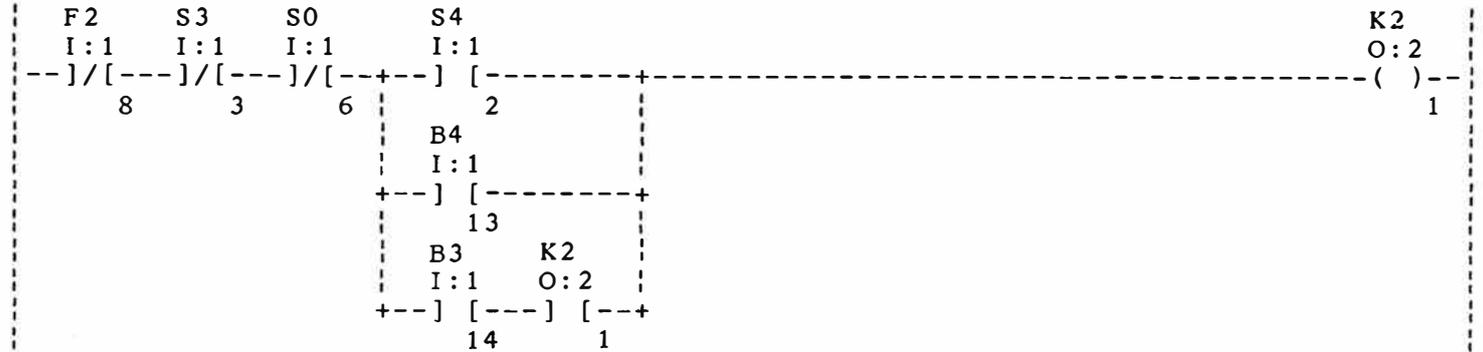
Archivo procesador: NIVEL2.ACH
Marzo 28, 1998 - 13:54

+-----+

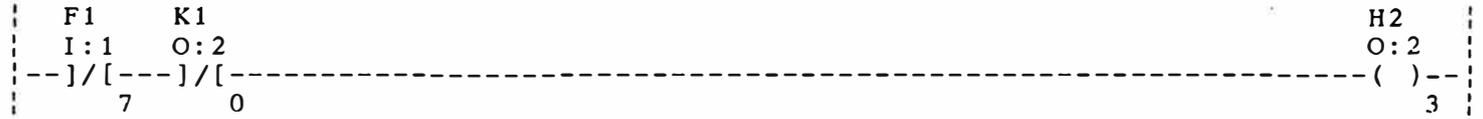
Rengl "n 2:0



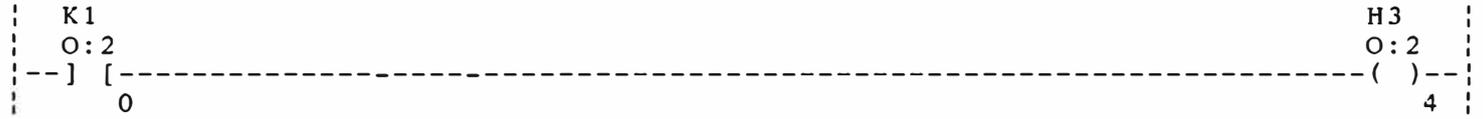
Rengl "n 2:1



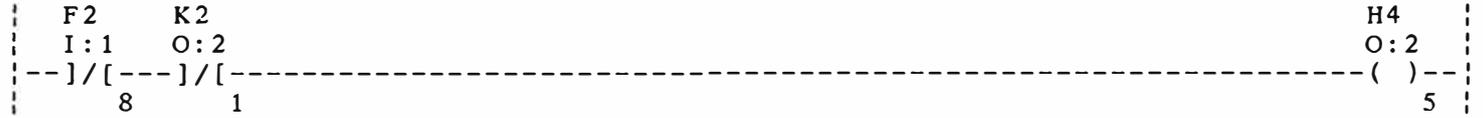
Rengl "n 2:2



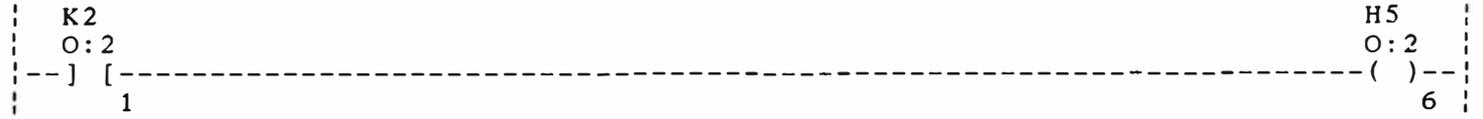
Rengl "n 2:3



Rengl "n 2:4



Rengl "n 2:5



Rengl "n 2:6



CONTROL NIVEL - AGUAS DE DESPERDICIO
Listando progr.

