



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ARAGÓN**

**“ELEMENTOS BÁSICOS DE CONTROL DE MOTORES
EN BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA.”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**P R E S E N T A :
JUAN MAGDALENO CORTÉS**



**ASESOR:
ING. RAÚL BARRÓN VERA**

MÉXICO

2006



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CONTENIDO

	PÁGS.
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABLAS	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
CAPÍTULO I PRINCIPIOS GENERALES SOBRE CONTROL	
1.1 CONCEPTO DE CONTROL	1
1.2 CONTROL DEL MOTOR	1
1.3 PROPÓSITOS DEL CONTROL	1
1.4 CONTROL MANUAL	4
1.5 CONTACTOR MANUAL	6
1.6 CONTROL SEMI-AUTOMÁTICO	11
1.7 CONTROL AUTOMÁTICO	12
CAPÍTULO II DISPOSITIVOS PRIMARIOS DE CONTROL	
2.1 EL CONTACTOR VENTAJAS Y APLICACIONES	14
2.2 DEFINICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTACTOS	16
2.3 CONSTITUCIÓN DEL CONTACTOR	19
2.4 FUNCIONAMIENTO DEL CONTACTOR	20
2.4.1 CIRCUITO MAGNÉTICO	20
2.4.2 CONTACTOS ELÉCTRICOS	21
2.4.3 CIRCUITO DE MANDO (CONTROL)	23
2.4.4 CIRCUITO DE POTENCIA	23
2.5 CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN CONTACTOR	23
2.6 VENTAJAS DEL USO DE LOS CONTACTORES	24
2.7 ARRANCADORES	24
2.7.1 ARRANCADORES MANUALES	25
2.7.2 ARRANCADORES AUTOMÁTICOS	26
2.8 RELEVADORES DE MANDO	27
2.8.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CONTACTOS	28

CAPÍTULO III DISPOSITIVOS AUXILIARES DE CONTROL

3.1	DISPOSITIVOS AUXILIARES	32
3.2	BOTONES PULSADORES	32
3.2.1	BLOQUES DE CONTACTO	34
3.2.2	PLACAS DE INSCRIPCIÓN	34
3.2.3	OPERADORES	34
3.2.4	ESTACIÓN DE BOTONES	35
3.3	SWITCHES SELECTORES	36
3.4	JOY STICK	37
3.5	CONTROLADORES DE NIVELES DE LÍQUIDOS	38
3.5.1	SWITCH FLOTADOR	38
3.5.2	SENSOR DE ELECTRODOS	39
3.5.3	DETECCIÓN POR TRANSMISIÓN	40
3.6	SWITCH DE LÍMITE	40
3.6.1	TIPOS DE ACTUADORES	41
3.7	CONTROL DE PRESIÓN	42
3.8	CONTROL DE TEMPERATURA	44
3.8.1	TUBO CAPILAR	45
3.8.2	CONTROLADOR DE TEMPERATURA DE ESTADO SÓLIDO	46
3.8.3	TERMOSTATO	46
3.9	CONTROL DE FLUIDOS	47
3.10	SENSORES INDUCTIVOS	47
3.11	SENSORES CAPACITIVOS	50
3.12	TEMPORIZADORES	53
3.12.1	TÉCNICAS DE TEMPORIZACIÓN	53
3.12.2	CORTE DE ALIMENTACIÓN	54
3.13	TEMPORIZACIÓN NEUMÁTICA	55
3.14	TEMPORIZADOR CON MECANISMO DE RELOJERÍA	56
3.15	TEMPORIZACIÓN ELECTRÓNICA	57

CAPÍTULO IV PROTECCIONES

4.1	PROTECCIÓN PARA MOTORES ELÉCTRICOS	60
4.2	CORTACIRCUITOS FUSIBLES	61
4.2.1	CLASIFICACIÓN DE LOS FUSIBLES	62
4.2.2	TIPOS CONSTRUCTIVOS DE FUSIBLES EN BAJA TENSIÓN	62
4.3	RELEVADORES DE PROTECCIÓN	67
4.4	RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA	68
4.5	RELEVADOR ELECTROMAGNÉTICO DE SOBRECARGA	71
4.6	RELEVADOR MAGNETOTÉRMICO DE SOBRECARGA	72
4.7	GUARDAMOTORES	74

CAPÍTULO V SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMAS DE LÍNEA

5.1 INTRODUCCIÓN A LA INTERPRETACIÓN DE ESQUEMAS	78
5.2 SIMBOLOGÍA	80
5.3 COMPOSICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL	90
5.3.1 SEÑALES	91
5.3.2 DECISIONES	92
5.3.3 ACCIONES	92
5.4 DIAGRAMAS DE LÍNEA	92
5.5 FUNCIONES LÓGICAS	94
5.5.1 FUNCIÓN AND	94
5.5.2 FUNCIÓN OR	94
5.5.3 FUNCIÓN NOT	95
5.5.4 FUNCIÓN NOR	96
5.6 CIRCUITOS DE CONTROL COMUNES	96
5.7 DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE MANUAL	97
5.8 DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE AUTOMÁTICO	98
5.9 CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DESDE DOS ESTACIONES	100
5.10 CIRCUITO DE ARRANQUE SECUENCIAL	101
5.11 CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE REVERSIBLE	102
5.12 PUNTOS BÁSICOS EN LA INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DE LÍNEA	103
CONCLUSIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PÁGS.
1.1	CONTROL MANUAL DE UN MOTOR HACIENDO USO DE UN INTERRUPTOR DE NAVAJAS	4
1.2	INTERRUPTOR DE NAVAJAS CON SUS RESPECTIVAS MEJORAS	5
1.3	CONTACTOS DE DOBLE INTERRUPCIÓN NORMALMENTE CERRADOS	6
1.4	CONTACTOS DE DOBLE INTERRUPCIÓN NORMALMENTE ABIERTOS	7
1.5	CONTACTOR MANUAL TRIFÁSICO Y SUS COMPONENTES	8
1.6	TERMINALES DE CONEXIÓN O TORNILLOS DE ABRAZADERA DE UN CONTACTOR	9
1.7	ÓXIDO FORMADO SOBRE LOS CONTACTOS INTERNOS DEL CONTACTOR	10

CAPÍTULO I I

2.1	EL CONTACTOR, SUS CONTACTOS AUXILIARES SUS TERMINALES DE FUERZA Y BOBINA	14
2.2	COMPONENTES INTERNOS DE UN CONTACTOR Y SU PRESENTACIÓN EN EL MERCADO	19
2.3	EL ARRANCADOR, SUS CONTACTOS AUXILIARES Y SU PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS	25
2.4	EL RELEVADOR CON SU RESPECTIVO ZÓCALO O BASE DE LA FIRMA ALLEN-BRADLEY	27

CAPÍTULO I I I

3.1	BOTONES PULSADORES	32
3.2	UNIDAD DE BOTÓN PULSADOR Y SUS COMPONENTES	33
3.3	PLACAS DE INSCRIPCIÓN	34
3.4	DIFERENTES TIPOS DE PULSADORES	35
3.5	DIVERSOS TIPOS DE SWITCHES SELECTORES	36
3.6	APLICACIÓN DE UN JOY STICK	37
3.7	SWITCH FLOTADOR	38
3.8	SENSOR DE ELECTRODOS	39
3.9	SWITCH DE LÍMITE	40

3.10	DIVERSOS ACTUADORES APLICADOS A LOS SWITCHES DE LÍMITE	42
3.11	MECANISMO DE OPERACIÓN DE LA PRESIÓN Y CONTROL DE VACÍO	43
3.12	INTERRUPTOR DE PRESIÓN DE LA FIRMA SQUARE D	44
3.13	TUBO CAPILAR DE LA FIRMA ALLEN-BRADLEY	45
3.14	CONTROLADOR DE TEMPERATURA DE ESTADO SÓLIDO	46
3.15	SWITCH DE FLUIDOS, ARREGLO DE CONTACTOS Y CONEXIONES ELÉCTRICAS	47
3.16	SENSORES INDUCTIVOS DE LA FIRMA ALLEN-BRADLEY	48
3.17	SENSORES CAPACITIVOS DE LA FIRMA ALLEN-BRADLEY	51
3.18	TEMPORIZADOR NEUMÁTICO	56
3.19	TEMPORIZADOR CON MECANISMO DE RELOJERÍA	57
3.20	TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO	58

CAPÍTULO IV

4.1	FUSIBLE DE PLAQUETA DE LA FIRMA SIEMENS	63
4.2	TAPA ROSCADA DE UN FUSIBLE DE TAPÓN	64
4.3	FUSIBLE Y ANILLO PROTECTOR	64
4.4	ANILLO CALIBRADO DE FUSIBLE	64
4.5	BASE DE FUSIBLE	65
4.6	UNIDAD COMPLETA DE UN FUSIBLE DIAZED DE LA FIRMA SIEMENS	65
4.7	FUSIBLES NH, DE LA FIRMA SIEMENS	66
4.8	TIRAS BIMETÁLICAS	70
4.9	RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA DE LA FIRMA SIEMENS	71
4.10	PROTECCIÓN MAGNETOTÉRMICA PRESENTACIÓN COMERCIAL DE LA FIRMA ALLEN-BRADLEY	73
4.11	GUARDAMOTOR PRESENTACIÓN COMERCIAL DE LA FIRMA SIEMENS	74

CAPITULO V

5.1	SECCIONES BÁSICAS DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL	91
5.2	CIRCUITO DE CONTROL SIMBOLOGÍA ANSI	93
5.3	CIRCUITO DE CONTROL DE LA FUNCIÓN AND	94
5.4	CIRCUITO DE CONTROL DE LA FUNCIÓN OR	95
5.5	CIRCUITO DE CONTROL DE LA FUNCIÓN NOT	95
5.6	CIRCUITO DE CONTROL DE LA FUNCIÓN NOR	96
5.7	DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE MANUAL	97

5.8	DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE AUTOMÁTICO	99
5.9	CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DESDE DOS ESTACIONES	100
5.10	CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE SECUENCIAL	101
5.11	CIRCUITO DE CONTROL REVERSIBLE	102
5.12	DIAGRAMA DE LÍNEA SIMBOLOGÍA ANSI	104

LISTA DE TABLAS

CAPÍTULO IV

TABLA	DESCRIPCIÓN	PÁGS.
4.1	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE ALGUNOS TIPOS DE PROTECCIÓN DE MANERA INDIVIDUAL O COMBINADA.	76

CAPÍTULO V

5.1	COMPARATIVA ENTRE TENSIÓN, CORRIENTE Y FRECUENCIA	81
5.2	SÍMBOLOS ELÉCTRICOS DE TRANSFORMADORES REACTANCIAS Y TRANSFORMADORES DE MEDICIÓN	82
5.3	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS GENERALES EN LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS	83
5.4	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	83
5.5	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	84
5.6	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	85
5.7	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	86
5.8	SIMBOLOGÍA DE ELEMENTOS DE MANIOBRA UTILIZADOS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	87
5.9	APARATOS DE MEDICIÓN	88
5.10	ELEMENTOS DE MONITORIZACIÓN Y SEÑALIZACIÓN	88
5.11	LETRAS PARA IDENTIFICAR LOS MATERIALES Y APARATOS ELÉCTRICOS SOBRE LOS ESQUEMAS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	89
5.12	LETRAS PARA IDENTIFICAR LOS MATERIALES Y APARATOS ELÉCTRICOS SOBRE LOS ESQUEMAS EN LOS CIRCUITOS DE CONTROL	90

INTRODUCCIÓN

El campo laboral para los egresados de la carrera de ingeniería mecánica eléctrica es muy extenso. La electricidad tiene infinidad de aplicaciones, lo mismo en corriente directa que en corriente alterna siendo esta última de gran interés en la presente investigación.

Una de esas variadas aplicaciones se encuentra en el control de motores eléctricos, actividad muy común efectuada en los procesos industriales que requieren de confiabilidad, exactitud, seguridad y protección entre otras necesidades.

El control de motores eléctricos un tema por demás interesante, que nos permite, ver la evolución y el cambio de los procesos industriales, en otras palabras, el paso de las operaciones manuales a las operaciones automáticas el cual inició su desarrollo cuando se hizo necesaria la producción a niveles considerablemente elevados y con la finalidad de incrementar la producción, minimizar los costos de manufactura, disminuir los costos de tiempo entre otras ventajas.

La presente investigación expone los principales elementos básicos del control de motores que nos permitirán conocer sus bases y sus fundamentos, iniciando en el (Capítulo I), con la exposición de los conceptos generales así como la evolución y el importante desarrollo de las técnicas de perfeccionamiento que tuvieron que efectuarse para pasar de los dispositivos de accionamiento manual a los dispositivos de accionamiento automático haciendo evidente la diferencia que existe entre el significado de control manual, control semiautomático y control automático,

En el (capítulo II) se abordan los dispositivos primarios del control, considerados de esta manera por que tienen la función de conectar la carga directamente a la línea, se hace una exposición de sus características y su funcionamiento.

INTRODUCCIÓN

El (capítulo I I I) tiene como objetivo principal presentar los dispositivos auxiliares de control, el lector notará la gran variedad existencial de estos componentes, sus variadas aplicaciones y la manera de operar de cada uno de ellos dentro de un circuito de control.

Las protecciones elementos esenciales que permiten mantener en estado de seguridad a los elementos que se encuentran interconectados dentro de un circuito de control no podrían ser excluidas en esta indagación, y por ello en (el capítulo IV) se muestran las aplicaciones más comunes de las diferentes protecciones que son empleadas para proteger a los motores contra cortos circuitos o sobrecargas.

Para terminar esta investigación en el (capítulo V) se exponen algunos puntos básicos que deben tomarse en cuenta cuando se interpretan esquemas eléctricos. Se muestra una amplia simbología y las letras de los elementos de control utilizados el diseño de los circuitos, así mismo se exponen las principales características de los diagramas de línea y el diseño de algunos circuitos de control utilizando funciones lógicas.

La parte final del mismo capítulo conjunta dentro de diagramas de línea y circuitos de control a algunos de los elementos primarios, auxiliares o de protección previamente expuestos en los capítulos anteriores, a través de la puesta de ejemplos prácticos. Aquí se exponen algunos circuitos sencillos tales como: arranque manual, arranque automático, circuito de control reversible, concluyendo con una interpretación de un diagrama de línea basándonos en un ejemplo real, utilizando simbología (ANSI).

CAPÍTULO I

PRINCIPIOS GENERALES SOBRE CONTROL

1.1 CONCEPTO DE CONTROL

La palabra control significa, gobierno mando o regulación. Así, cuando hablamos de un motor o máquina, nos referimos al gobierno, mando o regulación de las funciones de dicho motor.

Aplicados a los motores, los controles realizan varias funciones. Un controlador eléctrico es un dispositivo o grupo de dispositivos que controlan o regulan las funciones de un motor en un orden de sucesión o secuencia predeterminada.

1.2 CONTROL DEL MOTOR

Control del motor es un término genérico que significa muchas cosas, desde un simple interruptor de volquete hasta un complejo sistema de control utilizando relevadores, controles de tiempo e interruptores sin embargo la función común es la misma en cualquier caso: esto es, controlar alguna operación del motor eléctrico. Por lo tanto, al seleccionar e instalar equipo de control para un motor se debe considerar una gran cantidad de diversos factores a fin de que este pueda funcionar correctamente junto a la máquina para la cual ha sido diseñado.

1.3 PROPÓSITOS DEL CONTROL

Algunos de los factores que se desean controlar respecto a algún determinado motor son:

- ◆ Arranque.
- ◆ Marcha.
- ◆ Paro.
- ◆ Inversión de la rotación.
- ◆ Velocidad.

- ◆ Protección contra daños.
- ◆ Seguridad del operador.
- ◆ Mantenimiento de los mecanismos de arranque.

Arranque, el motor se puede arrancar conectándolo directamente a través de la línea. Sin embargo, al ser impulsada por ese repentino esfuerzo giratorio la máquina se puede dañar. Por ello el arranque debe hacerse de forma lenta y gradual, no solo para proteger a la máquina, sino por que la oleada de corriente conducida por medio de la línea durante el arranque puede llegar a ser demasiado grande lo que puede ocasionar altas perturbaciones en la línea de alimentación que afectan a todo el sistema de distribución eléctrico en una planta industrial, puede aun, afectar al sistema de la compañía eléctrica por ello existen ciertas limitaciones impuestas en el arranque de un motor por las compañías generadoras.

Para evitar tales choques de corriente a los motores, maquinaria y los procesos industriales que se llevan a cabo en sí, se han diseñado algunos controladores para arrancar los motores lentamente e ir aumentando su velocidad paulatinamente.

Marcha, las velocidades y características de operación deseadas, son función y propósito directo de los controladores. Estos protegen a los motores, operadores, máquinas y materiales o producción en sí mientras funcionan.

Paro, los controladores permiten el funcionamiento y también realizan la detención o el paro de motores al imprimir una acción de freno cuando se deba detener la máquina rápidamente. La parada rápida es una función vital del controlador para casos de emergencia, los controladores ayudan en la acción de parada retardando el movimiento centrífugo de los motores.

Inversión de la rotación, se necesitan controladores para cambiar automáticamente la dirección de rotación de los motores mediante el mando de un operador en una estación de control. La acción de inversión de los controladores es un proceso continuo en muchas aplicaciones industriales.

Control de velocidad, ciertos controladores pueden mantener velocidades muy precisas para propósitos de procesos industriales.

Protección contra daños, una importante parte de la función de la máquina automática es la de protegerse a si misma contra daños, así como a los materiales manufacturados por ejemplo se impiden los atascamientos de los transportadores. Los motores se pueden hacer funcionar en reversa, detenerse trabajar a velocidad lenta u otras maniobras que permiten realizar las labores de protección.

Seguridad del operador, las salvaguardas mecánicas destinadas a proteger al operador de una estación de trabajo (línea de producción) forman parte importante del control ya que propician la seguridad del personal y lo protegen contra condiciones inseguras.

Mantenimiento de los mecanismos de arranque, una vez instalados y ajustados adecuadamente, los arrancadores para motor mantendrán el tiempo de arranque, voltajes, corriente y torque confiables, en beneficio de la máquina impulsada y el sistema de energía.

1.4 CONTROL MANUAL

Existen diferentes técnicas para poder controlar un motor, la manera más sencilla de hacerlo es a través del control manual; primer método aplicado para poder controlar un motor.

En los años 1800, cuando los motores fueron introducidos para uso industrial por primera vez, el arranque y paro de motores era efectuado por medio del uso de simples interruptores de navaja similares a los mostrados en la figura (1.1).