Archivo procesador: NIVEL2.ACH

Marzo 28, 1998 P gina 2
Rengl "n 2:6

```
+++      +++  
|      |      |  
|      B2     |  
|      I:1    |  
|  +-- ] [ --+ |  
|          12  |  
|              |
```

Rengl "n 2:7

-----+END+-----

RESUMEN OPCIONES REPORT

Asegurar Info V lida X-Ref:	SI
Modo Gr fico:	NO
Ancho P gina:	80
Longitud P gina:	70
Archivo Inicial:	2
Archivo Final:	2
L'nea potencia:	SI
Comentarios direcci "n:	NO
Display Direcci "n:	SI
Comentarios Rengl "n:	NO
Ref.Cruzada en diag. escalera:	NING

Direcc	Smbolo / Instrucci "n	Comentario / Archiv N#m: Rengl "n N#m	
I:1/0	S2 -] [- 2:0		BOMBA1 ON (NO)
I:1/1	S1 -]/[- 2:0		BOMBA1 OFF (NC)
I:1/2	S4 -] [- 2:1		BOMBA2 ON (NO)
I:1/3	S3 -]/[- 2:1		BOMBA2 OFF (NC)
I:1/6	S0 -]/[- 2:0 2:1		PARADA DEEMERGENCIA
I:1/7	F1 -] [- 2:6 -]/[- 2:0 2:2		OVER LOAD DE K1 (NO) OVER LOAD DE K1 (NC)
I:1/8	F2 -] [- 2:6 -]/[- 2:1 2:4		OVER LOAD DE K2 (NO) OVER LOAD DE K2 (NC)
I:1/10	B0 -] [- 2:0		FLOTADOR (NO)
I:1/11	B1 -] [- 2:0		FLOTADOR (NO)
I:1/12	B2 -] [- 2:6		FLOTADOR (NO)
I:1/13	B4 -] [- 2:1		FLOTADOR (NO)
I:1/14	B3 -] [- 2:1		FLOTADOR (NO)
O:2/0	K1 -] [- 2:0 2:3 -]/[- 2:2 -()- 2:0		CONTACTOR BOMBA 1

Direcc	Smbolo / Instrucci "n	Comentario / Archiv N#m: Rengl "n N#m		
O:2/1	K2 -] [- 2:1 2:5 -]/[- 2:4 -()- 2:1		CONTACTOR	BOMBA 2
O:2/3	H2 -()- 2:2			LAMPARA
O:2/4	H3 -()- 2:3			LAMPARA
O:2/5	H4 -()- 2:4			LAMPARA
O:2/6	H5 -()- 2:5			LAMPARA
O:2/9	H6 -()- 2:6		ALARMA	ACUSTICA

E/S CONFIGURACION PARA:NIVEL2

Rack 1 = 1746-A10 Chasis de 10 slot

SLOT	CATALOG #	DESCRIPCION TARJ	CONFIG. - TAMA%
0	1747-L524	5/02 CPU - 4K MEM. USUARIO	
1	1746-IB16	16-Entradas (SINK) 24 VCC	
2	1746-OW16	16-Salidas [RELE] VCA/VCC	
3	*****	NO CONFIGURADO *****	
4	*****	NO CONFIGURADO *****	
5	*****	NO CONFIGURADO *****	
6	*****	NO CONFIGURADO *****	
7	*****	NO CONFIGURADO *****	
8	*****	NO CONFIGURADO *****	
9	*****	NO CONFIGURADO *****	

ANEXO B

INSTRUCCIONES DE PROGRAMACION Y CONEXION DE MODULOS I/O DEL PLC SLC500 DE ALLEN BRADLEY

Programación

El programa realizado por el usuario consiste en un conjunto de instrucciones dispuestas en un orden determinado, que señalan la operación a realizar y las condiciones de funcionamiento.

El lenguaje utilizado se denomina "Diagrama escalera" y está compuesto por símbolos de relés y bloques funcionales.

La programación se asemeja mucho a diagramas eléctricos de control mediante relés.

En la ejecución del programa, el procesador verifica constantemente el estado de los dispositivos de entrada, ejecuta la lógica de control programado y actúa sobre la salida energizándola o desenergizándola.

El Diagrama Escalera está constituido por líneas individuales denominados RUNG (ramas), cada una de ellas consistentes de una o más instrucciones de salida.

Durante la operación, el procesador evalúa cada RUNG, energizando o desenergizando la salida de acuerdo con la continuidad lógica en la línea.

Ciclo de operación

El Ciclo de Operación del programa consta de 2 partes. Existe lo que se denomina Barrido de Programa (PROGRAM SCAN) , y el Barrido de E/S (IO SCAN).

La secuencia de operación es el siguiente

1. El procesador lee las entradas de terreno y actualiza el archivo de memoria interno I1.
 2. Comienza la ejecución del programa, actualizando memorias internas y el archivo de salida O0, hasta finalizar el programa.
 3. El procesador traspasa la información del área de salida O0 hacia los módulos respectivos, para el control de actuadores en terreno.
 4. Se vuelve al punto 1.
-

Los puntos 1 y 3 corresponden al SCAN de E/S y el punto 2 al SCAN de programa. Ambos son independientes, lo que asegura que cualquier cambio que ocurra en un dispositivo externo durante el scan del programa no será tomado en cuenta hasta el próximo scan de E/S. De igual manera, los cambios asociados a las salidas externas durante la ejecución del scan de programa sólo se manifestará en el terreno durante el próximo barrido de entrada y salida.

Set de instrucciones

El conjunto de instrucciones de la familia SLC-500 se encuentra entre las más poderosas de su tipo. Esta se deriva de la línea de Controladores Programables PLC5.

Este set de instrucciones incluye las tradicionales tipo relé, temporizadores, contadores, desplazamiento de registros, instrucciones aritméticas y de comparación para aplicaciones más complejas. Además, se dispone de otras instrucciones de alto nivel que hacen más eficiente un programa, tales como saltos, subrutinas, operaciones con archivos de datos, PID, actualización inmediata de E/S, etc.

Los controladores SLC 500 de Hardware fijo como los de tipo modular y los Micrologix 1000 se programan en diagrama escalera usando ya sea el terminal manual (HHT) o el software de programación avanzado (APS) mediante un computador .

Instrucciones tipo relé.

- XIC Examine si está cerrado.
- XIO Examine si está abierto.
- OTE Energiza salida
- OTL Salida retenida (Latch)
- OTU Abrir salida (Unlatch)
- OSR Pulso (One slot)

EXAMINE SI ESTÁ CERRADO - XIC

Examina el estado de un bit , si dicho bit está en "1", la instrucción es verdadera y existe continuidad lógica. Si el bit está en "0", la instrucción es falsa y no hay continuidad lógica.

Ejemplo :

-----] [----- APS, HHT

EXAMINE SI ESTÁ ABIERTO - XIO

Examina el estado de un bit, si dicho bit está en "0", la instrucción es verdadera y existe continuidad lógica. Si el bit está en "1", la instrucción es falsa y no hay continuidad lógica.

Ejemplo :

-----] / [----- APS, HHT

ENERGIZA SALIDA - OTE

Si las condiciones precedentes en la línea son verdaderas , estxá instrucción activa al bit definido en ella (pone un 10. En caso contrario, desactiva (pone un 0).

Ejemplo :

----- () ----- APS, HHT

SALIDA RETENIDA (LATCH) - OTL

Si las condiciones precedentes en la línea son verdaderas, esta instrucción pone un "0" en el bit definido en la instrucción, y se mantienen en "0", aunque desaparezcan las condiciones precedentes.

Ejemplo :

---- (OTL) ----- APS, HHT

ABRIR SALIDA (UNLATCH) - (OTU)

Si las condiciones precedentes en la línea son verdaderas, esta instrucción pone un "0" en el bit definido en la instrucción, y se mantiene en "0", aunque desaparezcan las condiciones precedentes.

Ejemplo :

---- (OTU) ----- APS, HHT

PULSO (ONE SHOT) - OSR

Esta instrucción se hace verdadera por un solo scan cuando las condiciones precedentes pasan de falso a verdadero. Requiere como parámetro un bit interno del tipo B3.

Ejemplo :

-----)OSR(----- APS, HHT

Ramas en paralelo

Para programar condiciones lógicas del tipo "OR" se utilizan ramas en paralelo.

El número máximo de niveles que pueden ser programados son 75, y el número máximo de instrucciones por línea es 128.

Es posible tener ramas en paralelo para las condiciones de entrada, como para instrucciones de salida.

En el caso de los equipos modulares a partir del procesador 5/02 se permite el anidamiento de ramas hasta 4 niveles. El 5/01 no permite anidamiento.

Ejemplo :



Instrucciones de Temporizadores

Estas instrucciones proporcionan las capacidades de los relés temporizados tradicionales o de estado sólido

Los temporizadores son instrucciones de salida que se condicionan con instrucciones tales como EXAMINE ABIERTO o EXAMINE CERRADO.

Cada instrucciones tienen 2 valores asociados con ellos:

Valor preseteado

Es la referencia determinada por el usuario e indica el tiempo de retardo para la acción de un temporizador o el número definido de cuentas asociadas al contador.

Valor acumulado

Corresponde al número de unidades de tiempo que han sido medidos por el temporizador o el número de eventos que han ocurrido en el caso del contador.

Los datos se almacenan en formato entero y el rango es :

- Temporizadores : 0 - 32767

Identificación del elemento temporizador

EN	TT	DN	USO INTERNO	0
VALOR PRESETEADO				1
VALOR ACUMULADO				2

Los bits de status tienen asociado el siguiente significado :

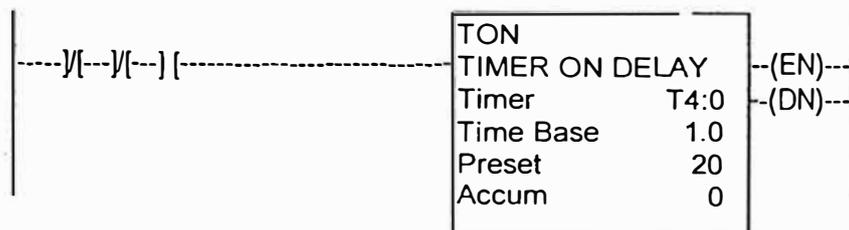
EN (bit 15) : Se pone en "1" con una transición falsa a verdadera de la condición de la línea. Indica que la instrucción está habilitada.