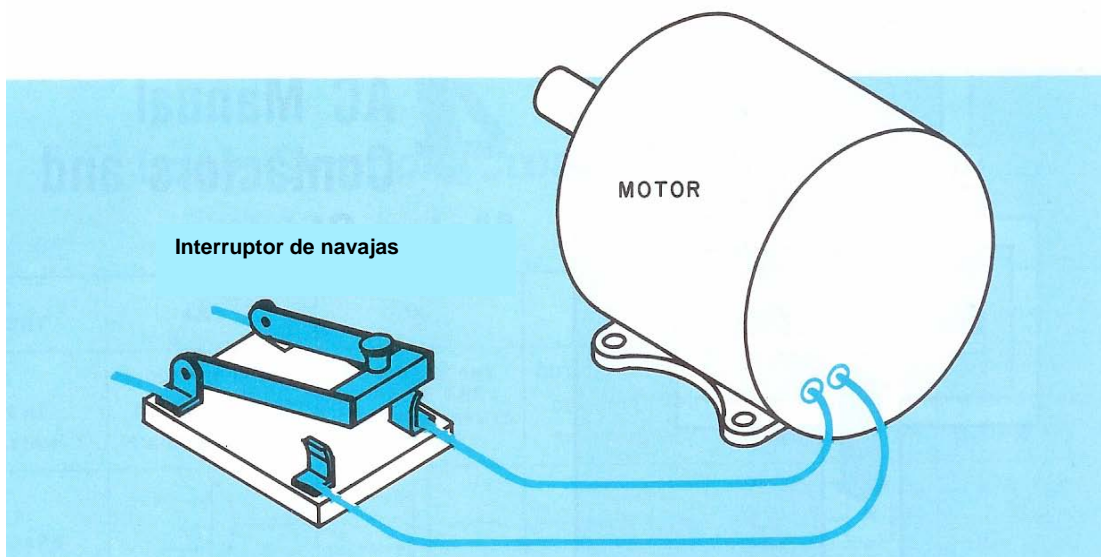


Figura 1.1 Control manual de un motor haciendo uso de un interruptor de navajas.

Este tipo de interruptor de navajas fue muy utilizado por algún tiempo pero eventualmente se fue descontinuando como interruptor directo de la línea de voltaje hacia las terminales del motor, básicamente por tres razones.

Primera, este mecanismo tenía expuestas sus partes vivas a la intemperie lo cual representaba un peligro extremo para el operador, además el polvo y la humedad hicieron a este dispositivo vulnerable a muchos problemas.

Segunda, la velocidad de apertura o cierre de los contactos estaba determinada exclusivamente por el operador, si el operador no abría o cerraba el switch

rápidamente el fenómeno de arqueo provocaba considerables daños a los contactos llevándolos rápidamente al deterioro y a su eventual reemplazo.

El tercer problema relacionado con los interruptores de navajas era el material del cual estaban fabricados, la mayoría de ellos estaban hechos de un tipo de cobre templado el cual después de repetidos arqueos, generación de calor y fatiga mecánica pronto tenían que ser reemplazados.

Debido a tales decadencias se tuvieron que hacer ciertos perfeccionamientos al interruptor de navajas a fin de hacerlo más aceptable como un controlador directo de motores. Por ello como parte de una mejora efectuada para este mecanismo el interruptor de navajas fue enclaustrado en una cubierta de acero para que estuviera protegido, y una manigueta aislada y externa fue adherida para proteger al operador. Además, un resorte actuante fue enganchado a la manigueta para asegurar el rápido cierre o apertura de las navajas o cuchillas.

El interruptor de manigueta fue diseñado por que toda vez que la manija era manipulada de cierta distancia, la tensión del resorte forzaba a los contactos a abrirse o cerrarse a una misma velocidad continua cada vez que este mecanismo era operado. Figura (1.2).

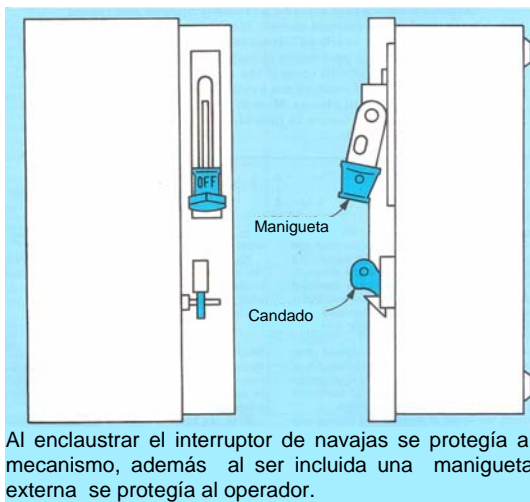


Figura 1.2 Interruptor de navajas con sus respectivas mejoras.

No obstante con todos estos progresos este tipo de interruptor tuvo un serio defecto cuando fue utilizado como un controlador directo de motores, pues su mecanismo de resorte tenía un período de vida corto, lo que provocó su eventual discontinuidad, y propició que al paso del tiempo su utilización se limitara a un simple desconectador, dando paso al empleo de un dispositivo más eficaz cuya funcionalidad fue definitiva para dar por terminada la era de utilización del switch de navajas como un controlador directo de motores.

1.5 CONTACTOR MANUAL

Otra de las mayores razones por la cual el switch de navajas se discontinuó como controlador fue el desarrollo de los (contactos de doble interrupción) similares a los mostrados en la figura (1.3), y construidos con la finalidad de perfeccionar el control del motor eléctrico.

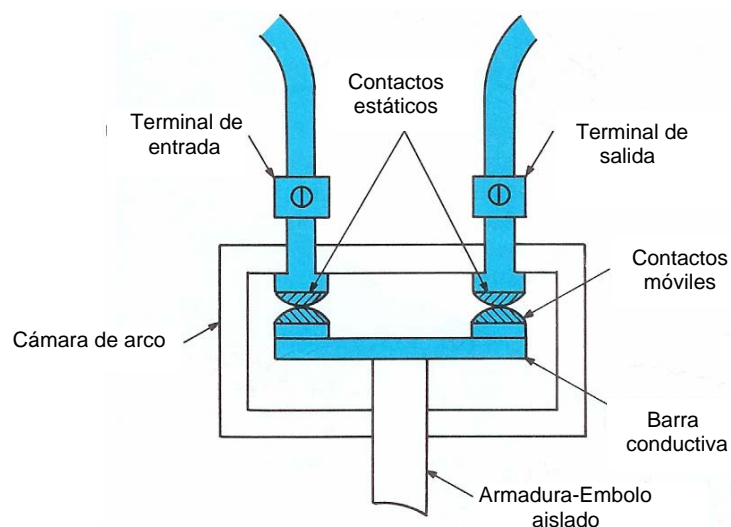


Figura 1.3 Contactos de doble interrupción.
normalmente cerrados.

Con los contactos de doble interrupción un dispositivo podría ser diseñado para tener una alta capacidad de contacto (capacidad de corriente) en un espacio más pequeño que los dispositivos diseñados con interruptor de navajas uno de esos

dispositivos fue el contactor manual. La figura (1.4) nos muestra como opera el contacto de doble interruptor dentro de un contactor. Cuando un arreglo de contactos normalmente abiertos es energizado, los contactos móviles son forzados a unirse a los contactos estacionarios para completar el circuito eléctrico. Para todos los propósitos prácticos estos contactos móviles es una barra corta entre los dos contactos estacionarios. Cuando el contactor manual es desenergizado los contactos móviles son forzados a alejarse de los contactos estacionarios y el circuito se interrumpe otra vez.

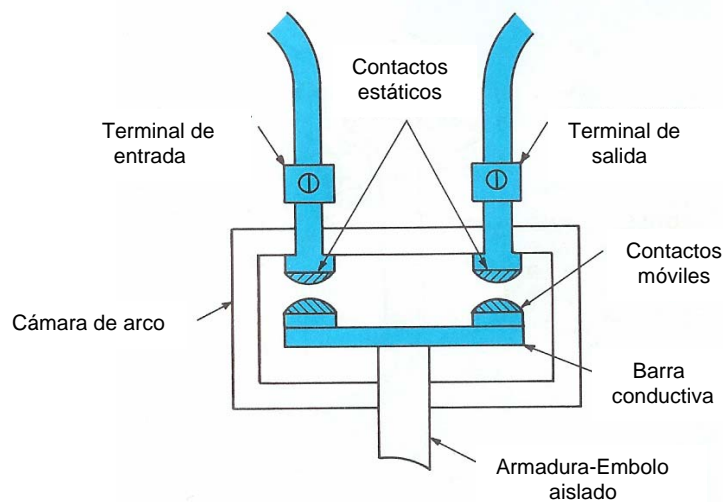


Figura 1.4 Contactos de doble interrupción normalmente abiertos.

Estos avances y la aplicación de sus respectivas ventajas permitieron la construcción del contactor manual trifásico.

La figura (1.5) nos muestra una espléndida vista de un típico contactor manual trifásico, teniendo tres arreglos de contactos de doble interruptor por fase, se observa además que los contactos móviles están localizados en un compartimiento aislado y provistos con resortes para amortiguar su impacto. El arreglo principal es puesto en acción por un mecanismo de pulsadores cuando se activa este mecanismo de eslabonamiento, el circuito se cierra o abre consistentemente, similar a la operación que ejecuta un desconectador.

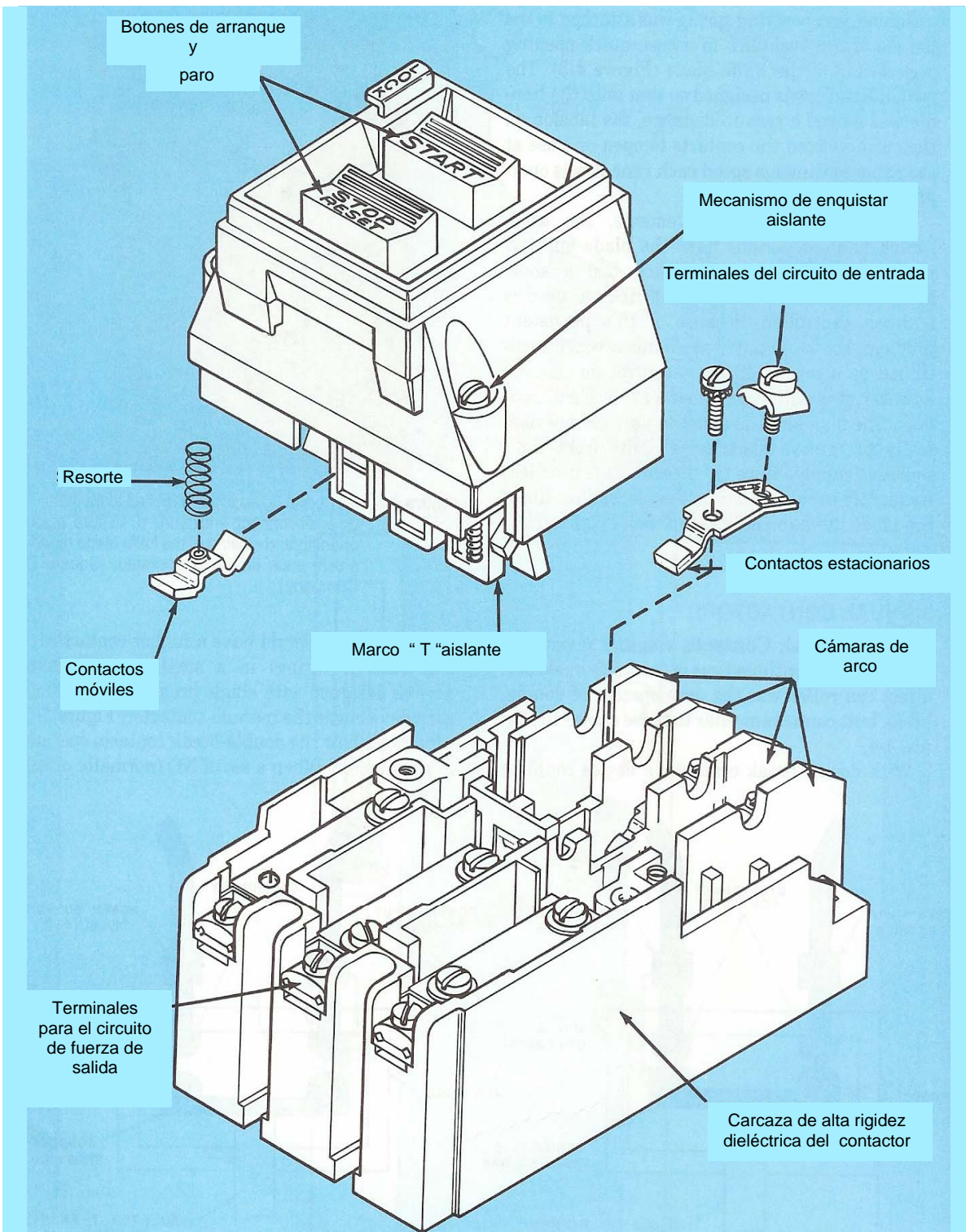


Figura 1.5 La ilustración nos muestra una espléndida vista de un contactor trifásico manual teniendo tres arreglos de contactos de doble interrupción normalmente abiertos. Observe que todas las conexiones están hechas indirectamente al arreglo de contactos a través de terminales de abrazadera.

Debe de notarse de la figura anterior que los contactos móviles no tienen conexiones físicas eléctricas hacia algún cable eléctrico externo. Cuando los contactos móviles cierran o interrumpen el circuito estos se mueven dentro de una cámara de arco y simplemente puentean eléctricamente el espacio entre ellos y el arreglo de contactos estacionarios. Todas las conexiones físicas eléctricas están hechas indirectamente a los contactos fijos a través de tornillos con abrazaderas como se ilustra en la figura (1.6). La cámara de arco mencionada anteriormente no solo aísla cada arreglo de contactos de los otros si no que también ayuda a reprimir y extinguir el arco que se crea al abrir o cerrar los contactos.



Figura 1.6 Los tornillos de abrazadera son muy convenientes para conectar las terminales de entrada y salida de un contactor.

El segundo mayor progreso que contribuyó para que los contactores se volvieran todavía más populares fue la introducción de nuevas aleaciones de metal. Como se recordará de una primera discusión, uno de los mayores problemas con el interruptor de navajas era que estaba construido con cobre templado.

La mayoría de los contactos construidos a partir de esa época se fabricaron con aleaciones de plata y óxido de cadmio elementos que al ser mezclados dieron

origen a un material excepcionalmente resistente al arco. Además de que ofrece una excelente conductividad, la aleación de plata, tiene una gran resistencia mecánica y esto hace que el contacto sea capaz de soportar el deterioro continuo provocado por tantos choques al llevarse a cabo la apertura o cierre de los contactos. Otra ventaja de este material, es que el óxido que se forma sobre los contactos después de cierto período de tiempo, es un excelente conductor de electricidad, aún cuando el contacto parezca enmohecido todavía es capaz de operar normalmente.

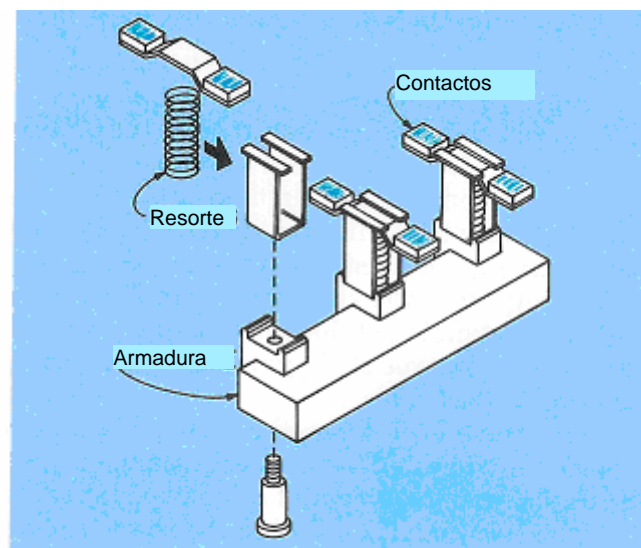


Figura 1.7 Óxido o moho formado sobre los contactos después de cierto periodo de tiempo o después de ejecutar varios cientos de maniobras.

Aún con estas ventajas los contactores manuales también se discontinuaron como controladores directos de motores pero, únicamente en el ramo industrial, esto por dos razones básicas.

Primera, la producción a niveles industriales requiere muchas veces que el equipo de control eléctrico esté localizado en cierto lugar mientras que el motor o la carga a controlar sea instalada en otra área diferente.

Segunda, la producción a estos niveles requiere de un cuantioso número de maniobras; actividad que resultaba desgastante para un operador.

Para poder efectuar estas funciones fue necesario el perfeccionamiento del contactor manual para el cual se desarrolló un excelente mecanismo tomando en consideración la aplicación del fenómeno del electromagnetismo para llevar a cabo su construcción.

1.6 CONTROL SEMI-AUTOMÁTICO

Toda la serie de avances dirigidos a perfeccionar el control de motores culminaron con la producción de contactores, arrancadores y relevadores electromagnéticos, entre otros dispositivos de control primarios, con ello se hizo posible el mando de motores a distancia, satisfaciendo así uno de los principales inconvenientes que tenía el contactor manual.

La aplicación del electromagnetismo dio la pauta para efectuar el control semi-automático. Los controladores que pertenecen a esta clasificación utilizan un arrancador electromagnético y uno o más dispositivos piloto manuales, tales como pulsadores, así mismo lámparas, o dispositivos de alarma que le permiten al operador por medio de la vista o el oído, ejecutar cualquier cambio en la posición o condición de funcionamiento de la máquina desde una estación remota, conveniente, y mas cómoda o necesaria, acción que no puede ser posible al ejercer control manual.

El control semi-automático se emplea principalmente para facilitar las maniobras de mando y dar flexibilidad a las maniobras de control en aquellas instalaciones en las que el control manual no es posible.

1.7 CONTROL AUTOMÁTICO

Con el empleo de los dispositivos primarios de control como; los arrancadores, contactores o relevadores electromagnéticos (Capítulo I I), interconectados con una serie de mecanismos conocidos en el ramo industrial como dispositivos auxiliares de control (Capítulo I I I), cuya función, es controlar a los arrancadores o contactores. Se pudo ejercer por primera vez el control automático sin la necesidad de la intervención de un operador a excepción, claro esta, de la puesta en marcha inicial.

Un sistema automático actúa con exactitud, no existen retrasos en las operaciones que éste ejecuta y además lo hace con una secuencia predeterminada ahorra el tiempo y el trabajo del personal operador.

1.8 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

La diferencia fundamental entre el control manual, el control semiautomático y el control automático reside en la facilidad y comodidad de maniobra del sistema.

Con el control manual el operador tiene que estar situado en el lugar donde se encuentre instalado el dispositivo de arranque y paro a fin de efectuar un cambio en el funcionamiento de la máquina.

Con control semi-automático el operador puede estar situado en un lugar conveniente para poder iniciar los cambios de funcionamiento en una posición más cómoda.

Con control automático no es necesario que el operador inicie los cambios ya que esta función esta incluida en el sistema de control.

CAPÍTULO II

DISPOSITIVOS PRIMARIOS DE CONTROL

2.1 EL CONTACTOR VENTAJAS Y APLICACIONES

Los contactores se emplean para el mando local o a distancia de motores de cualquier género. Sobretudo se utilizan en los sistemas de mando en que la potencia de acoplamiento y la frecuencia de maniobras plantean severas exigencias. Añadiéndoles relés térmicos permite utilizarlos como protectores de motores, además, el contactor resulta un elemento indispensable en la automatización, para el mando de las secuencias de trabajo.

Como se mencionó anteriormente, la simple acción de abrir o cerrar un circuito mediante un interruptor manual, se hizo insuficiente; cierto que la función principal de un contactor es esa, pero a frecuencias de trabajo que pueden llegar a las 5000 conexiones por hora, labor imposible de realizar con un interruptor manual.