TT (bit 14) : Se pone en "1" mientras el temporizador está contando, vuelve cero cuando termina la cuenta.

DN (bit 13) : Se pone en "1" cuando el temporizador completa la cuenta.

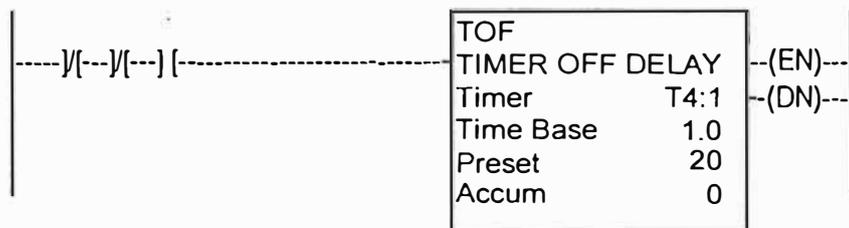
TIMER ON DELAY - TON

El TON empieza a contar los intervalos de tiempo cuando las condiciones de entrada pasan de falsas a verdaderas. Por cada scan actualiza el valor acumulado y cuando $ACC = PRE$ la temporización se ha cumplido, activándose el bit de status DONE. El valor acumulado y los bits de status son reseteados cuando las condiciones precedentes en la línea son falsas.



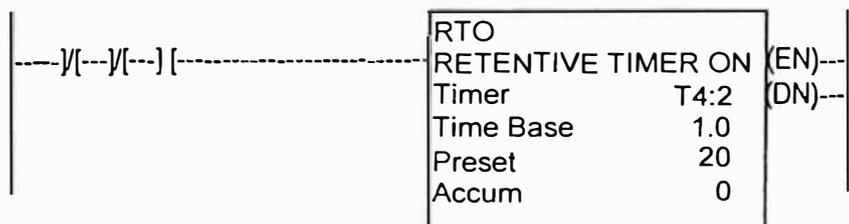
TIMER OFF DELAY - TOF

El TOF empieza a contar los intervalos de tiempo cuando las condiciones de entrada son falsas. Por cada scan actualiza el valor acumulado y cuando $ACC \geq PRE$, la temporización se ha cumplido, desactivándose el bit de status DONE. El valor acumulado y los bits de status son reseteados cuando las condiciones precedentes son verdaderas.



TIMER RETENTIVO - RTO

Esta instrucción es similar al TOF, con la diferencia que es retentivo, es decir, que cuando las condiciones que preceden al RTO son falsas, el temporizador mantiene el valor acumulado y los bits de status.



La forma correcta de resetear los valores es usando una instrucción adicional de RESET (RES).

Instrucciones Contadores

Estas instrucciones contabilizan transiciones falso o verdadero de las condiciones precedentes. La cuenta se retiene hasta que se ejecuta una instrucción de RESET (RES).

Los datos se almacenan en formato entero y el rango es de:

- Contadores : -32768 a +32767

Identificación del elemento contador

EN	CD	DN	DN	OV	UN	USO INTERNO	0
VALOR PRESETEADO (.PRE)							1
VALOR ACUMULADO (.ACC)							2

Los bits de status tienen asociado el siguiente significado :

- CU (bit 15) : Se pone en "1" con una transición falsa a verdadera de la condición de la línea. Este indica que el contador ascendente está habilitado.
- CD (bit 14) : Se pone en "1" con una transición falsa a verdadera de la condición de la línea. Este indica que el contador descendente está habilitado.
- DN (bit 13) : Se pone en "1" cuando el valor acumulado es mayor o igual que el valor preseteado, para ambos contadores.
- OV (bit 12) : Se pone en "1" cuando existe rebasamiento positivo.
- UN (bit 11) : Se pone en "1" cuando existe rebasamiento negativo.

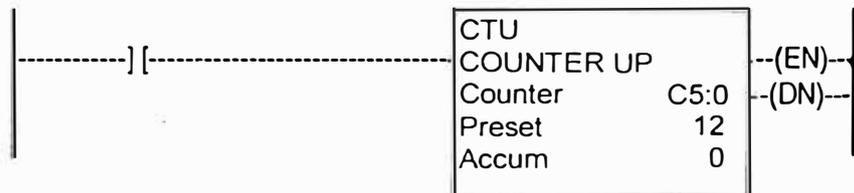
Las instrucciones CTU y CTD son retentivas. El valor acumulado se mantiene a pesar que las condiciones de línea sean falsas y también cuando se efectúe un RESET en la alimentación del PLC. Lo mismo ocurre con la condición de los status. Sin embargo, esos bits de control y el valor acumulado se ponen en "0" cuando se activa la correspondiente instrucción RES.

CONTADORES ASCENDENTES - CTU

En este caso, cada transición provoca que el valor acumulado del contador se incrementa en 1. Cuando el valor acumulado es mayor o igual que el valor preseteado ($ACC \geq PRE$) se activa el bit DONE (13) de la palabra de control.

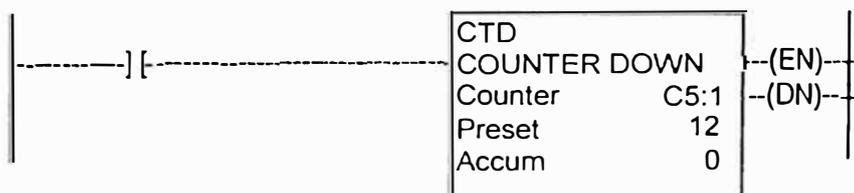
Existe un bit de habilitación (CU, bit 15 de la palabra de control), el cual se activa cuando las condiciones que preceden al contador son verdaderas, y se desactiva cuando ellas son falsas.

El CTU puede contar más allá del valor preseteado. Cuando el valor acumulado excede el valor máximo de 32767, por primera vez se produce OVERFLOW, activándose el bit 12 de la palabra de control (OV) y el valor acumulado pasa a -32768.



CONTADORES DESCENDENTES - CTD

En este caso, cada transición provoca que el valor acumulado del contador se decrementa en 1. Mientras el valor acumulado sea mayor o igual que el valor preseteado ($ACC \geq PRE$) el bit DONE (13) de la palabra de control se mantendrá activo. Cuando dicho valor disminuye y es menor que el valor preseteado, el bit DONE se desactiva.



Existe un bit de habilitación (CD, bit 14 de la palabra de control), el cual se activa cuando las condiciones que preceden al contador son verdaderas, y se desactiva cuando ellas son falsas.

Cuando el valor acumulado se decrementa más allá del valor mínimo -32768 por primera vez, se produce UNDERFLOW, activándose el bit 11 de la palabra de control (UN) y el valor acumulado pasa a +32767.

RESET - RES

Se utiliza para resetear temporizadores retentivos (RTO), Contadores Ascendentes (CTU) y Contadores Descendentes (CTD).

Se debe especificar la dirección del elemento a resetear.

Esta instrucción actúa mientras las condiciones que la preceden son verdaderas.

|-----| [------(RES)-----|

Instrucciones de Comparación.-

Estas instrucciones permiten comparar valores de datos numéricos.

Los parámetros requeridos por estas instrucciones pueden ser constantes o direcciones de memoria, pero ambos parámetros no pueden ser constantes. Los enteros con signo son almacenados en complemento de 2.

Se recomienda utilizar siempre el primer parámetro como variable y el segundo como constante.

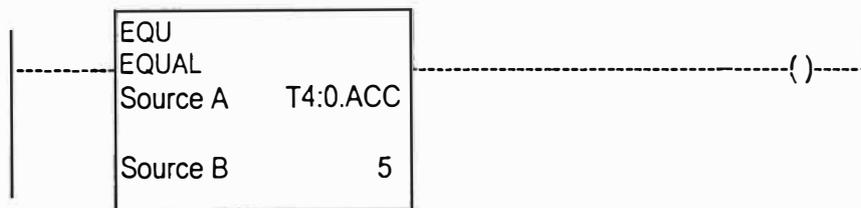
A estas instrucciones se les conoce también como las instrucciones condicionales, porque, cuando la comparación es verdadera permiten la continuidad lógica con las instrucciones programadas a la derecha de la comparación.

Las instrucciones comparativas don las siguientes:

- EQU : Igualdad
- NEQ : Distinto
- LES : Menor que
- LEQ : Menor o igual que
- GRT : Mayor que
- GEQ : Mayor o igual que
- MEQ : Igualdad con máscara
- LIM : Límite

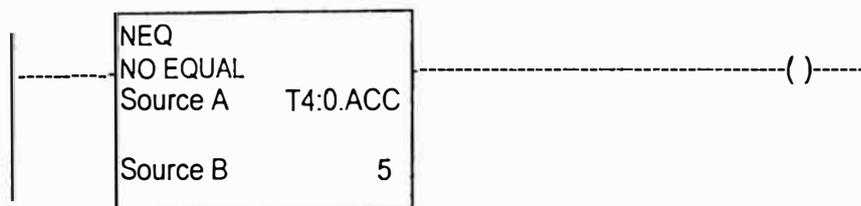
IGUALDAD : EQU

Cuando los valores de A y B son iguales, la instrucción es lógicamente verdadera y si son distintos, la instrucción es falsa.



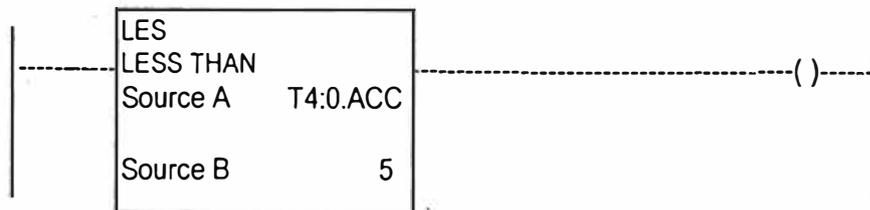
DESIGUALDAD : NEQ

Cuando los valores de A y B son distintos, la instrucción es lógicamente verdadera, y si son iguales, la instrucción es falsa.