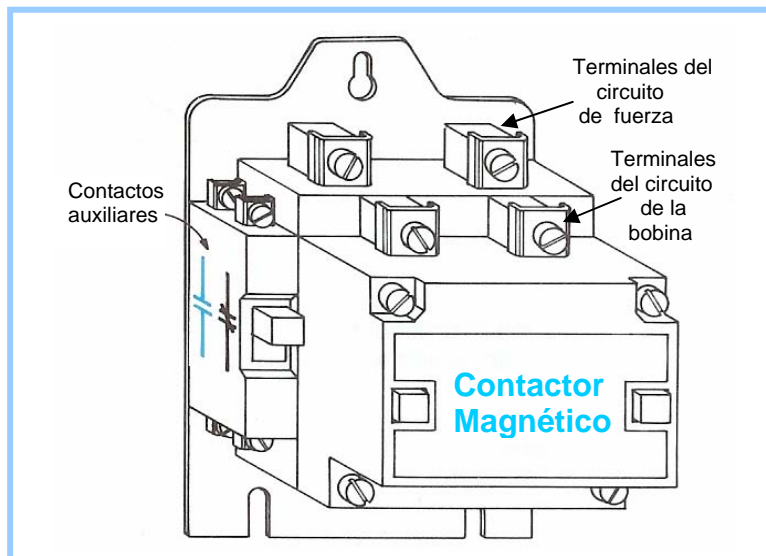


Figura 2.1 El contactor resulta un elemento indispensable en la automatización de las secuencias de trabajo.

Los grandes incrementos en la demanda de energía eléctrica han ocasionado la construcción de nuevas líneas de dimensiones mucho más amplias para lo que se necesita contar con aparatos cuyas capacidades de ruptura sean adecuadas. Los contactores pueden cortar intensidades de corriente del orden de 10 a 15 veces la intensidad nominal del aparato. En el laboratorio se han conseguido rupturas de hasta 50 veces la intensidad nominal.

Ante la necesidad de poner en marcha un motor eléctrico, cabe la posibilidad de controlarlo desde el propio lugar de emplazamiento o bien si es necesario a cierta distancia. En el primer caso, es muy probable que el ahorro de conductor sea notable, sobretodo si el motor es de elevada potencia, ya que la distancia entre éste y el dispositivo de arranque será pequeña. No obstante, este sistema puede tener serios inconvenientes: peligro para los operarios, dificultad para el accionamiento, escasa visibilidad, etc.

En el caso de mando a distancia, los defectos anteriormente citados quedan subsanados, ya que el elemento de mando puede situarse en el lugar más conveniente y en el que se disponga de buena visibilidad, dominio de la instalación y máxima seguridad, pero entonces, se debe disponer de una línea de gran capacidad que enlace los puntos de trabajo y de mando, lo que evidentemente resulta en una instalación más costosa.

Los contactores pueden dar solución ideal a este problema puesto que aprovechando su característica de mando a distancia cabe la posibilidad de instalarlos en un punto de trabajo (mínima longitud del conductor de potencia) y controlarlos desde el sitio que reúna mejores condiciones y al que solamente se deben llevar los conductores de control, de muy pequeña sección y por lo tanto muy baratos.

Además de todas estas ventajas cuando se combina con relés adecuados, el contactor puede emplearse para la protección de motores contra sobrecargas, mínima tensión, fallos de fase, cortos circuitos, etc., como se verá en el (capítulo IV), en cada caso, el correspondiente relé conectado a las líneas que debe proteger, se hace actuar sobre el circuito de excitación del contactor, provocando su desconexión al actuar dicho relé, su pequeña inercia y rapidez de respuesta lo hacen indispensable, en combinación con otros contactores, puede formar equipos automáticos, en los cuales, las diferentes secuencias de un proceso de trabajo deban realizarse con toda precisión y en tiempos mínimos. Así , se encuentran maniobras con contactores en máquinas-herramientas, en prensas de todo tipo, máquinas de inyección de plástico, compresores, laminadores, etc.

2.2 DEFINICIONES Y CARÁCTERÍSTICAS DE LOS CONTACTORES

El contactor puede definirse como un dispositivo de corte, con mando a distancia , que vuelve a la posición de reposo cuando deja de actuar la fuerza que lo mantenía conectado; puede ser:

- a) Contactor; propiamente dicho, cuando la posición de accionamiento corresponde al cierre de sus contactos.
- b) Ruptor; cuando la posición de accionamiento, corresponde a la apertura de sus contactos.

En ambos casos, el dispositivo debe proveerse para maniobras frecuentes bajo carga y sobrecargas normales. Su empleo como contactor en la industria es mucho más extendido que como ruptor.

A continuación se definen algunos conceptos relacionados con el contactor

Polo de un aparato. Conjunto de los elementos de un aparato que corresponden a un conductor de línea o de fase.

Contacto Auxiliar. Contacto inserto en un circuito auxiliar del aparato.

Contacto de reposo. Contacto auxiliar de un aparato. Este contacto permanece cerrado cuando el aparato está en su posición de reposo. También es conocido como contacto de apertura.

Contacto de trabajo. Contacto auxiliar de un aparato. Este contacto permanece abierto, cuando el aparato está en su posición de reposo. También es conocido como contacto de cierre.

Contacto de acción temporizada. Aparato en el que la acción sucede cierto tiempo después del instante en que se realizan las condiciones predeterminadas para su funcionamiento. Existen dos denominaciones, conocidas como: contacto de acción diferida y contacto de acción retardada.

Poder de ruptura. Designa la mayor intensidad de corriente que un aparato es capaz de cortar en unas condiciones de empleo dadas sin sufrir ningún deterioro. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.

Poder de conexión. Designa la mayor intensidad que un aparato es capaz de cerrar en unas condiciones dadas sin deteriorarse. Para corriente monofásica se expresa por el valor eficaz de la componente simétrica de la corriente y para

corriente trifásica, por la media aritmética de los valores eficaces de las componentes simétricas de las corrientes en las diferentes fases.

Tensión de restablecimiento. Valor de la tensión que aparece en los bornes del aparato de corte, después de la desconexión del circuito, se expresa en valor eficaz. Para un contactor, la tensión de restablecimiento es la diferencia existente entre la tensión nominal y la tensión que puede subsistir en sus polos inmediatamente después de la extinción del arco.

Los contactores se pueden clasificar según distintos criterios:

a) Por el tipo de accionamiento:

1. Contactores electromagnéticos.
2. Contactores electromecánicos.
3. Contactores neumáticos.
4. Contactores hidráulicos.

b) Por la disposición de sus contactos:

1. Contactores al aire.
2. Contactores en aceite.

c) Por la clase de corriente.

- 1.- Contactores de corriente continua
- 2.- Contactores de corriente alterna

c) Por límites de tensión

1. Contactores de baja tensión (hasta 1000 volts)
2. Contactores de alta tensión (a partir de 1000 volts)

De todas las variantes de pequeña, mediana y gran potencia el contactor electromagnético es el más utilizado. La sencillez de construcción unida a su robustez, su reducido volumen y mantenimiento prácticamente nulo que necesita, lo hacen insustituible. La fuente de energía es la corriente eléctrica y su consumo es muy reducido.

2.3 CONSTITUCIÓN DEL CONTACTOR

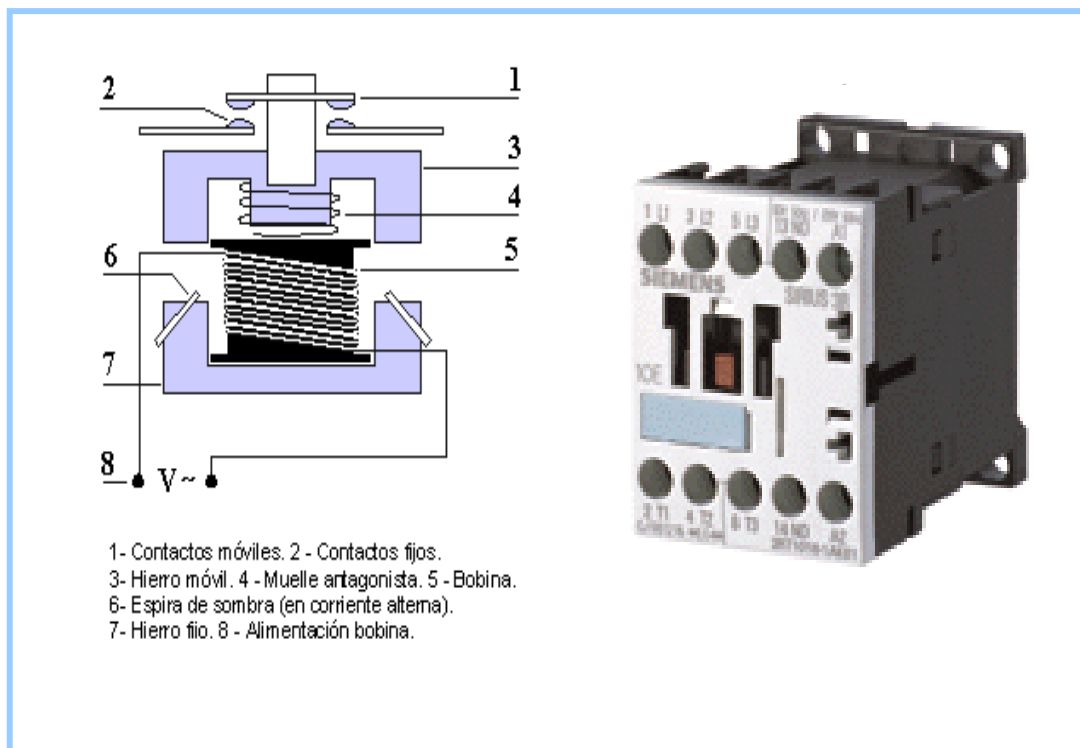


Figura 2.2 A la izquierda Componentes de un contactor y en la parte derecha su presentación en el mercado de la firma Siemens.

2.4 FUNCIONAMIENTO DEL CONTACTOR

Cuando la bobina es recorrida por la corriente eléctrica genera un campo magnético intenso que vence la resistencia de los muelles antagonistas de manera que el núcleo atrae a la armadura que actúa sobre el puente porta contactos cerrando de esta manera al circuito. Al desenergizar la bobina los resortes antagonistas vuelven a su posición inicial.

En todo contactor electromagnético, cabe distinguir los siguientes elementos constructivos:

1. Circuito magnético.
2. Contactos.
3. Resortes.
4. Cámara de extinción.
5. Soporte.

2.4.1 CIRCUITO MAGNÉTICO

A su vez el circuito magnético está constituido por tres elementos principales:

- a) Núcleo.
- b) Armadura.
- c) Bobina.

El núcleo, pieza de chapa magnética que se encuentra envuelto por la bobina y al ser excitado por esta atrae a la armadura, construida con el mismo material del núcleo y destinada a transmitir el movimiento a los contactores.

La armadura, es un elemento parecido al núcleo en cuanto a construcción, pero a diferencia de éste es, una parte móvil, su función principal es cerrar el circuito magnético cuando se energiza la bobina, ya que en estado de reposo debe estar separada del núcleo por acción de un muelle-resorte. El movimiento que se obtiene en la armadura cada vez que se energiza o se desenergiza la bobina se emplea para abrir o cerrar los contactos los cuales funcionarían como interruptores permitiendo o interrumpiendo el paso de corriente.

La bobina, es un arrollamiento de alambre con un gran número de espiras que al aplicársele tensión crea un campo magnético. El flujo magnético genera un par electromagnético superior al par resistente de los muelles que separan a la armadura del núcleo, de manera que estos pueden juntarse estrechamente.

2.4.2 CONTACTOS ELÉCTRICOS

Los contactos son las piezas encargadas de realizar la función principal del contactor, es decir, abrir o cerrar los contactos eléctricos de potencia o control tan pronto se energiza la bobina puesto que ambos se encuentran alojados en el mismo mecanismo.

Contactos principales, están destinados a abrir o cerrar los circuitos principales o de potencia, por la función que realizan estos contactos, son únicamente abiertos, se encuentran solamente en los contactores y soportan altos amperajes dependiendo del tipo de contactor.

Contactos auxiliares, son aquellos contactos cuya función específica es permitir o interrumpir el paso de corriente a las bobinas de los contactores, relevadores o a los elementos de señalización y mando, los contactos auxiliares son empleados para lograr diversas combinaciones entre aparatos, se distinguen fácilmente por

su situación de menor tamaño, por lo cual están diseñados para intensidades relativamente bajas. Existen dos clases de contactos auxiliares.

1.-Contacto normalmente abierto(NA). Llamados también contactos instantáneos de cierre, contactos cuya función es cerrar el circuito cuando se energiza la bobina ya que en estado de reposo se encuentran abiertos.

2.-Contacto normalmente cerrado (NC). Llamados también contactos instantáneos de apertura, contactos cuya función es abrir el circuito cuando se energiza la bobina ya que en estado de reposo se encuentran cerrados.

Tanto los contactos principales, como los contactos auxiliares, pueden ser: contactos fijos si están solidarios al soporte y contactos móviles que son los arrastrados por la armadura en su movimiento.

Resortes, Los resortes están destinados a regular, las presiones de los contactos móviles sobre los contactos fijos, así como a conseguir la apertura brusca del contactor cuando se desexcita la bobina.

Las cámaras de extinción o cámaras apagachispas, son departamentos especiales en los que quedan alojados los contactos. Es bien sabido que cuando los contactos abren o cierran, se forma un arco eléctrico entre ellos. Los arcos producen un calor adicional que, si es prolongado, puede dañar la superficie de los contactos. Por ello el arco producido por la corriente de ruptura, es alargado por la cámara, dividido y finalmente extinguido, antes de que tenga tiempo de ionizar el ambiente, de tal forma que se produzca un cebado entre fases, debido a su baja rigidez dieléctrica.

Soporte, es el conjunto de dispositivos mecánicos que permiten fijar entre sí, a las diferentes piezas que constituyen al contactor y a éste a su lugar de trabajo.

2.4.3 CIRCUITO DE MANDO (CONTROL)

Es el encargado de controlar el funcionamiento de los contactores. Normalmente consta de elementos de mando como: pulsadores, interruptores, sensores etc. Este circuito esta separado del circuito de potencia, ya que ambos circuitos pueden trabajar a diferentes tensiones.

2.4.4 CIRCUITO DE POTENCIA

Es el encargado de alimentar a la carga (motores, calefactores, electrofrenos, iluminación, etc.). Está compuesto por: contactores identificados con la letra K, elementos de protección, identificados con la letra F como pueden ser: fusibles, relés térmicos, relés magnetotérmicos, etc., además de un interruptor trifásico general identificado con la letra Q. Dicho circuito estará dimensionado a la tensión e intensidad que necesita el motor.

2.5 CRITERIOS PARA LA ELECCIÓN DE UN CONTACTOR.

Para elegir el contactor que más se ajuste a nuestras necesidades se debe tener en cuenta.

- ◆ Tipo de corriente, tensión de alimentación y frecuencia de maniobras.
- ◆ Potencia nominal de la carga.
- ◆ Condiciones de servicio: ligera, normal, dura, extrema. Existen maniobras que modifican la corriente de arranque y de corte.
- ◆ Si es para el circuito de potencia, o de mando, y si es para este último, que número de contactos se van a utilizar.
- ◆ Por la categoría de empleo.

2.6 VENTAJAS DEL USO DE LOS CONTACTORES

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales su utilización es recomendable.

- ◆ Automatización en el arranque y paro de motores.
- ◆ Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- ◆ Se puede maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- ◆ Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, y las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando pueden ser mas pequeñas.
- ◆ Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, capacitivos, presóstatos, temporizadores, etc.
- ◆ Ahorro de tiempo al efectuar maniobras prolongadas.

2.7 ARRANCADORES

Los arrancadores magnéticos ver figura (2.3), al igual que los contactores, son utilizados para arrancar y parar motores, pero debe señalarse claramente que hay una diferencia entre un contactor y un arrancador. Un contactor es un dispositivo que abre o cierra sus contactos en cualquier circuito eléctrico. Sin embargo los arrancadores son utilizados solo en circuitos eléctricos para motores.

La primera diferencia entre un contactor y un arrancador, es la adición de un segundo componente, llamado la protección contra sobrecarga. El arrancador consiste de un contactor y un dispositivo protector contra sobrecargas.

La protección debe agregarse por que no solo se requiere que un motor efectúe un arranque para efectuar un trabajo, o un paro, despues de finalizarlo, si no que también tenga los componentes necesarios para protegerse de la destrucción de si mismo, bajo una situación de sobrecarga.

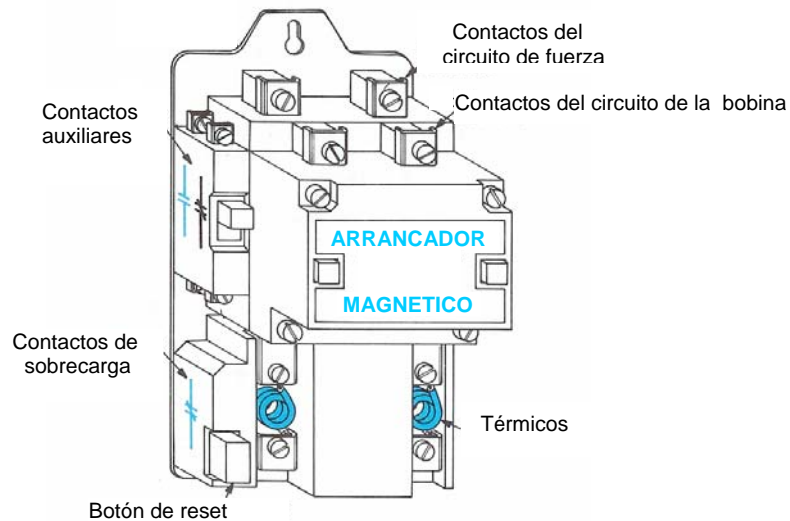


Figura 2.3 Diagrama pictorial de un arrancador Magnético con contactos auxiliares y protección contra sobrecargas.

El arrancador, en su forma más simple es un dispositivo que conecta o desconecta al motor de la red además de que realiza funciones de protección contra sobrecargas del motor. A esta unidad básica se añaden otros dispositivos para obtener el grado deseado de control y protección como se explicará en capítulos posteriores.

2.7.1 ARRANCADORES MANUALES

En los arrancadores clasificados como manuales, el operador acciona el cierre de los contactos, mediante un pulsador o mediante una palanca unida mecánicamente a los contactos.

El arrancador manual esta construido de manera que, cuando se aprieta el pulsador de arranque, un varillaje o articulación mecánica obliga a cerrar los contactos y , una vez cerrados, la articulación queda enclavada o retenida en esta posición. Cuando se aprieta el pulsador de parada y/o actúa la protección de sobrecarga, la articulación mecánica es disparada y se abren los contactos.

El principal inconveniente del arrancador manual, es la falta de flexibilidad de control. Debe ser accionado en el mismo lugar de emplazamiento, y es muy limitado en cuanto a las posibilidades como control de protección. Cuando el grado de control que ofrece es satisfactorio para la instalación, tiene la ventaja de ser más económico.

2.7.2 ARRANCADORES AUTOMÁTICOS

El arrancador automático también llamado arrancador electromagnético, consta de un contactor con la adición de un control protector, éste arrancador funciona a base de la atracción magnética de un electroimán para ,cerrar y mantener, sus contactos de fuerza y auxiliares, además, ofrece una ilimitada flexibilidad de control, es confiable y de larga duración con un mantenimiento razonable.

El arrancador automático está construido de manera tal que cuando se aprieta el pulsador de arranque, se activa la bobina del electroimán produciendo el cierre de sus contactos. Al ser accionados el pulsador de parada o el elemento contra sobrecargas se interrumpe el circuito de alimentación de la bobina lo cual ocasiona la apertura de los contactos.

2.8 RELEVADORES DE MANDO

Los circuitos de control automático generalmente contienen relevadores, principalmente a causa de que el relé confiere flexibilidad a los circuitos de control. El relé es por su propia construcción un amplificador. Las bobinas del relé solo necesitan una corriente muy pequeña para su funcionamiento y se utilizan para controlar circuitos de corrientes intensas. El relé es inherentemente un dispositivo de una sola entrada que sólo requiere una sola tensión o corriente para activar su bobina. Sin embargo utilizando varios contactos, el relé se puede convertir en un dispositivo de varias salidas.



Figura 2.4 Relevador con su respectivo zócalo o base de la firma Allen-Bradley.

Los relés se emplean generalmente para aceptar información de un dispositivo sensible o detector y la convierten en el nivel apropiado de potencia, número de

diversos circuitos, u otro factor de amplificación para conseguir el resultado que se desea en el circuito de control.

Los relevadores son capaces de controlar motores de potencia baja u algunas otras cargas como: luces piloto o señales audibles, no proporcionan protección de ninguna índole a motores, y ordinariamente se utilizan en sistemas de control de dos alambres.

Los relevadores se pueden obtener en una diversidad de construcciones, de tiro sencillo, doble o triple, con varias combinaciones de circuitos de contactos normalmente abiertos y normalmente cerrados. Esa variedad permite la selección de un relevador para casi cualquier aplicación.

Los contactos de carga del relevador, se usan con más frecuencia para abrir y cerrar circuitos de control, que para accionar circuitos de fuerza. Las aplicaciones típicas del control, incluyen el gobierno de un arrancador para motor y las bobinas del contactor, la interrupción de solenoides y otros relevadores.

2.8.1 Características de los contactos

Tensiones y corrientes de empleo. Para cada modelo de relé, el constructor define una tensión límite de empleo, determinada en función de las propias características constructivas, líneas de fuga, distancias en el aire, el medioambiente donde deba trabajar el relé, humedad, polvo, etc. En estos casos, la experiencia del constructor o la del usuario, resultan determinantes. En lo que se refiere a la corriente de empleo, esta depende, como para cualquier contacto eléctrico, de la naturaleza de la corriente, de la tensión del servicio y del número de maniobras previsto.

Poder de ruptura. Lo mismo que sucede en el caso de los contactores, resulta necesaria la consideración, además de la corriente normal de servicio, de la

corriente máxima que puede interrumpir el contacto de un relé, por ejemplo, si a consecuencia de una maniobra anormal el contacto puede abrirse bajo la corriente de servicio de un electroimán de corriente alterna, o bajo corriente continua, provisto de una resistencia limitadora de consumo.

Rebotes. Cuando se establece un contacto eléctrico, la percusión del contacto móvil sobre el contacto fijo, determina uno o varios rebotes, que pueden durar algunos milisegundos. El choque de la parte móvil del electroimán también puede entrañar una segunda serie de rebotes. En la mayoría de las aplicaciones, este efecto no tiene importancia sobre el funcionamiento, por que la duración de esta perturbación es inferior al tiempo de maniobra del aparato controlado. Pero cuando se trata de grandes cadencias de funcionamiento, con relés de respuesta rápida, debe tenerse en cuenta este fenómeno. También cuando el contacto de relé manda un electroimán con una corriente de servicio relativamente elevada. En estos casos, los rebotes son la causa de un desgaste anormal.

Dimensionado de los relés de mando. Frecuentemente, es en los equipos importantes donde se plantea el problema del dimensionado, aunque intervienen también, cuando los aparatos deben instalarse en lugares poco accesibles, o sobre un aparato móvil de pequeño volumen.

Otro aspecto, frecuentemente fundamental, es la accesibilidad a los diferentes componentes: contactos, bobinas, bornes y conductores de cableado, cuando el equipo esta terminado.

Fiabilidad. La palabra fiabilidad designa la propiedad de un sistema, o de un elemento de sistema determinada esencialmente por; la ausencia de fallos durante el servicio y por su aptitud para ser puesto en marcha nuevamente, lo que permite establecer límites para su funcionamiento.

Uno de los elementos de fiabilidad que se han de tener en cuenta para los relés, es el número de maniobras mecánicas, dado que estas se deben efectuar con un porcentaje extremadamente reducido de fallos en las bobinas y en los contactos, pero es bien sabido que durante el funcionamiento de un relé, se produce, de tiempo en tiempo, un mal contacto, debido a la presencia de polvo entre los contactos. Por lo general, este polvo se elimina por si mismo y, si el caso de mando manual o semi-automático, este inconveniente pasa frecuentemente desapercibido, no sucede lo mismo con un equipo automático que este constituido por un gran número de relés.

Un segundo criterio, muy importante, de fiabilidad que frecuentemente no se tiene en cuenta, es la aptitud a la puesta en marcha. En efecto, importa en la industria que cualquier parada de fabricación, provocada por un fallo de la cadena de producción, sea de una duración tan reducida como sea posible. Al nivel de los relés, es necesario tener en cuenta algunas características que se refieren a esta cuestión.

Una de estas características hace referencia a la accesibilidad de los bornes de un relé. En efecto, resulta indispensable que el personal encargado de mantenimiento y reparación pueda comprobar los circuitos correspondientes.

Otra característica importante es la visibilidad del estado de un relé, cerrado o abierto. Finalmente un relé debe estar suficientemente marcado para poder efectuar una rápida interpretación de la función propia de cada uno de los relés de un equipo de mando. Estas resultan esenciales porque, en el caso de una avería o de la modificación rápida de un equipo, el tiempo importante no es el necesario para el cambio de uno o de varios relés, si no el tiempo de localización del componente en cuestión, que por otra parte, puede ser un conductor de cableado cortado o un borne desconectado.

CAPÍTULO III

DISPOSITIVOS AUXILIARES DE CONTROL

Los pulsadores manuales son algunos de los dispositivos más comunes utilizados para ejercer control. Aún en los sistemas de más complicados, se encontraran una gran variedad de éstos utilizados para; arrancar, parar y efectuar el cambio de operaciones en un sistema.

No obstante que el botón pulsador fundamentalmente es un dispositivo simple, las aplicaciones industriales le han requerido para hacer convenientes sus alternativas eléctricas y mecánicas más complejas. Ningún otro dispositivo de control ha sido manufacturado en variadas y diferentes combinaciones, ofreciendo una selección ilimitada.

La siguiente figura ilustra el ensamble de alguna unidad típica de botón pulsador. Éste importante elemento puede consistir de uno o más bloques de contacto, algún tipo de manipulador, una placa con una inscripción para denotar su función y anillos de soporte, o alguna arandela para ajustar o retener el dispositivo a su base.



Figura 3.2 Unidad de botón pulsador y sus componentes.

3.2.1 Bloques de contacto

Los bloques de contacto, son arreglos de contactos que se encuentran alojados dentro de un molde de plástico, cuya configuración puede ser, normalmente abierta o normalmente cerrada. Usualmente estas dos configuraciones son usadas en combinación dentro de los bloques de contacto, de manera que cuando se oprima el botón, un juego de contactos se abrirá y el otro juego de contactos se cerrará.

3.2.2 Placas de inscripción

Básicamente existen tres tamaños de placas de inscripción estándar, grande y extragrande, algunas placas de inscripción pueden ser ordenadas sin etiqueta. La siguiente figura muestra las típicas placas de inscripción más comunes.

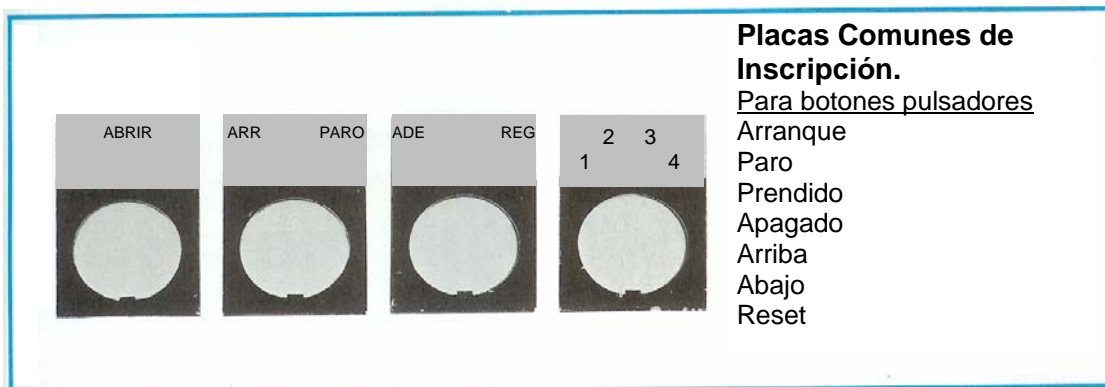


Figura 3.3 Placas de inscripción.

3.2.3 Operadores

Existen diferentes tipos de operadores disponibles en el mercado como los que se ilustran a continuación, los cuales son conocidos como: pulsador de cabeza rasante, pulsador con capuchón, pulsador de cabeza saliente, pulsador con

cabeza de hongo y pulsador con señalización luminosa, cada uno de ellos esta disponible en múltiples colores, la selección de un estilo particular depende de la aplicación y los requerimientos del circuito, cada uno de los operadores tiene sus ventajas, por ejemplo: el operador de cabeza rasante debido a su protección evita y previene operaciones accidentales, El operador de cabeza de hongo es utilizado particularmente para los paros de emergencia u otras operaciones que pueden requerir una maniobra muy rápida, etc.

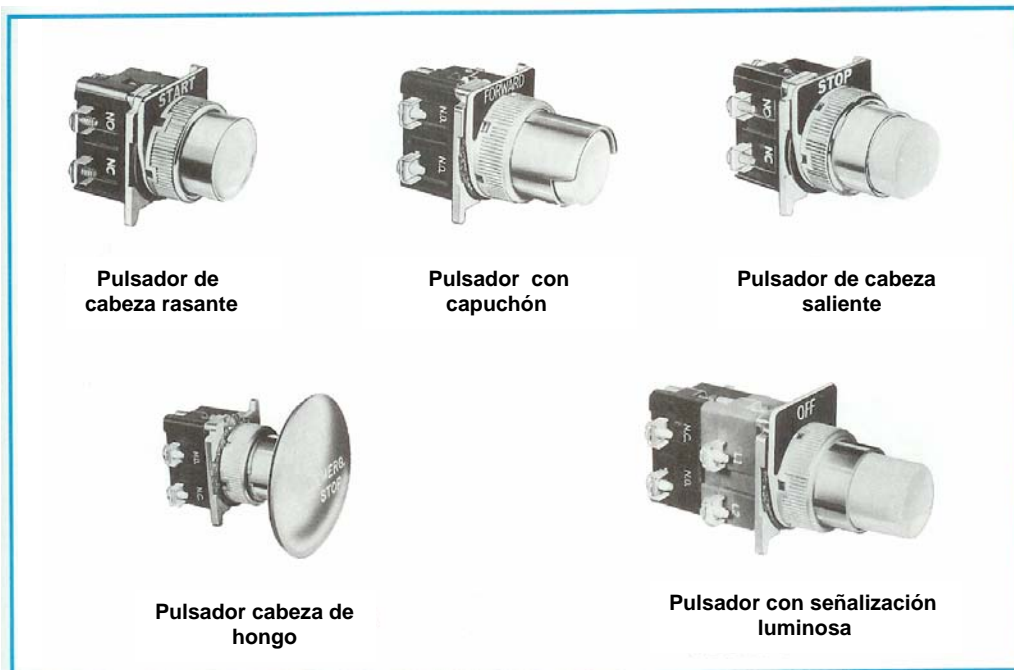


Figura 3.4 Diferentes tipos de pulsadores.

3.2.4 Estación de botones

Después de ensamblar las partes individuales de un botón pulsador este se enclaustra en un lugar especial denominado estación de botones. Las estaciones de botones se fabrican para dos tipos de servicio: el servicio normal para aplicaciones usuales y el servicio pesado para el uso frecuente de los botones.

La estación de botones se puede montar directamente junto al controlador, o a cierta distancia de éste, si se desea, se pueden obtener diversas envolventes

para las estaciones de botones. Además de aquellas de tipo general fabricadas para utilizarse en condiciones extraordinarias, se pueden clasificar como: a prueba de agua, a prueba de polvo, a prueba de explosión y sumergibles.

3.3 SWITCHES SELECTORES

Un switch selector esta fabricado de la misma forma que un switch de botón pulsador, la diferencia reside en el hecho de que para abrir o cerrar los contactos se tiene que girar una perilla, éste dispositivo es usado para seleccionar alguna de las diversas posibilidades existentes en un circuito, operaciones típicas como: manual o automático, bajo o alto, arriba o abajo, derecha o izquierda, paro o arranque. El switch selector es el que controla en que operación una máquina va a permanecer.

En la siguiente ilustración se observan varios tipos de switches selectores comunes.

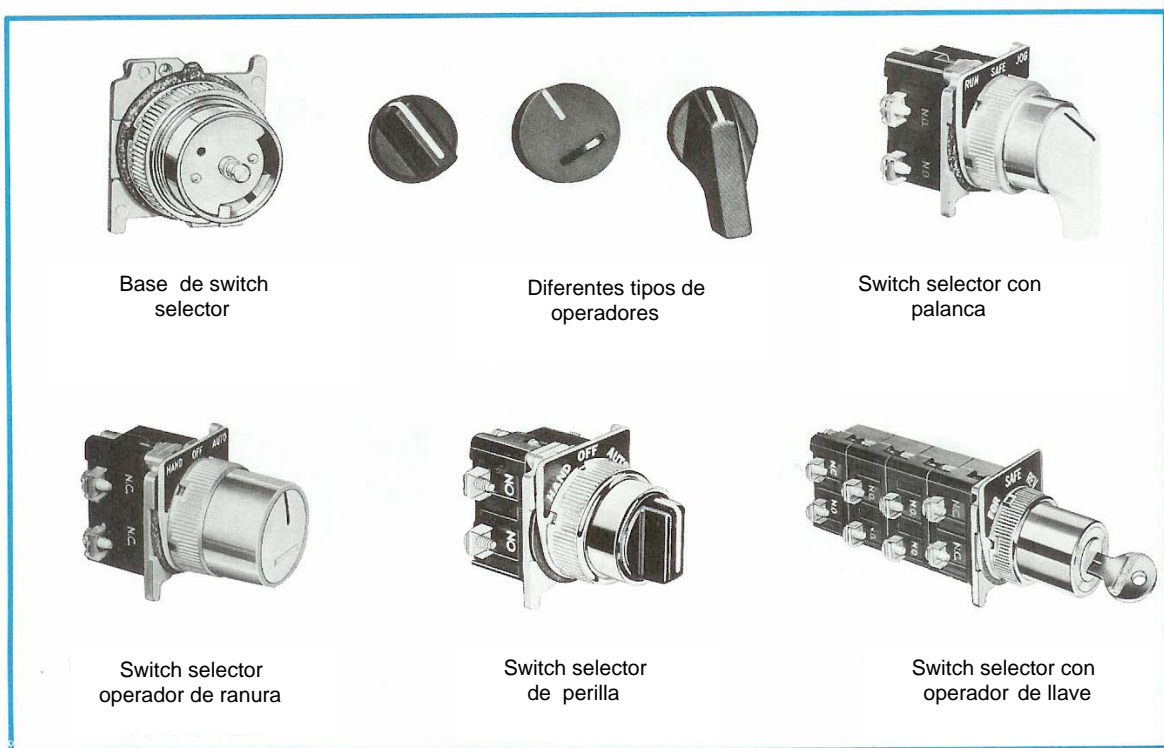
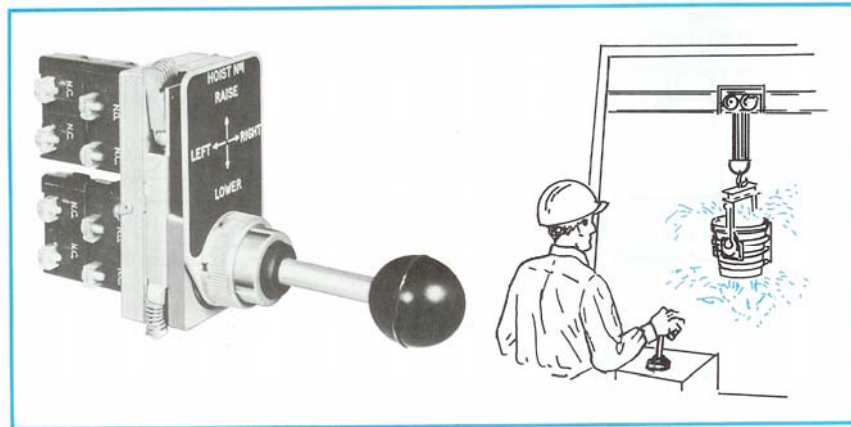


Figura 3.5 Diversos tipos de switches selectores.

3.4 JOY STICK

La siguiente figura ilustra un típico Joy stick y la manera en como sería utilizado en una aplicación industrial.

**Figura 3.6** Aplicación de un Joy Stick.

Este operador puede ser utilizado para efectuar una operación sencilla o múltiple de hasta ocho posiciones. La ventaja del joy stick es que muchas operaciones pueden ser ejecutadas por una sola persona sin que esta mueva sus manos del controlador. Ésta es una ayuda especial cuando el operador debe estar mirando hacia la carga que está manipulando como en el caso de una grúa. El joy stick esta disponible en dos estilos básicos: uno es el operador estándar el cual es libre para moverse de posición a posición, mientras que el otro, es un tipo de palanca con cerrojo que tiene una arandela de seguridad la cual debe ser jalada hacia arriba para liberar la palanca antes de que esta pueda moverse hacia cualquier posición. Todas las posiciones del joy stick usualmente son operaciones momentáneas o permanentes o una combinación de ambas. El joy stick usa el mismo estándar de bloques de contacto que los botones pulsadores y los switches selectores, la diferencia es que el joy stick utiliza muchos bloques de contacto apilados para poder ejercer control en varias direcciones.

3.5 CONTROLADORES DE NIVELES DE LÍQUIDOS

Los controladores de niveles de líquidos pueden ser usados para arrancar y parar motores y otros dispositivos directamente por medio de una interfase con contactores o arrancadores.

Debido a que existen muchos tipos diferentes de líquidos que se manejan en los procesos industriales, hay muchos métodos de detección disponibles. Por ello es importante comprender las diferencias existentes entre éstos, porque el tipo, determina el mejor método para su control.