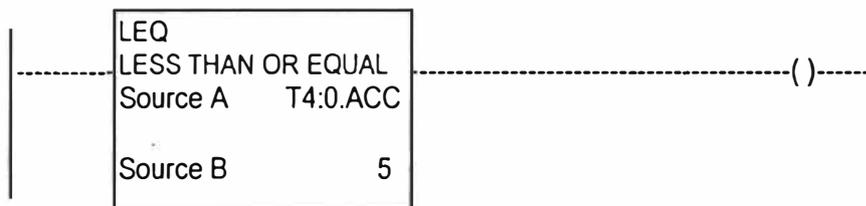
MENOR QUE : LES

Cuando el valor de A es menor que el valor almacenado en B, esta instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en A es mayor o igual al valor en B, la instrucción es falsa.



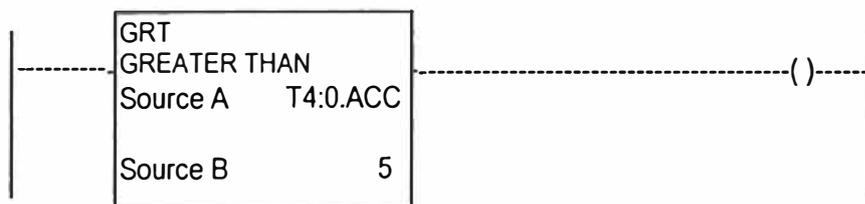
MENOR O IGUAL QUE : LEQ

Cuando el valor de A es menor o igual que el valor en B, la instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en A es mayor que B, la instrucción es falsa.



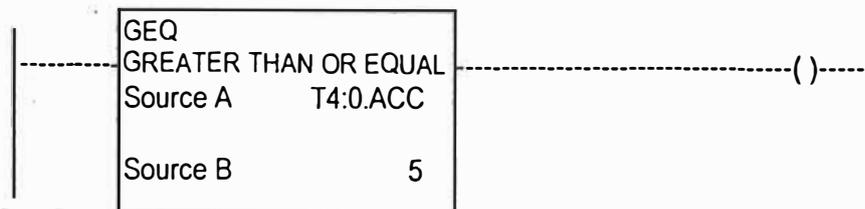
MAYOR QUE : GRT

Cuando el valor de es mayor que el valor en B, la instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en A es menor o igual que el valor en B, la instrucción es falsa.



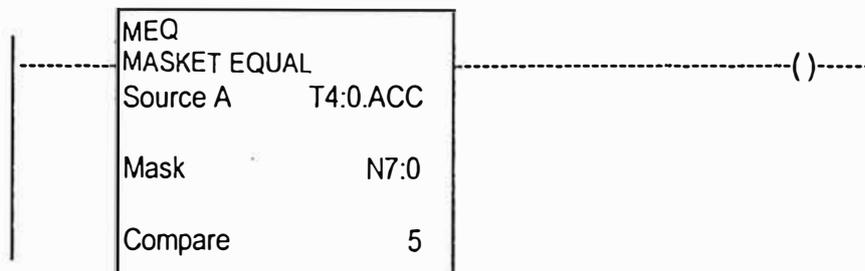
MAYOR O IGUAL QUE : GEQ

Cuando el valor de A es mayor o igual que el valor en B, la instrucción es lógicamente verdadera. Si el valor en A es menor que el valor en B, la instrucción es falsa.



IGUALDAD CON MASCARA : MEQ

esta instrucción de entrada compara los datos de una dirección fuente con una referencia y permite que parte de esos datos puedan ser enmascarados mediante una palabra adicional.



Los parámetros utilizados serían :

Source: La dirección del dato que se desea comparar.

Mask:

La dirección de la máscara a través del cual la instrucción mueve los datos. También puede ser un valor hexadecimal.

Compare:

Un valor entero o la dirección del valor de referencia.

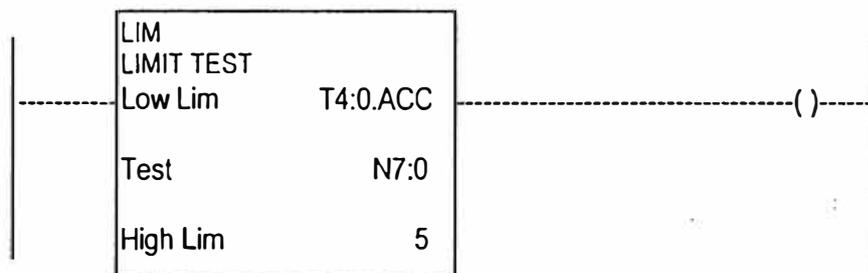
Si los bits de la dirección fuente son iguales a los bits de la referencia (sin contar los bits enmascarados), la instrucción es verdadera. Basta que cambie algún bit para que la instrucción sea falsa.

Esta instrucción compara 2 palabras bit a bit, pero permite seleccionar un grupo de ellos para que no sean considerados dentro de la comparación. Si el bit de máscara es "0", entonces el bit correspondiente no es comparado.

En este caso, aunque los dos datos comparados son distintos, la instrucción es VERDADERA pues los bits que se comparan (4,5,6,7,12,13,14 y 15) son idénticos en ambas palabras.