3.5.1 Switch flotador

El método más popular para sensar el nivel de un líquido es el switch flotador. Este interruptor puede tener formas diversas en lo que respecta a su construcción mecánica o física. Sin embargo, en esencia se compone de uno o más juegos de contactos normalmente abiertos o normalmente cerrados, accionados mediante un sistema de palancas la figura (3.7), es la disposición mecánica más sencilla de un interruptor de flotador que consiste de: una palanca provista de un eje con los contactos eléctricos fijados en un extremo y, un flotador suspendido en el otro. Cuando el nivel de agua sube, empujara al flotador hacia arriba, haciendo girar la palanca sobre su eje y produciéndose el establecimiento o interrupción del circuito de mando según cierren o abran los contactos.

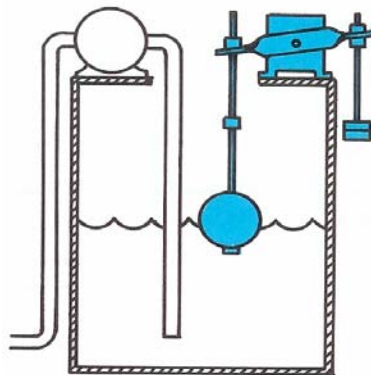
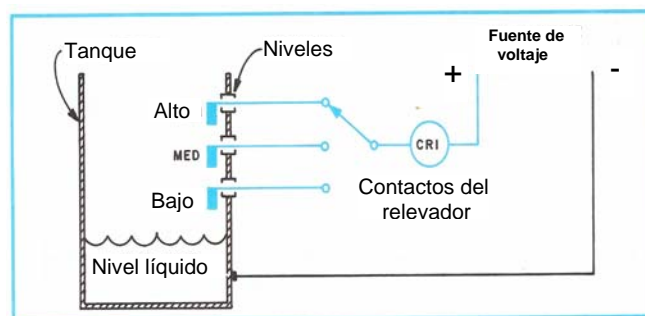


Figura 3.7 Switch flotador.

3.5.2 Sensor de electrodos

Aunque el interruptor de flotador es el método más común empleado para medir el nivel de un líquido, su uso se ha limitado un poco en ciertos procesos industriales, por ejemplo; si el líquido en el tanque fuera pintura, en tal caso la pintura añadiría una capa fina de pintura al flotador cada vez que el tanque fue llenado o vaciado, después de que muchas capas se hubieran acumulado sobre el flotador, éste se volvería más pesado cambiando su ajuste de nivel. En otros casos el líquido podría ser un material de tipo ácido y en tal caso un interruptor de switch flotador que viene equipado para hacer contacto físico no podría ser usado.

La figura 3.8, ilustra otro método para sensar el nivel líquido en un tanque. Aquí el líquido es usado como conductor para cerrar la trayectoria del flujo de corriente, y así energizar la carga (bobina) del relevador. Para lograr esto, se colocan electrodos para el nivel alto, nivel medio y nivel bajo, así mismo el líquido es utilizado para cerrar la conexión eléctrica entre las tres conexiones y la línea del neutro.

**Figura 3.8** Sensor de electrodos.

Hay dos consideraciones que se deben tomar en cuenta cuando se usa un líquido como conductor. La primera consideración es que el líquido debe ser buen conductor y no de cualquier material inflamable. La segunda consideración es que la corriente y el voltaje usados para conducirse a través del líquido deben ser lo

suficientemente bajos y conectados apropiadamente a tierra a fin de evitar cualquier peligro.

3.5.3 Detección por transmisión

En este tipo de control, un emisor y receptor de rayos-x o rayos-gamma son utilizados para detectar el nivel de un líquido.

La ventaja aquí es que cualquier líquido o sólido puede ser sentido con esta aplicación. El líquido es empleado para cortar los rayos transmitidos y activar un juego de contactos eléctricos. La sensibilidad es un parámetro que se puede ajustar por ello los contactos operarán aun cuando los rayos crucen a través del líquido. Estos contactos están conectados a través de un circuito para energizar y desenergizar la carga.

3.6 SWITCH DE LÍMITE

El switch de límite es uno de los dispositivos auxiliares más comunes utilizado en aplicaciones industriales. Éste dispositivo es empleado para convertir un movimiento mecánico en una señal eléctrica, esta conversión se efectúa por el uso de un tipo de palanca, la cual impulsa a abrir o cerrar un arreglo de contactos dentro de la envoltura del switch de límite.

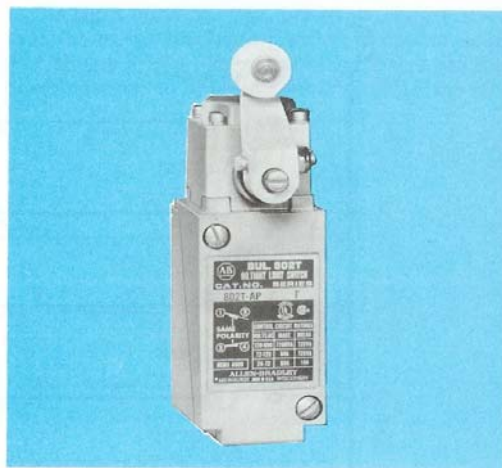


Figure 8-15 A common type of limit switch used to convert mechanical motion into an electrical signal. (Allen-Bradley Company)

Figura 3.9 Switch de límite.

Algunas aplicaciones del switch de límite incluyen conveyors, control de elevadores, monitoreo, secuencias, posicionamientos y detecciones. En estas aplicaciones este dispositivo es usualmente disparado para arrancar, parar, adelantar, regresar, o efectuar operaciones lentas o rápidas.

El switch de límite esta hecho de dos partes principales, el mecanismo actuante y los contactos eléctricos situados en el cuerpo del switch. El actuador o leva es la parte que transfiere la señal desde la parte móvil para ser detectada por los contactos eléctricos.

Los contactos eléctricos están usualmente enclaustrados dentro de la envolvente del interruptor de límite y se puede acceder a ellos a través de conectores con terminal de tornillo. El estándar interno usado en la mayoría de los switches de límite es que están predeterminados para abrir o cerrar instantáneamente. Éstos usualmente están revestidos de plata y tienen una alta presión al contacto para minimizar el rebote y el arqueo.

Los arreglos de los contactos vienen en variadas configuraciones. Pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados o una combinación de ambos.

3.6.1 Tipos de actuadores

Hay muchas variaciones de actuadores de rotación básicos diseñados para muchas aplicaciones de los switches de límite la figura (3.10), A, ilustra el actuador de palanca con rodillo de longitud ajustable diseñado para aquellas aplicaciones que puedan requerir que la distancia del rodillo se recorra a fin de ajustarse a una determinada situación; B, nos muestra un actuador de palanca con rodillo de ajuste micrométrico diseñado para aplicaciones donde un empuje directo es efectuado para a fin de cerrar el arreglo de contactos; C, muestra la palanca con rodillo tipo horquilla este tipo de operador normalmente se encuentra montado sobre el switch de límite su característica principal es que sus contactos de

switches se mantienen en la posición sobre la cual se le accione a fin de ejecutar el cierre de sus contactos y solo vuelve a su posición inicial cuando se le aplica una fuerza en dirección opuesta a la inicial. Finalmente la figura, D, ilustra el actuador de vástago ajustable, una de sus ventajas es que la varilla puede ser acortada con el objeto; de efectuar una mejor operación. Al ejercer presión sobre ésta en cualquier dirección lejos de su centro ocasionará que los contactos eléctricos operen.

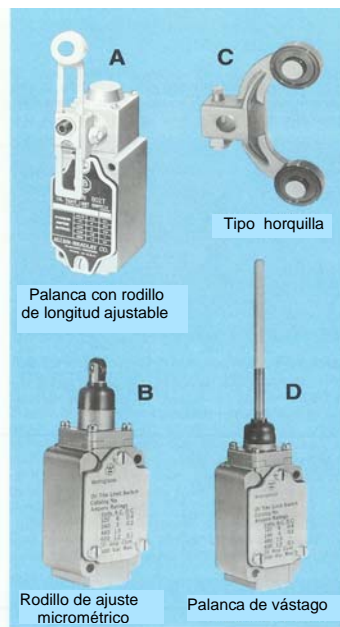


Figura 3.10 Diversos actuadores aplicados a los switches de límite.

3.7 CONTROL DE PRESIÓN

Los interruptores de presión son dispositivos de control que responden a los cambios de presión en un medio como el aire, agua o aceite. El interruptor de presión abre o cierra contactos eléctricos en respuesta a estos cambios de presión. Para cargas mínimas o algunos motores de caballos de fuerza muy pequeños, el interruptor de presión puede manejar la corriente directamente. En el caso de cargas grandes, es utilizado para energizar relevadores, contactores, o arrancadores de motor, que a su vez energizarán a la carga. La figura (3.11)

Ilustra el mecanismo de funcionamiento cuando la presión empieza a entrar en acción, y también durante el proceso de vacío.

La apertura o cierre de los contactos eléctricos son maniobras efectuadas por el movimiento de un diafragma o pistón contra la fuerza de un muelle precalibrado. Generalmente, cuando una diferencia en la presión existe entre el fluido y el muelle, éste es forzado a moverse, el movimiento puede iniciar al aumentar o reducir la presión dentro del bastidor del interruptor de vacío. El ajuste del muelle es el que determina la presión o el vacío a la cual los contactos abrirán o cerrarán.

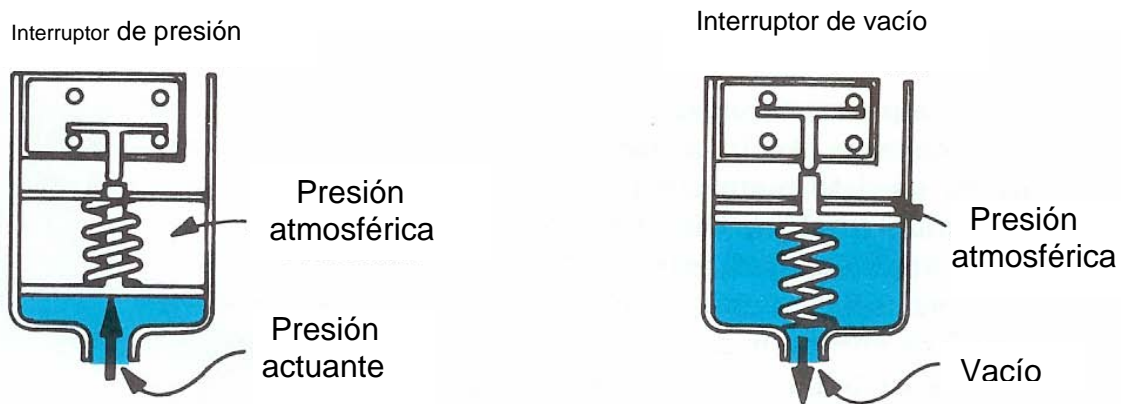


Figura 3.11 Mecanismo de operación básico de la presión y el control de vacío que hará que los contactos se abran o se cierren.

Uno de los conceptos difíciles de comprender cuando se trabaja con este tipo de dispositivos es el ajuste del diferencial de presión. Cuando un cambio en la presión ocurre, causando que el diafragma se mueva y active los contactos, un poco de esa presión debe ser eliminada antes de que los contactos vuelvan a su estado normal. El ajuste del diferencial es la diferencia entre la presión superior y la presión inferior que se requiere para desactivar los contactos y regresarlos a su estado de reposo. Por ejemplo, si un interruptor de presión es configurado para activarse cuando la presión aumenta a 30° (Presión de paro), luego/entonces cuando la presión llega a 30° , los contactos son activados. Cuando la presión

3.8.1 Tubo capilar

Éste controlador de temperatura está equipado con un bulbo que es utilizado como elemento sensante dentro de un tubo capilar el cual a través de una extensión aleja la cubierta donde se encuentran alojados los contactos eléctricos del elemento sensante y el calor. Éstas unidades utilizan un líquido sensible a la temperatura como elemento activo dentro del bulbo. La presión en el sistema varía en proporción a la temperatura del bulbo. Conforme la temperatura del bulbo aumenta. La presión del vapor dentro del bulbo aumenta y viceversa. Los cambios de presión son transmitidos a los muelles o a un diafragma a través del tubo capilar. Esta presión es entonces usada para activar los contactos eléctricos dentro del interruptor. Los interruptores están diseñados con una alta precisión de forma que cuando la temperatura crea la presión correcta los contactos se cierran o abren según su función dentro del circuito. Al controlar unidades de refrigeración donde las temperaturas están generalmente debajo de la temperatura normal, un gas o vapor en lugar de un líquido, es utilizados para sensar la temperatura dentro del bulbo.

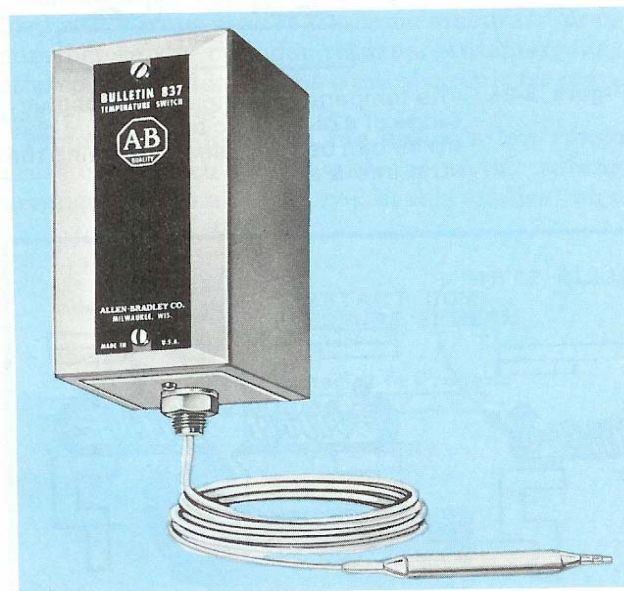


Figura 3.13 Tubo capilar de la firma Allen-Bradley.

3.8.2 Controlador de temperatura de estado sólido

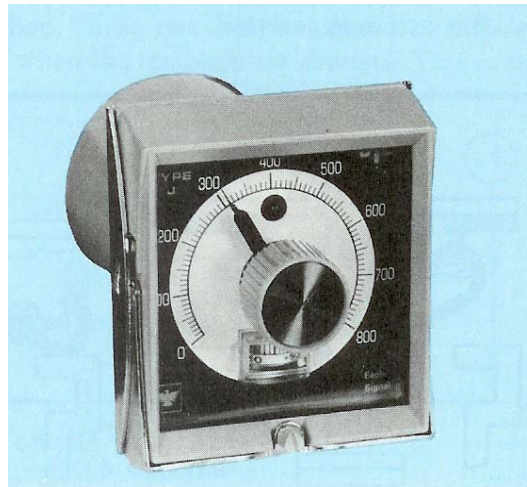


Figura 3.14 Controlador de temperatura de estado sólido.

Si se requiere una respuesta de tiempo más rápida entonces se requiere un controlador de temperatura de estado sólido figura (3.14), ya que éste, utiliza un termopar como controlador o elemento sensante. Un termopar es un dispositivo detector de temperatura cuyas características eléctricas varían con un cambio en la temperatura. Una corriente eléctrica proporcional a la temperatura fluye del termopar cuando es calentado, esta conversión del calor respecto a la electricidad es medido, algunas veces amplificado y aplicado a circuitos de control dentro del controlador de temperatura para abrir y cerrar contactos.

3.8.3 Termostato

Es un dispositivo capaz de regular la temperatura formado por un bimetálico que a consecuencia de la temperatura sufre una deformación lo que ocasiona el cierre o apertura de sus contactos.

3.9 CONTROL DE FLUIDOS

Un interruptor de fluido es un interruptor de control que es insertado en un tubo o conducto para detectar el movimiento de un fluido. Este fluido podría ser aire, agua, aceite o algún otro gas o líquido. El elemento sensante es una válvula o paleta que se extienden hasta el tubo o el conducto. Esta paleta se moverá y activará los contactos eléctricos siempre que la circulación sea suficiente para superar la tensión del muelle como se ilustra en la figura (3.15). La tensión del resorte es regulable en muchos interruptores de circulación, permitiendo que el operador ajuste a un porcentaje de circulación en particular.

El contacto eléctrico puede ser usado para arrancar o parar motores o bombas, abrir o cerrar válvulas, encender o tocar una alarma de advertencia, etc.

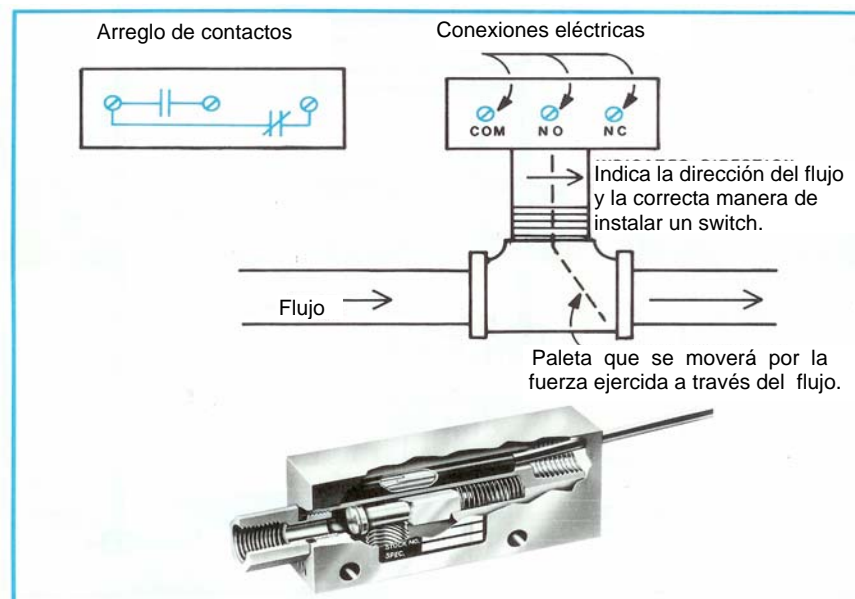


Figura 3.15 Switch de fluidos, arreglo de contactos y conexiones eléctricas.

3.10 SENSORES INDUCTIVOS

Los sensores de proximidad inductivos son dispositivos de estado sólido diseñados para detectar objetos metálicos. Con una correcta instalación, esta tecnología sin contactos junto con la ausencia de partes móviles hacen que los sensores de proximidad inductivos no estén sujetos a daños ni desgaste mecánicos. Además, funcionan bien en ambientes muy sucios, en los cuales no

se ven afectados por la acumulación de contaminantes tales como polvo, grasa, aceite u hollín en la cara de detección. Esto hace de la tecnología inductiva un candidato ideal para aplicaciones industriales intensas.

Los sensores de proximidad inductivos operan según el principio del oscilador neutralizado de corrientes parásitas. Estos sensores están diseñados para generar un campo electromagnético. Cuando un objeto metálico entra en este campo, se inducen corrientes de superficie (corrientes parásitas) en el objeto metálico, las cuales restan energía al campo electromagnético, dando lugar a una pérdida de energía en el circuito del oscilador y, por tanto a una reducción de la amplitud de la oscilación. El circuito activador detecta este cambio y genera una señal de encendido o apagado. Cuando el objeto sale del campo electromagnético, el oscilador se regenera y el sensor vuelve a su estado normal.

Los sensores de proximidad inductivos detectan tanto metales férricos como no férricos. Generalmente estos dispositivos se utilizan para detectar la posición de objetos metálicos en procesos de maquinado automatizado, o bien para detectar piezas metálicas en procesos de montaje automatizado y en operaciones de detección de presencia de envases metálicos en procesos de envasado de alimentos o bebidas. La siguiente ilustración muestra la gran variedad de sensores inductivos existentes en el mercado.



Figura 3.16 Sensores inductivos de la firma Allen-Bradley.

Un sensor de proximidad inductivo consta de cuatro componentes básicos:

1. Conjunto de núcleo de ferrita y bobina.
2. Oscilador.
3. Circuito activador o de disparo.
4. Circuito de salida.

Conjunto de nucleo/bobina

El conjunto de núcleo de ferrita y bobina genera un campo electromagnético a partir de la energía eléctrica suministrada por el oscilador.

Oscilador

El oscilador suministra energía eléctrica al conjunto de núcleo de ferrita y bobina.

Circuito activador

El circuito activador detecta cambios en la amplitud de la oscilación. Estos cambios se producen cuando un objeto metálico entra o sale del campo electromagnético irradiado desde la cara del sensor.

Salida de estado sólido

Cuando se detecta un cambio suficiente en el campo electromagnético, la salida de estado sólido proporciona una señal eléctrica para la conexión de interfase o una lógica de máquina. Esta señal indica la presencia o ausencia de un objeto metálico en el campo de detección.

Características principales de los sensores de proximidad inductivos:

Ventajas

1. No se ven afectados por la humedad.
2. No se ven afectados por el polvo o la suciedad.
3. Carecen de partes móviles, por lo que no hay desgaste mecánico.
4. No existe zona ciega.

Desventajas

1. Solo detectan la presencia de objetos metálicos.
2. El margen de operación es más corto que el de otros dispositivos de detección disponibles.
3. Pueden verse afectados por campos eléctricos intensos.

3.11 SENSORES CAPACITIVOS

Los sensores capacitivos permiten detectar objetos metálicos y no metálicos sólidos y líquidos, si bien son más apropiados para detectar objetos no metálicos debido a sus características y costo en comparación con los sensores de proximidad inductivos. En la mayoría de las aplicaciones con objetos metálicos es preferible usar sensores inductivos por su confiabilidad y asequibilidad.

Los sensores de proximidad capacitivos son similares a los inductivos en cuanto a su tamaño, forma y concepto. Sin embargo a diferencia de estos últimos que utilizan campos magnéticos para detectar objetos, los sensores de proximidad capacitivos reaccionan a alteraciones en campos electrostáticos. La sonda situada detrás de la cara del sensor es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto. Cuando el objeto se

encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

La capacidad del sensor para detectar el objeto depende del tamaño y de la constante dieléctrica del objeto, así como de su distancia con respecto al sensor.

La constante dieléctrica es una propiedad del material. Todos los materiales tienen una constante dieléctrica. Aquellos con constantes dieléctricas más altas son más fáciles de detectar. La siguiente figura ilustra algunos tipos de sensores capacitivos.

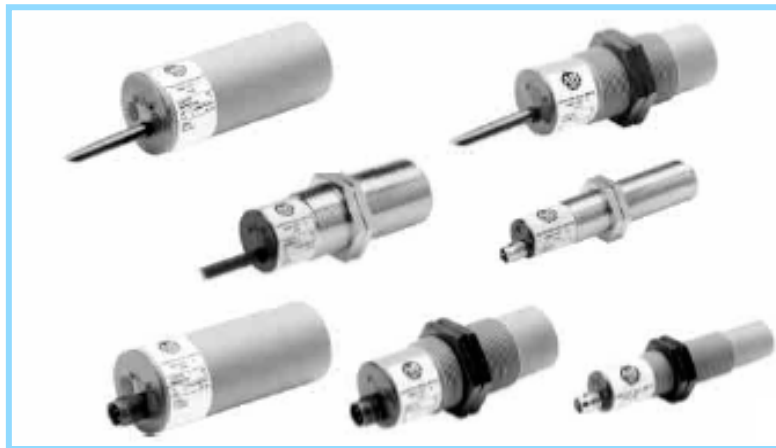


Figura 3.17 Sensores capacitivos de la firma Allen-Bradley.

El sensor consta de cinco componentes básicos

1. Sonda o placa capacitiva.
2. Oscilador.
3. Detector de nivel de señal.
4. Dispositivo interruptor de salida de estado sólido.
5. Potenciómetro de ajuste.

Componentes básicos:

Sonda o placa capacitiva

La sonda capacitiva irradia un campo electrostático que genera un acoplamiento capacitivo entre la sonda y el objeto que entra en el campo.

Oscilador

El oscilador suministra energía eléctrica a la sonda o placa capacitiva.

Circuito de disparo

El circuito de disparo detecta cambios en la amplitud de la oscilación. Los cambios ocurren cuando un objeto entra o sale del campo electrostático irradiado desde el sensor.

Dispositivo interruptor de salida de estado sólido

Una vez detectado un cambio suficiente en el campo electrostático, la salida de estado sólido genera una señal eléctrica que la debe interpretar que la debe interpretar un dispositivo de interfase.

Potenciómetro de ajuste

Si el potenciómetro se gira a la derecha(sentido horario), la sensibilidad aumenta; si se gira a la izquierda(sentido anti-horario), la sensibilidad disminuye.

Características principales de los sensores de proximidad capacitivos:

Ventajas

1. Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos.
2. Pueden ver a través de ciertos materiales (cajas de productos).
3. Tienen larga vida útil.
4. Disponen de muchas configuraciones de montaje.

Desventajas

1. Distancia de detección corta.
2. Son muy sensibles a factores ambientales.
3. No son selectivos con respecto al objeto detectado: es esencial controlar que es lo que se aproxima al sensor.

3.12 TEMPORIZADORES

Se puede definir la temporización como el retardo calculado aportado a una acción. En diversas operaciones y procesos industriales, se deben retardar ciertas acciones, de duración bien definida, de aquí la importancia de estos dispositivos.

3.12.1 Técnicas de Temporización.

1. Retardo a la conexión

Llamado también retardo a la atracción de la armadura o acción diferida su funcionamiento consiste en que los contactos pasan de la posición de reposo a la de trabajo después de cierto tiempo de haber sido energizada su bobina. En el momento de energizar su bobina los contactos temporizados siguen en la misma posición de estado de reposo y solamente cambian una vez que haya transcurrido el tiempo programado

2. Retardo a la desconexión

También llamado retardo a la desenergización de la armadura su característica de funcionamiento, reside, en que al energizar la bobina, la bobina es atraída y los contactos temporizados se cierran es decir actúan como contactos instantáneos y regresan a su posición inicial una vez que haya transcurrido un tiempo prefijado.

3.12.2 Corte de alimentación

En cualquier estudio de una instalación con dispositivos temporizadores, hay que tener en cuenta que sucede en el caso de un corte de alimentación fortuito o involuntario. En esta situación son posibles dos casos:

- a) El aparato debe reanudar su funcionamiento automáticamente.
- b) El aparato debe esperar una orden para reanudar nuevamente su funcionamiento.

Se realizan estas condiciones utilizando enclavamientos mecánicos o eléctricos, dispositivos de memoria, etc.

Para el tipo de temporización a la conexión, en caso de corte de la alimentación durante el curso de temporización, el aparato vuelve enseguida a su posición de reposo y queda en disposición de funcionamiento sin retraso.

Para el tipo de temporización a la desconexión, en caso de corte de alimentación durante el curso de la temporización, el mecanismo continúa hasta la transferencia de contactos, ya que la temporización ha comenzado durante el corte de alimentación de la bobina.

En otro caso si se alimenta la bobina y durante el curso de alimentación, ésta se interrumpe y el relé queda preparado para empezar un nuevo ciclo temporizado en el próximo corte de alimentación.

Básicamente existen tres grandes categorías de temporizadores:

- a) Temporizadores neumáticos
- b) Temporizadores con mecanismo de relojería
- c) Temporizadores electrónicos.

Aunque cada dispositivo realiza su funcionamiento de manera diferente todos tienen la misma habilidad en común, introducir algún grado de demora de tiempo en un circuito de control.

3.13 TEMPORIZADOR NEUMÁTICO

Es un dispositivo donde la temporización se obtiene por la entrada regulada de aire a un fuelle hasta que se llene y recupere su estado original, momento en el cual el fuelle acciona los contactos del temporizador. El tiempo que requiere el fuelle para llenarse nos da el tiempo de temporización. La regulación del tiempo se realiza por medio de un diafragma compuesta de dos discos superpuestos que llevan sendas perforaciones que de acuerdo a la distancia existente entre ellas permiten el mayor o menor paso de aire. La expulsión de aire del fuelle se realiza por acción de la armadura, al ser energizada la bobina que lleva el temporizador. La siguiente figura ilustra un temporizador neumático.

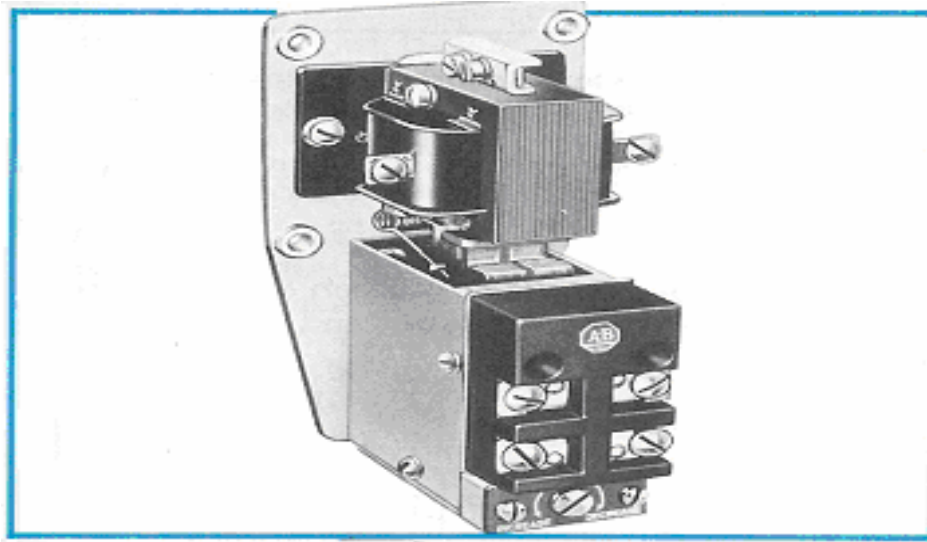


Figura 3.18 Temporizador neumático.

Un temporizador neumático cuenta con tres partes esenciales:

- a) Un filtro por donde penetra el aire comprimido, un vástago de latón en forma de cono, solidario con un tornillo de regulación para el paso de aire, un fuelle de goma y un resorte antagonista situado en el interior de este fuelle. El tornillo de regulación asegura la regulación progresiva de la temporización.
- b) Una bobina electromagnética para corriente continua o alterna, según los casos.
- c) Un juego de contactos de ruptura brusca y solidarios al temporizador neumático por medio de un juego de levas y palancas.

3.14 TEMPORIZADOR CON MECANISMO DE RELOJERÍA

Dispositivo en el cual la temporización se consigue mediante un sistema comparable al de los relojes mecánicos. El tiempo de conteo se inicia en el momento que se energiza un pequeño motor síncrono de velocidad constante que mueve una serie de engranajes, a fin de reducir la velocidad, el ultimo de ellos

lleva un tope que maniobra unos contactos de apertura lenta o microinterruptor de apertura brusca, actuando así como contactos temporizados. El tiempo se programa alejando o acercando manualmente el fin o tope de los contactos, para que el temporizador esté nuevamente en condiciones de temporizar es necesario desenergizar su elemento motor y esperar que sus engranajes vuelvan a su posición de reposo por acción de un espiral de resorte. La siguiente ilustración nos muestra la figura de un temporizador con mecanismo de relojería.

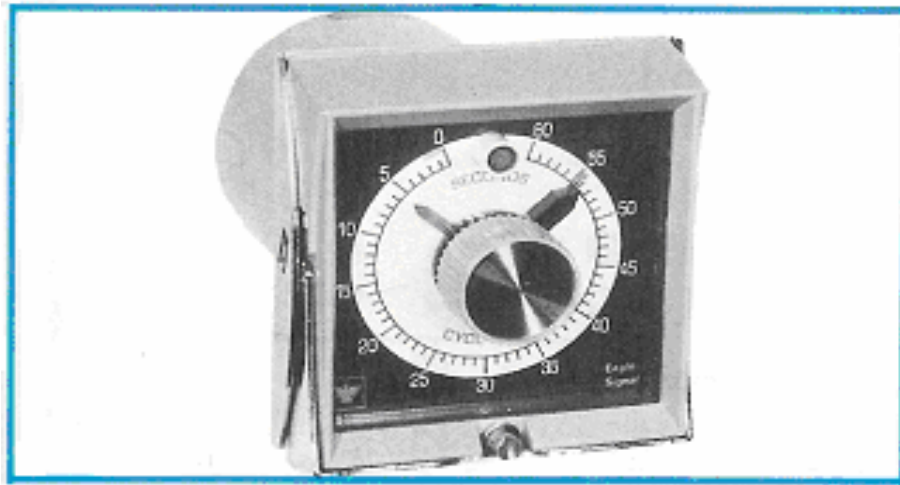


Figura 3.19 Temporizador con mecanismo de relojería.

3.15 TEMPORIZACIÓN ELECTRÓNICA

Los temporizadores estado sólido, derivan su nombre, del hecho de que el tiempo de demora es proveído por dispositivos electrónicos de estado sólido enclaustrados dentro de un dispositivo temporizador. Brevemente mencionaremos que la mayoría de los dispositivos de estado sólido usan un circuito resistencia-capacitancia interconectado con transistores y un controlador rectificador para proveer el tiempo de demora y las características de switcheo. En la siguiente ilustración se muestra un temporizador electrónico.

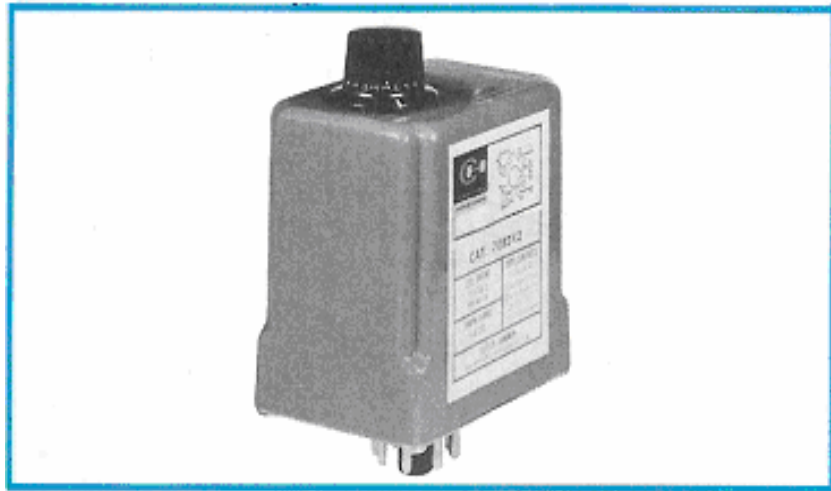


Figura 3.20 Temporizador electrónico.

La temporización electrónica es muy extendida. Se utiliza con relés electromagnéticos cuya bobina está prevista para ser alimentada por corriente continua.

Estos tipos de temporizadores han sido muy populares y reemplazarán a cualquier otro dispositivo temporizador dada su confiabilidad y relativo bajo costo. Cuando estas unidades sufren algún daño, es más económico su reemplazo que su reparación. Además de que en muchos de los casos estos dispositivos están encapsulados en resina epóxica para su protección, haciendo su reparación imposible.

CAPÍTULO I V

PROTECCIONES

4.1 PROTECCIÓN PARA MOTORES ELÉCTRICOS

Un equipo de mando bien proyectado debe incluir una o varias clases de protección. En las instalaciones industriales el material eléctrico frecuentemente esta sometido a condiciones muy severas de trabajo, por lo que resulta necesaria su protección, con el objeto de evitar fallas en su funcionamiento o reducir al mínimo las posibles averías. Algunas de las perturbaciones contra las que debe tomarse en general medidas de protección, son las siguientes:

- a) Sobrecargas prolongadas.
- b) Cortos circuitos.
- c) Sobrecargas repentinas.
- d) Fallo de fase.
- e) Sobre tensiones.
- f) Sub tensiones.

Existen fuentes de perturbación muy comunes que pueden provocar fallas en los motores eléctricos estas son:

- 1.- La excesiva elevación de temperatura.
- 2.- Los esfuerzos mecánicos elevados que resultan de una excesiva velocidad o vibraciones mecánicas.

Cualquiera de estas causas puede disminuir la rigidez dieléctrica del aislamiento incluso, provocar su destrucción. Los dispositivos de protección utilizados para evitar estas contingencias pueden adoptar diversas formas, aunque la mayor parte de ellos se diseñan para su funcionamiento en el circuito de mando, desconectando al motor de la red de alimentación cuando su temperatura rebasa el límite de seguridad o para efectuar los reajustes necesarios en su velocidad.

Generalmente estos dispositivos de protección son fabricados para funcionar de forma instantánea o con determinados retardos según la protección deseada. Por ello se expondrán algunos dispositivos de protección de motores comúnmente utilizados.

4.2 CORTACIRCUITOS FUSIBLES

La línea que alimenta un motor debe estar provista de cortacircuitos fusibles, debido a que estos interrumpen rápidamente la corriente en caso de un corto circuito en la instalación.

Existe un límite para la corriente eléctrica que circula por un conductor. Si este límite se supera, el conductor se sobrecalienta, se daña su aislante y pueden llegar a entrar en contacto los conductores de distinta polaridad lo que produciría un cortocircuito, que puede generar muy graves consecuencias. Cuando se produce una sobrecarga de este tipo. Los encargados de interrumpir este tipo de corriente son los cortacircuitos.

Para comprender de una mejor manera este dispositivo a continuación se exponen las siguientes definiciones:

Cortacircuito: dispositivo que corta automáticamente un circuito cuando la corriente alcanza un determinado valor.

Cortacircuitos fusible: cortacircuito en el que el circuito queda cortado por la fusión de un elemento apropiado.

Fusible: Parte de un circuito que está destinado a fundirse en condiciones predeterminadas y a provocar con ello la ruptura de un circuito.

Según estas definiciones el cortacircuito fusible esta constituido: por el fusible o elemento destinado a fundirse, propiamente dicho, más los elementos aislantes. mecánicos, etc., que soportan al fusible.

El cortacircuitos térmico, conocido comúnmente como fusible, es un elemento de seguridad que se inserta en un circuito eléctrico como medida preventiva de protección. Se trata básicamente de un punto débil, dispuesto deliberadamente para que falle inmediatamente cuando el circuito se sobrecarga. Los fusibles están constituidos por un hilo de metal blando (plomo por lo general).

El reglamento electrotécnico especifica que los fusibles deben ir montados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de manera que no puedan proyectar metal al fundirse. Deben cumplir también la condición de que sea posible su recambio bajo tensión en la instalación, sin peligro alguno. Finalmente, se especifica que deben llevar marcada la intensidad y tensión nominal de trabajo, para las cuales han sido construidos.