LIMITE : LIM (sólo para procesadores a partir del 5/02 y el Micrologix)

Esta instrucción chequea por valores que están dentro o fuera de un rango especificado, dependiendo de como se fijaron los límites.



Límite bajo, alto y test son valores que representan direcciones de palabras o constantes de programa, restringidos a las siguientes combinaciones :

Si el parámetro TEST es una constante de programa, tanto el límite bajo como el alto deben ser direcciones de memoria.

Si el parámetro TEST es una dirección de memoria, el límite alto y bajo pueden ser una constante de programa o una dirección de memoria iguales o distintas.

Si el límite bajo tiene un valor igual o menor que el límite alto, la instrucción es verdadera cuando el valor de TEST esté entre esos valores, o sea, igual a cualquiera de ellos. Si el valor de TEST está fuera de los límites, la instrucción es falsa.

Si el límite bajo tiene un valor que el límite alto, la instrucción es falsa cuando el valor de Test está entre los límites. Si el valor de TEST está fuera de los límites o es igual a cualquiera de ellos, la instrucción es verdadera.

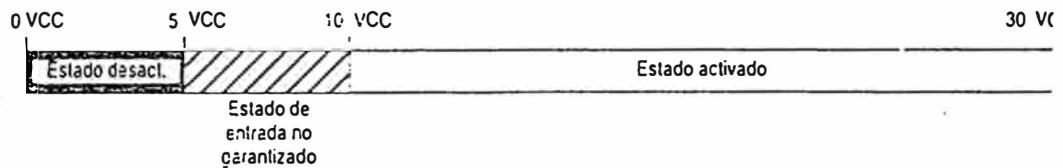
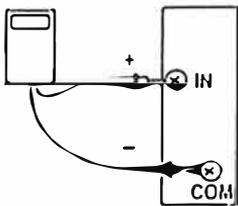
Módulos de entrada de CC drenadores (IB8, IB16, ITB16)

Categoría de voltaje	Voltaje de operación	Número de salidas	Puntos por común	Número de catálogo	Consumo de corriente placa posterior principal		Retardo de señal (máx.)	Voltaje de estado desactivado (máx.)	Corriente de estado desactivado (máx.)	Corriente de entrada nominal
					5 V	24 V				
24 VCC	10-30 drenador	8	8	1746-IB8	0.050A	0.0A	on=8 ms off=8 ms	5.0 VCC	1 mA	8 mA a 24 VCC
		16	16	1746-IB16 (RTB)	0.085A	0.0A	on=8 ms off=8 ms	5.0 VCC	1 mA	8 mA a 24 VCC
		16 (RTB)	16	1746-ITB16 (Respuesta rápida)	0.085A	0.0A	on=0.3 ms off=0.5 ms	5.0 VCC	1.5 mA	8 mA a 24 VCC

Los tiempos típicos de retardo de señal son ON=0.100 mseg., OFF=0.250 mseg. si V en=24 VCC.

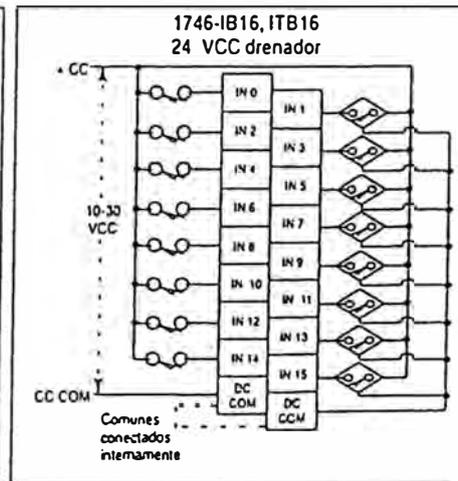
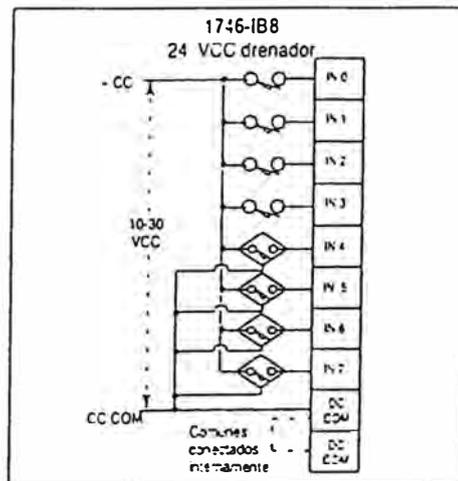
RTB = Bloque terminal extraíble.

Rango de voltaje de estado activado/desactivado

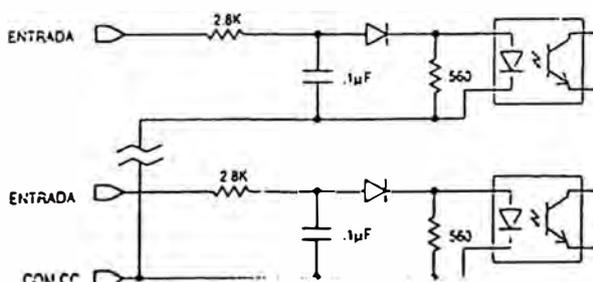


Medir voltaje desde terminal de común hasta terminal de entrada).