4.2.1 Clasificación de los fusibles

Los fusibles pueden ser rápidos o lentos. En los fusibles lentos se retrasa notablemente la desconexión, recurriendo a artificios especiales por ejemplo insertando gruesos puntos de soldadura en el alambre fusible. Un fusible rápido desconecta bajo una corriente quíntuple de la nominal aproximadamente 0.1 segundo, mientras que un fusible lento lo hace transcurrido un segundo.

4.2.2 Tipos constructivos de fusibles en baja tensión.

Los fusibles son fundamentalmente de tres tipos: de plaqueta, de tapón y de cartucho.

El primero de ellos está constituido por una plaqueta de material aislante, provista de dos bornes desmontables sobre los que se fija el hilo del fusible, cuando el fusible se funde, se cambia la plaqueta por una nueva de igual intensidad.



Figura 4.1 Fusible de plaqueta de la firma Siemens.

El fusible de tapón se compone de las siguientes piezas:

Tapa roscada: Es una pieza de material aislante (porcelana), la cual permite colocar o retirar el fusible de la base, aún cuando el circuito se encuentre con corriente de utilización.

Protege la rosca metálica de la base abierta aislando de igual forma las placas de los gabinetes y evita con ello contactos involuntarios con las partes activas del fusible y base.



Figura 4.2 Tapa roscada de un fusible de tapón.

Fusible: Es la pieza principal del conjunto y está constituido de un cuerpo aislante de cerámica, dentro del cual está montado el elemento fusible y relleno de arena especial de cuarzo, que sirve como medio de extinción del arco voltaico en caso de fusión del fusible.

Anillo protector: Para facilitar la identificación de los fusibles, existe un indicador de color correspondiente con la corriente nominal del fusible. Este indicador se desprende en el caso de ruptura por fusión, siendo visible a través de la tapa.



Figura 4.3 Fusible y anillo protector.

Anillo calibrado: El diámetro interno está de acuerdo con el tamaño del fusible y de su corriente nominal, no permitiendo que se coloque un fusible de mayor corriente que la prevista.



Figura 4.4 Anillo calibrado de fusible.

Base de fusible: esta pieza reúne a todo el conjunto de seguridad, directamente se puede adosar sobre la placa de montaje por medio de tornillos, el cuerpo de la base es de cerámica.



Figura 4.5 Base de fusible.



Figura 4.6 Unidad completa de un fusible 5sb2 Diazed de la firma Siemens.

El fusible de cartucho tiene forma cilíndrica y se inserta en alojamientos especialmente dispuestos para recibirlo. A continuación se hará una descripción del tipo NH. El cual tiene un alto poder de ruptura, y protege las instalaciones de distribución contra sobrecargas y contra los efectos de cortocircuito. Estos fusibles son de funcionamiento lento y, por lo tanto, también resultan apropiados para proteger consumidores de energía con sobrecargas de corta duración en servicio normal. Este tipo de fusibles aun cuando sean sometidos a sobrecargas

sucesivas conservan sus características siendo resistentes a la fatiga y al envejecimiento. Las elevadas corrientes de corto circuito son limitadas por el corto tiempo de fusión (4 ms). Los fusibles NH, tienen sus puntos de contacto en forma de cuchillas planas, con recubrimiento de plata, que garantizan el paso de corriente y un contacto de baja pérdida, el cuerpo que encierra al elemento fusible es de cerámica.

El cartucho lleva el conductor fusible, con dos placas de cierre y las cuchillas de contacto; este conductor está introducido en un cuerpo de esteatita, relleno de arena extintora y en cuyo interior se efectúa la fusión. Las cuchillas de contacto están unidas a los conductores fusibles por soldadura a puntos, con lo que se establece una vía de corriente sin uniones por tornillos, de esta forma, se eliminan las averías que pueden producirse a causa de falsos contactos en uniones roscadas. En la placa superior del cierre del cartucho del fusible se encuentra un botón rojo, dispositivo que indica el estado de servicio del cartucho. Cuando el fusible se funde el botón sobresale de la superficie de la placa.



Figura 4.7 Fusibles NH, de la firma Siemens.

4.3 RELEVADORES DE PROTECCIÓN

Los funcionamientos a temperaturas demasiado elevadas pueden conducir, a la destrucción del motor por fusión de los conductores de sus bobinados, o a reducir la vida de este motor por degradación de la calidad de sus aislamientos.

El más frecuente de los dispositivos de protección incluido en los equipos de mando, concierne a la protección de motores eléctricos contra sobrecargas. El problema a resolver es el siguiente: suprimir la alimentación del motor si su calentamiento tiende a resultar demasiado excesivo. Entre las causas principales de sobrecargas se pueden citar:

- a) Par resistente mecánico que sobrepasa el valor nominal y que puede conducir al bloqueo del motor si sobrepasa su par máximo o impedir el arranque del mismo si resulta insuficiente el par motor a velocidad nula.
- b) Funcionamiento de un motor polifásico sobre una red desequilibrada y, especialmente marcha en monofásico de un motor trifásico debida frecuentemente a la fusión de un cortacircuito.
- c) Ciclos de funcionamiento que sobrepasan las cadencias previstas para este motor.

Para obtener una protección ideal contra las sobrecargas, sería necesario que la curva de calentamiento del relé de protección fuera una imagen exacta de la curva de calentamiento del motor. En efecto, es deseable que el relé permita el funcionamiento del motor tan cerca como sea posible de la temperatura máxima autorizada, pero determine la desconexión del contactor en el momento en que se alcance dicha temperatura.

Aunque se emplean muchos tipos de protecciones, la mayoría de estas pueden incluirse en tres grandes grupos:

1.- Relés que actúan sobre la elevación de temperatura o relés térmicos de sobrecarga, que actúan sobre un contacto de apertura cuando la corriente de la línea pasa por un elemento sensible a la temperatura, tal como una bilamina o cuando una aleación de bajo punto de fusión se reblandece al pasar la corriente a través de un conductor de corta longitud. Estos relés tienen características de tiempo inverso.

2.- Relés que actúan sobre la elevación de corriente o relés electromagnéticos de sobrecarga, que actúan sobre un contacto de apertura al pasar la corriente por una bobina, la cual genera una fuerza magnética, que acciona un mecanismo solidario con el contacto de apertura. Este tipo de relés actúa instantáneamente cuando la sobrecarga alcanza un valor definido.

3.- Por combinación de un relé térmico y un relé electromagnético, se obtiene el relé magnetotérmico de sobrecarga, que combina las ventajas del relé térmico de tiempo inverso para sobrecargas relativamente débiles y de larga duración, y del relé electromagnético de disparo instantáneo, para sobrecargas elevadas en las que la protección del relé térmico resultaría demasiado lenta.

4.4 RELEVADOR TÉRMICO DE SOBRECARGA

La sobrecarga de un motor puede ser de origen mecánico o eléctrico; por consiguiente, la protección contra sobrecarga debe satisfacer a ambas. La corriente que absorbe de la línea un motor es proporcional a la carga aplicada al motor, así pues, si esta corriente se emplea para activar el dispositivo de protección contra la sobrecarga, la máquina y el motor están protegidos

El elemento básico de un relevador térmico de sobrecarga es una lámina bimetálica, es decir, construida por dos metales de diferente coeficiente de dilatación y calentada por la corriente que atraviesa el circuito principal del motor; este calentamiento puede ser:

- a) Directo, sí por la bilámina pasa toda la corriente del circuito.

- b) Indirecto, si la corriente pasa por un arrollamiento calefactor que rodea a la bilámina.

La corriente eléctrica de calentamiento puede ser la corriente de carga, o en el caso de intensidades elevadas, una parte proporcional de la corriente de carga, suministrada por el secundario de un transformador de intensidad conectado en el circuito principal.

En la lámina bimetálica que al ser diferente el coeficiente de dilatación térmica de ambos metales, cuando aumenta la temperatura de éstos, sufren un alargamiento, que será diferente en ambos. Al estar soldados por sus extremos, el metal cuyo coeficiente de dilatación sea mayor, se curvará sobre el otro, de forma que si no se fija uno de los extremos de la lámina bimetálica, el otro extremo de la bilámina se desplazará hacia el lugar ocupado por el metal de menor coeficiente de dilatación térmica.

Si esta bilámina al llegar su curvatura a un punto determinado, acciona algún mecanismo, abre un contacto o actúa sobre cualquier otro dispositivo solidario con el mecanismo de disparo de un disyuntor, o con la bobina de un contactor, etc. Se puede conseguir la desconexión de dicho disyuntor o contactor, debido al paso de una corriente de valor determinado y durante cierto tiempo, por la bilámina o por su arrollamiento térmico.

Por consiguiente, la lámina bimetálica debe adquirir cierta curvatura para accionar los elementos de mando; y para ello, es necesario que su temperatura se eleve hasta un determinado límite para lo que se precisa cierto aporte de energía calorífica, suministrada por el paso de la corriente. La siguiente figura ilustra la manera de operar de los elementos bimetálicos.

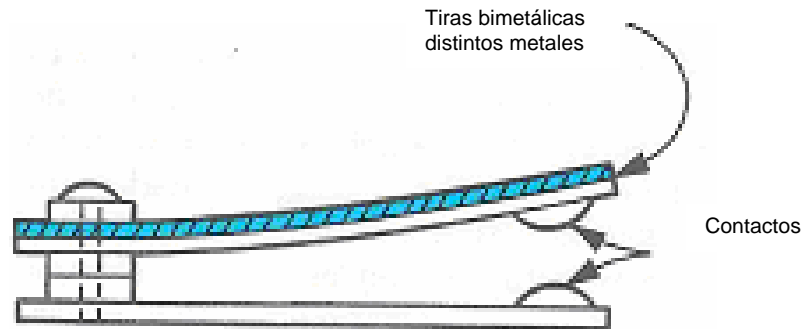


Figura 4.8 Dos tiras bimetálicas, se curvarán cuando se calienten, causando el cierre de los contactos.

El relevador térmico es sensible al porcentaje de sobrecarga; sin embargo. En ciertas condiciones de carga es posible que el motor trabaje como monofásico por falta de una fase, sin que lleguen a actuar los dispositivos térmicos, lo cual provocará que se quemen sus devanados aunque el dispositivo de protección disponga de estos elementos.

Por esta razón; muchos ingenieros y constructores consideran la necesidad de mejorar la protección utilizando el fusible cortacircuitos, dado que los relés térmicos necesitan un cierto tiempo para entrar en acción, no pueden proporcionar una protección óptima contra los mismos. Los fusibles deben abrir el circuito mucho más rápidamente que los relés de sobrecarga en condiciones de corto circuito. Probablemente la mejor protección se obtiene con un dispositivo doble, que comprenda la protección contra el cortocircuito mediante el elemento fusible y además un grado de protección contra sobrecargas mediante el elemento térmico. Como el de la siguiente ilustración.



Figura 4.9 Relevadores térmico de sobrecarga de la firma Siemens.

4.5 RELEVADOR ELECTROMAGNÉTICO DE SOBRECARGA

El elemento básico en un relevador electromagnético de sobrecarga es una bobina con su respectivo núcleo, por la que pasa toda o una parte de la corriente de carga. Cuando pasa una corriente determinada, la bobina produce suficiente fuerza magnética para atraer una armadura móvil que, por un juego de palancas y resortes, acciona los contactos de desconexión del disyuntor, contactor, etc. El tiempo de disparo es muy pequeño, del orden de algunos milisegundos.

La bobina se calcula para que el disparo se produzca con una corriente de intensidad determinada, aunque existen márgenes de intensidad entre los que se produce el disparo y que vienen obligados por las condiciones mecánicas de fijación de los diferentes elementos.

Debido a sus características especiales de funcionamiento, a estos dispositivos se les llama relés de sobrecarga de disparo instantáneo; se emplean cuando la puesta en tensión del aparato protegido no esta acompañada de puntas de

corriente, o también para la protección de sobrecargas elevadas y que se producen en muy corto tiempo, como es el caso de los cortocircuitos.

En el caso de motores, sirven para proteger simultáneamente el motor y la máquina accionada contra las sobrecargas anormales, en los equipos de servicio intermitente su intensidad de disparo está ajustada ligeramente por encima de la punta máxima de arranque; de esta manera, cuando se manipula una carga demasiado importante o se produce un atascamiento, el relé asegura la desconexión. Pero estos relés no aseguran la protección contra sobrecargas pequeñas y de larga duración. Por ello su aplicación en motores de servicio intermitente son muy exitosas debido a que los tiempos de funcionamiento son siempre cortos así mismo en estas circunstancias no es necesario la utilización de relés térmicos de protección.

4.6 RELEVADOR MAGNETOTÉRMICO DE SOBRECARGA

Es un relé de sobrecarga que reúne las ventajas del relé térmico de disparo de tiempo inverso y del relé electromagnético de disparo instantáneo. Se construye combinando los elementos constructivos de ambos tipos de relés.

Este mecanismo asegura las siguientes protecciones:

1. Contra sobrecargas, por desconexión térmica retardada o tiempo inverso.
2. Contra cortos circuitos y sobrecargas muy elevadas, por desconexión magnética instantánea, en los límites de poder de ruptura del aparato que debe proteger.

En los relés magnetotérmicos, cada una de las protecciones, térmica y electromagnética, tienen un campo delimitado de acción y actúan

independientemente sobre el dispositivo de disparo. La siguiente figura nos muestra un dispositivo con estos tipos de protección.



Figura 4.10 Protección magnetotérmica presentación comercial de la firma Allen –Bradley.

El elemento térmico actúa en un campo de acción que empieza en las más ligeras sobrecargas y acaba en límites comprendidos entre 4 a 10 veces la intensidad nominal del aparato que debe proteger.

Los límites de protección del elemento electromagnético van de cuatro a diez veces la intensidad nominal, hasta valores de corriente de cortocircuito siempre que estos queden comprendidos en los límites de poder de ruptura del aparato a proteger.

Esto no quiere decir que la protección térmica no puede actuar en límites superiores a los indicados; lo que sucede es que, en dichos límites, ya actúa la protección electromagnética que, por ser de disparo instantáneo, no deja actuar a la protección térmica, ya que ésta es de funcionamiento más lento. Pero si fallara alguno de los elementos de disparo electromagnético, actuaría la protección térmica, aunque naturalmente, con menor rapidez.

4.7 GUARDAMOTORES

El guardamotor se utiliza para arrancar y proteger motores trifásicos de corriente alterna. Es un dispositivo que permite reunir todas las necesidades de un arranque directo en un solo aparato. La siguiente ilustración nos muestra la imagen de un guardamotor.



Figura 4.11 Guardamotor Presentación comercial de la firma Siemens.

Los guardamotores o interruptores protectores de motores, además de facilitar la conexión y desconexión de los motores, según las necesidades del servicio, protegen sus devanados contra un calentamiento inadmisibles cuando se produce una sobrecarga.

Normalmente esta protección se realiza por medio de relés térmicos dispuestos en cada polo del interruptor cuya característica de disparo es exactamente igual a la del relevador térmico, El tiempo de desconexión es mas corto en cuanto más elevada sea la sobrecarga y cuanto mayor sea su calentamiento previo debido a la corriente de servicio.

El Guardamotor, básicamente es un interruptor automático. Puede incluir el disparo por falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y un disparo magnético ajustado para proteger adecuadamente al térmico. Por eso, dentro de

ciertos límites, reemplaza al conjunto [desconectador + Interruptor + Térmico + Fusible].

Si bien logra reunir en un solo aparato estas cualidades con las consecuentes ventajas de espacio, tiempo de armado y cableado, tiene una limitada capacidad de ruptura, que le impide ser colocado en cualquier instalación. Sin embargo, para instalaciones domiciliarias, inclusive edificios, el guardamotor satisface todos los requerimientos.

A nivel industrial su condición de interruptor le da una reducida vida útil, con una limitada frecuencia de maniobras. El accionamiento del guardamotor se realiza por medio de una palanquilla y su posición indica segura y claramente el estado de su conexión-desconexión.

La instalación de un guardamotor comúnmente es combinada con contactores para aprovechar las bondades de cada uno de ellos. Ya que los guardamotors tienen la propiedad de limitar las corrientes de cortocircuito, protegiendo de esta manera al contactor.

A continuación se expone una tabla donde se pueden visualizar las ventajas y desventajas de utilizar algunos dispositivos de manera individual, y otros de manera combinada para efectuar la función de protección dentro de un circuito. Así mismo se puede observar la eficacia de otros parámetros como el número de maniobras y el costo.

Acciones	Combinaciones		
	3 elementos	1 elemento	2 elementos
Maniobra del motor	Contactador	Guardamotor	Contactador
Protección del motor	Térmico	Guardamotor	Guardamotor
Protección del circuito	Fusibles	Guardamotor	Guardamotor
Maniobra:			
Frecuencia de maniobras	Elevada	Reducida	Elevada
Vida útil.	Elevada	Reducida	Reducida
Mando a distancia	Si	No	Si
Enclavamiento / señalización	Si	Limitado	Si
Protección del motor:			
Contra sobrecargas	Óptima	Óptima	Óptima
Falta de fase	Si	Si	Si
Protección del circuito:			
Corto circuito	Excelente	Limitado	Limitado
Limitación corriente	Si	Si	Si
Costo:			
Precio	Normal	Reducido	Normal
Montaje	Complejo	Simple	Regular
Espacio	Grande	Pequeño	Reducido
Mantenimiento	Algo	Poco	Poco
Ingeniería	Poca	Mucha	Mucha

Tabla 4.1 Ventajas y desventajas de algunos tipos de protección de manera individual o combinada.

CAPÍTULO V

SIMBOLOGÍA Y DIAGRAMAS DE LÍNEA

5.1 INTRODUCCIÓN A LA INTERPRETACIÓN DE ESQUEMAS

En cada industria o profesión existe un lenguaje el cual debe ser empleado con la finalidad de transmitir información e ideas rápida y eficientemente. Este lenguaje puede incluir palabras o frases además de símbolos, los cuales es necesario conocer para poder entender la manera en como se relacionan cada uno de ellos y de esta manera interpretar el funcionamiento y el objetivo de cualquier representación esquemática.

Un esquema es la representación simbólica de los elementos y de las interconexiones que componen una instalación eléctrica.

Un esquema se compone de:

- ◆ Un conjunto de símbolos para representa los elementos de una instalación.
- ◆ Líneas para representar las conexiones.
- ◆ Un conjunto de letras y números para identificar a cada elemento y a sus bornes de conexión.

El esquema de una instalación sirve para:

- ◆ Conocer los elementos que intervienen en la instalación y como están interconectados.
- ◆ Saber como se va a comportar la instalación en general, y ante una determinada situación en particular.
- ◆ Para explicar por que la instalación se ha comportado de determinada manera.
- ◆ Conocer que protecciones lleva la instalación.
- ◆ Interpretar síntomas de mal funcionamiento.
- ◆ Diagnosticar averías.

- ◆ Efectuar reparaciones.
- ◆ Realizar rutinas de mantenimiento.
- ◆ Analizar posibles modificaciones.
- ◆ Representar modificaciones efectuadas.

La interpretación de esquemas consiste en identificar los elementos y las conexiones y en comprender la estructura de la instalación, su funcionalidad (para que esta diseñada), su comportamiento, sus protecciones, maniobras y señalizaciones posibles.