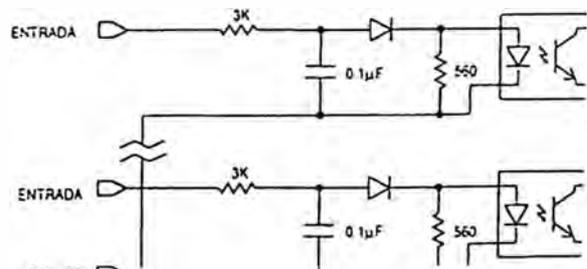
Cableado y diagramas de circuito



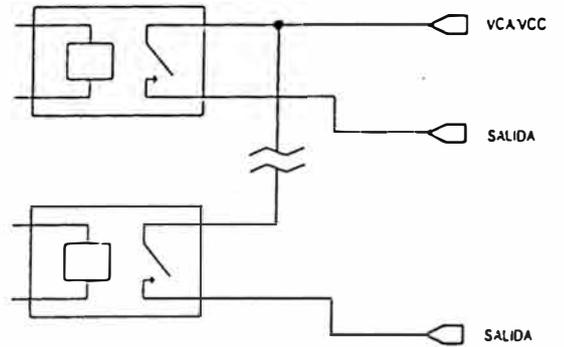
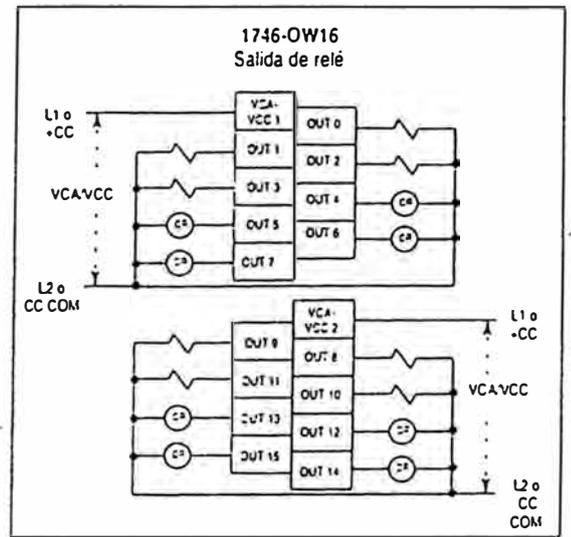
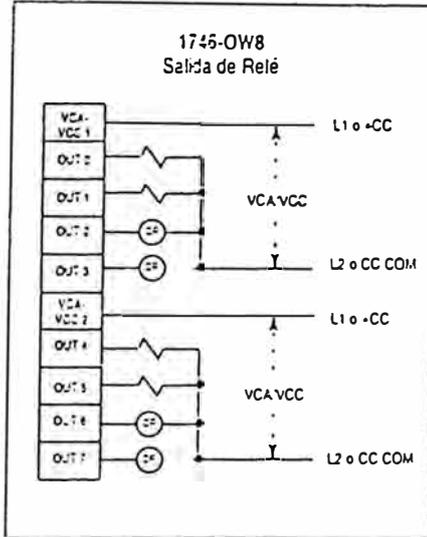
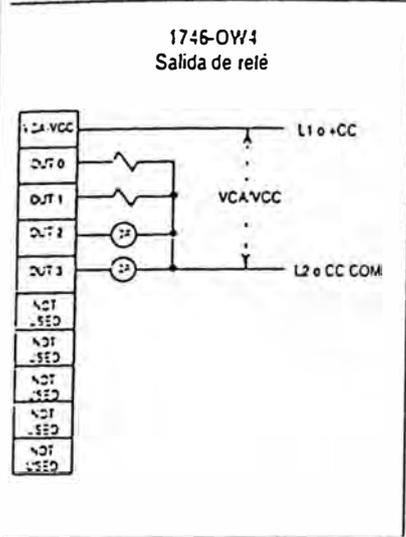
(1746-ITB16)



(1746-IB8, IB16)



Cableado y diagramas de circuito (OW4, OW8, OW16)



BIBLIOGRAFÍA

1. Jon Stenerson, "Fundamentals of programmable Controllers",
Prentice Hall International , 1993
2. Ian G. Warnock "Programmable controllers, Operation and
Application", Prentice Hall International , 1988
3. Thomas A. Hughes, "Programmable controllers" Instrument Society of
América (ISA) , 1989
4. A. Porras / A.P. Montenegro "Autómatas programables"
5. Vicente Lladonosa G. "Mando y control de motores mediante contactores"
6. Allen Bradley, "Manual de referencia del software de programación
avanzada (APS)
7. FESTO Didactic "Fundamentos de la técnica de mando"
8. FESTO Didactic "Introducción a la técnica neumática de mando"
9. Martínez Eyzaguirre J. "Diseño y construcción de un módulo para la
enseñanza de automatismos neumáticos, basados en
PLCs (Tesis para obtener el título profesional de
Ingeniero Electrónico de la UNI)