Un esquema se interpreta identificando:

- ◆ Los circuitos de mando y fuerza.
- ◆ Las fases de alimentación.
- ◆ La línea de tensión de todos los elementos que necesitan excitación eléctrica (contactores, electro-válvulas, lámparas de señalización,..).
- ◆ Los accionamientos (pulsadores, joy stick), que intervienen en cada una de las líneas de excitación.
- ◆ Las secuencias de apertura y cierre de cada uno de los accionamientos.
- ◆ Los estados posibles de cada elemento.
- ◆ Los estados posibles del conjunto del sistema.
- ◆ El estado final de cada maniobra.
- ◆ Los bloques funcionales (por ejemplo: Protecciones, mando, fuerza, control,..).
- ◆ La funcionalidad de los elementos (para qué están).
- ◆ El significado de cada señalización

Monitorización

- ◆ Lámpara de señalización.
- ◆ Avisador acústico.

- ◆ Pantalla de cuarzo.
- ◆ Registrador.

Protección

- ◆ Fusible.
- ◆ Interruptor termomagnético.
- ◆ Relé térmico.

Control

- ◆ Pulsador.
- ◆ Interruptor de flotador.
- ◆ Presóstato.
- ◆ Detector inductivo.

Mando

- ◆ Contactor.
- ◆ Arrancador.
- ◆ Relevador.

5.2 SIMBOLOGÍA

Si las instrucciones para el cableado de un equipo eléctrico tuvieran que escribirse sin usar diagramas, o si se tuviera que mostrar cada dispositivo como se ve realmente, el trabajo y el tiempo comprendidos en la instalación del equipo serían muy costosos. Por lo tanto, es práctica común emplear símbolos para designar varias piezas del equipo. Las unidades representadas por estos símbolos no pueden tener la misma apariencia física que cuando se representan por medio de un dibujo o una fotografía, y lo recomendable es memorizar los símbolos con el propósito de diseñar o interpretar diagramas de control.




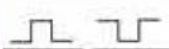
Las tablas que se presentan a continuación nos muestran algunos de los símbolos empleados en los diagramas eléctricos de acuerdo a las normas DIN, ANSI & IEC

DIN: Norma Industrial Alemana.

ANSI: Instituto de Normalización Nacional de EE.UU.

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional.

Tabla 5.1 Comparativa entre Tensión, corriente y frecuencia.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Corriente directa		=	=	=
Corriente alterna		=	=	=
Corriente directa o alterna		=	=	=
Impulso rectangular positivo, negativo		=	=	=
Corriente monofásica alterna	1-16 2/3 Hz	=	1 Fase-2 hilos** 16 2/3 Hz.	= o bien 1-16 2/3 c/s
Corriente trifásica alterna	3-60 Hz 440 V	=	3 Fase-3 hilos** 60 Hz. 440 V	=
Corriente trifásica con conductor neutro	3/N-60Hz 440V	=	3 Fase-4 hilos** 60 Hz. 440 V	3N-60 Hz 440 V o bien 3N-60 c/s 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro con función protectora	3/PEN-60 Hz 440 V	=	3 Fases-4 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro)	3 PEN-60 Hz 440 V
Corriente trifásica con conductor neutro y conductor de protección	3/N/PE-60 Hz 440V	=	3 Fases-5 hilos** 50 HZ. 440 V (Con neutro y protección a tierra)	3NPE-60 Hz 440 V
Corriente directa, 2 conductores	2-220 V	=	2 hilos,220 VCD**	=
Corriente directa, con conductor neutro	2/M -220V*	=	3 hilos,220 VCD**	2M -220 V*
*Según DIN 40108, 40705, 42400, IEC 445 **Símbolo no definido				

La tabla 5.1 ilustra la simbología pictorial de la corriente directa, la corriente alterna y un impulso rectangular negativo y positivo, así mismo nos muestra la representación numérica de la tensión la corriente y la frecuencia.

Tabla 5.2 Símbolos eléctricos de transformadores, reactancias y transformadores de medición.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Transformador con 2 devanados separados.		.		
Transformador con 3 devanados separados.		.		
Autotransformador.		.		
Bobina de reactancia.		.		
Transformador de corriente.		.		
Transformador de tensión (... de potencial).		.		

La tabla 5.2 Muestra una comparativa entre los dispositivos como transformadores de 2 y 3 devanados, auto-transformadores, reactancias, transformadores de corriente y transformadores de tensión.

Tabla 5.3 Simbología de elementos generales en los circuitos eléctricos.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Resistencia		=	= o bien	= o bien
con derivaciones		=	=	=
Bobinado, inductividad		=		o bien
con derivaciones		=		= o bien
Condensador, capacidad		=		= o bien
con derivaciones		=	=	=
Condensador, polarizado		=	=	=
Condensador de electrolito, polarizado		=		= o bien
Acumulador, batería (línea larga = polo positivo)		=	=	=
Tierra		=	=	=

La tabla 5.3 ilustra los símbolos de la resistencia, inductancia, capacitancia, fuente de voltaje en corriente directa y el símbolo de puesta a tierra.

Tablas 5.4 Simbología de elementos de maniobra utilizados en los circuitos de control.

Botón de contacto momentáneo				=
manual				=
de pie				=

La tabla 5.4 ilustra los símbolos de botón pulsador manual y de pedestal.

Tabla 5.5 Simbología de elementos de maniobra utilizados en circuitos de control.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contacto de cierre				
Contacto de apertura				
Contacto de conmutación				
Contacto de conmutación sin interrupción				
Elemento de conmutación de retardo Contacto de cierre, retardado al cierre				
Contacto de apertura, retardado				
Contacto de cierre, abre retardado				
Contacto de apertura, cierre retardado				

La tabla 5.5 Nos muestra símbolos de los contactos de cierre, apertura, conmutación; contactos de cierre, abre retardado; contactos de apertura, cierre retardado.

Tabla 5.6 Simbología de elementos de maniobra utilizados en circuitos de control.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Accionamiento por levas				
Interruptor de flujo para apertura				
Interruptor de presión y vacío para apertura				=
Interruptor termostático para cierre				=
Interruptor de flotador para cierre				=
Elevado/baja velocidad de flujo	v > / v <	=	v ↓ / v ↑	=
Elevada/baja presión	p > / p <	=	p ↓ / p ↑	=
Elevada baja/temperatura	s > / s <	=	t ↓ / t ↑	=
Elevado/bajo nivel líquido	q > / q <	=	l ↓ / l ↑	=
Elevada/baja velocidad	n > / n <	=	sp ↓ / sp ↑	=
Ejemplo: Interruptor de apertura instantánea por sobrevelocidad				=
Interruptor de cierre instantáneo por baja temperatura				=
Accionamiento por émbolo				=
Accionamiento por fuerza				=
Accionamiento por motor		*		=

La tabla 5.6 ilustra los símbolos de interruptores de levas, interruptores de flujo, interruptores de presión, Interruptores de temperatura, interruptor de flotador, accionamientos por motor, etc.

Tabla 5.7 Simbología de elementos de maniobra utilizados en circuitos de control.

	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Sistema de accionamiento. Bobina en general. Se regresa al reposo al cesar la fuerza de accionamiento.		=	= o bien 	=
Relevadores con 2 bobinados de igual sentido.	 representación elegible	=		= o bien
Midiendo, con indicación de magnitud a medir, por ejemplo, tensión mínima.	 o bien 	=	o bien 	=
Retardo por accionamientos electromecánicos.		=	= o bien 	= o bien
Apertura retardado magnético.		=	o bien 	(muy retardado)
Relevadores de cierre retardado.		=	o bien 	= o bien
Apertura y cierre retardado.		=	o bien 	=
Relevadores polarizado.			o bien 	o bien =
Relevadores de remanencia.			—	o bien =










La tabla 5.7 Muestra los símbolos de una bobina, un relevador con dos bobinados de igual sentido, un temporizador con retardo a la desconexión, un temporizador retardo a la conexión, relevadores de remanencia etc.

Tabla 5.8 Símbolos de elementos de maniobra utilizados en circuitos de control.

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Contactar con relevador bimetalico				 (o cont. análogos)
Interruptor tripolar con mecanismo de embrague con relevador bimetalico y disparador de acción instantáneo				
Seccionador de potencia			-	
Interruptor Interruptor de potencia			o bien	o bien
Seccionador tripolar bajo carga			-	
Seccionador de fusibles tripolar				-
Fusible	 Red	 Red	o bien	-
Dispositivo de enchufe		-		o bien

















La figura 5.8 ilustra simbología de los contactores aunado a los relés de protección, interruptores tripolares, seccionadores de potencia, interruptores de potencia, seccionadores tripolares con fusibles, fusibles, dispositivos de enchufe, etc.

Tabla 5.9 Aparatos de medición

Denominación	DIN Edición 1980	DIN Edición 1969	ANSI	IEC
Ampérmetro		-	-	-
Vóltmetro		-	-	-
Vóltmetro doble			-	
Contador de corriente alterna, monofásica, modelo 1.				

La tabla 5.9 Muestra los símbolos utilizados para representar algunos aparatos de medición como el amperímetro, voltímetro, voltímetro doble y wathhorímetro.

Tabla 5.10 Elementos de monitorización y señalización

Bocina				
Timbre				-
Sirena				-
Zumbador		-		
Lámpara avisadora		-		-
Indicador de señal		-	-	-

La tabla 5.10 Ilustra la simbología de algunos elementos como bocinas, timbres, sirenas, zumbadores, lámparas piloto e indicadores de señal.

Además de la simbología general existen letras para identificar los materiales y dispositivos en los circuitos o diagramas eléctricos de control. En la práctica, al interpretar esquemas siempre se visualizará la simbología de los mecanismos que se encuentren interconectados entre sí con su respectiva letra. Con esta se identifica plenamente a los diferentes elementos dentro de un circuito de control. Estas letras se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5.11 Letras para identificar los materiales y aparatos eléctricos sobre los esquemas en los circuitos de control.

Letra de referencia	Clase de material o aparatos	Ejemplos
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie).	Amplificador de tubos o de transistores, amplificador magnético regulador de velocidad, autómata programable.
B	Transductores de magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa.	Par termoeléctrico, detector termoeléctrico, detector fotoeléctrico, dinamómetro eléctrico, Presóstato, termostato, detector de proximidad.
C	Condensadores.	---
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización de respuesta en memoria.	Operador combinatorio, línea de retardo, báscula biestable, báscula monoestable, grabador, memoria magnética.
E	Materiales varios.	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla.
F	Dispositivos de protección.	Cortocircuito fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima de corriente, de umbral de tensión.
G	Generadores. Dispositivos de alimentación.	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo.
H	Dispositivos de señalización.	Piloto luminoso, avisador acústico.
K	Relés de automatismo y contactores.	---
KA	Relés de automatismo y contactores auxiliares.	Contactador auxiliar temporizado, todo tipo de relés.
KM	Contactores de potencia.	---
L	Inductancias.	Bobina de inducción, bobina de bloqueo.
M	Motores.	---
N	Subconjuntos (no de serie).	---
p	Instrumentos de medida y de prueba.	Aparato indicador, aparato grabador, contactor, conmutador horario.
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia.	Disyuntor, seccionador.

La tabla 5.11 ilustra las letras para identificar algunos dispositivos como relés, contactores dispositivos de protección, inductancias, motores, etc.

Tabla 5.12 Letras para identificar los materiales y aparatos eléctricos sobre los esquemas en los circuitos de control.

Letra de referencia	Clase de material o aparatos	Ejemplos
R	Resistencias.	Resistencia regulable, potenciómetro, reóstato, termistancia.
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control.	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición conmutador.
T	Transformadores.	Transformador de tensión, transformador de corriente.
U	Moduladores, convertidores.	Demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor-rectificador, ondulador autónomo.
V	Tubos electrónicos semiconductores.	Tubos de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
W	Vías de transmisión, guías de onda, antenas.	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras.
X	Bornes, clavijas, zócalos.	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, tablilla de bornes, salida de soldadura.
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente.	Freno, embrague, electro-válvula neumática, electroimán.
Z	Cargas correctivas, transformadores, diferenciales, filtros, correctores, limitadores.	Equilibrador, corrector, filtro.

La tabla 5.12 Nos muestra las letras para identificar: resistencias, transformadores, bornes, clavijas, etc.

5.3 COMPOSICIÓN DE LOS CIRCUITOS DE CONTROL

El concepto integro del control; es lograr un trabajo específico de una manera predeterminada. En otras palabras se desea que el circuito responda de la misma manera para lo que ha sido diseñado sin cambio alguno ni sorpresas para lograr esta consistencia, primero, se debe de tomar en cuenta que todos los circuitos de control están compuestos por tres secciones básicas mostradas en la siguiente figura.

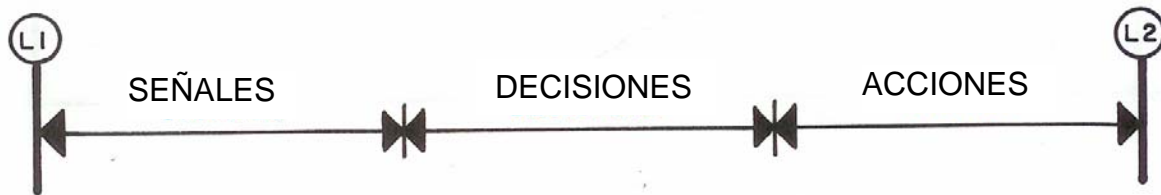


Figura 5.1 Secciones básicas de los circuitos de control.

5.3.1 SEÑALES

Una señal permite o detiene el flujo de corriente cerrando o abriendo los contactos de un dispositivo de control.

Todas las señales dependen de alguna condición que debe tomar lugar. Esta condición puede ser manual, mecánica o automática.

Una condición manual, es alguna entrada de señal dentro del circuito hecha por una persona, switches de pedestal o estaciones de botones son ejemplos de dispositivos de control que responderán a una entrada manual.

Una condición mecánica, es cualquier entrada de señal dentro del circuito, hecha por una parte mecánica en movimiento. Un switch de límite es un buen ejemplo.

Una condición automática, es aquella que responderá a los cambios en un sistema, switches de temperatura o presión son buenos ejemplos de control automático, ya que cuando un cambio se crea en el aire o líquido estos dispositivos pueden abrir o cerrar automáticamente un arreglo de contactos, recordemos que la señal no efectúa un trabajo por si misma, simplemente, permite o interrumpe el flujo de corriente en esa parte del sistema.

5.3.2 DECISIONES

La parte de decisión del circuito determina que trabajo va a ser hecho y en que orden va a ocurrir. Así mismo esta parte del circuito es la que añade, sustrae, clasifica, selecciona y redirecciona las señales desde los dispositivos de control a las cargas, a fin de que la parte de decisión del circuito permanezca en una secuencia definida, deben ejecutarse de una manera lógica. La forma en como se encuentran conectados los dispositivos dentro del circuito le da a este una función lógica las cuales veremos enseguida.

5.3.3 ACCIONES

Una vez que una señal ha sido generada y la decisión ha sido hecha dentro del circuito alguna acción va a resultar. En la mayoría de los casos es la operación de la bobina en el circuito la responsable de iniciar este tipo de acción.

5.4 DIAGRAMAS DE LÍNEA

El medio básico para comunicar el lenguaje del control es a través del uso de diagramas de línea. Éste consiste en una serie de símbolos interconectados por líneas que indican el flujo de corriente a través de varios dispositivos. El diagrama de línea nos revela en un tiempo notablemente corto una serie de relaciones que existen entre los diferentes dispositivos de un circuito, que tomaría muchas palabras para explicarlo.

El diagrama de línea nos muestra básicamente dos cosas:

- 1.- La fuente de alimentación.
- 2.- El cómo fluye la corriente a través de varias partes del circuito, como botones, contactos, bobinas, relevadores de sobrecarga.

5.5 FUNCIONES LÓGICAS

Con objeto de entender completamente un circuito industrial eléctrico se debe comprender la lógica de un circuito. Debido a que los dispositivos de control como: botones, switch de límite o presión no tienen inteligencia propia deben de conectarse dentro de un circuito de cierta manera que puedan funcionar de una manera predeterminada. Todos los circuitos de control son simplemente funciones lógicas básicas o en la mayoría de las veces combinaciones entre ellas. En los siguientes esquemas de control se utilizará simbología ANSI. Para representar algunas de estas importantes funciones.

5.5.1 FUNCIÓN AND

Un ejemplo de la lógica AND usada en la industria se muestra en la figura (5.3). En este circuito dos botones conectados en serie controlan un solenoide. Antes de que el solenoide sea energizado ambos botones BP1 y BP2 deben ser presionados, aunque para simplificar esta lógica se puede decir que la carga estará encendida siempre que todos los contactos estén cerrados.

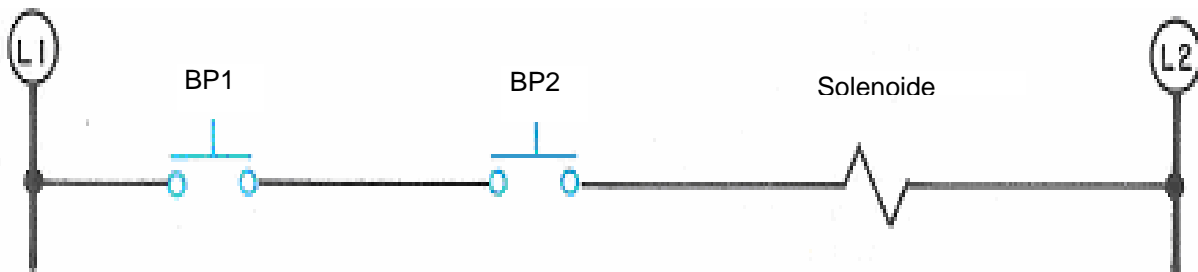


Figura 5.3 Circuito de control de la función AND.

5.5.2 FUNCIÓN OR

En este ejemplo un botón pulsador y un switch de temperatura son conectados en paralelo, la carga es un elemento calefactor que es controlado por los dos

dispositivos. La lógica OR puede ser definida indicando que la carga se encenderá si cualquiera de los dos contactos cierra. Observe la siguiente figura.

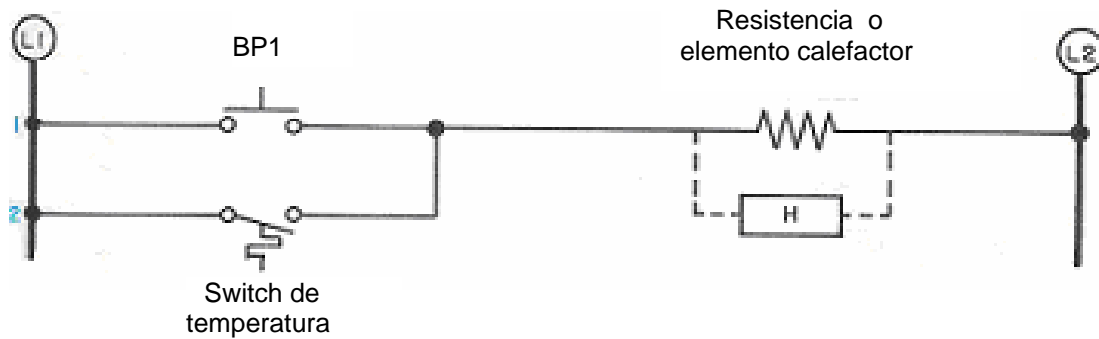


Figura 5.4 Circuito de control de la función OR.

5.5.3 FUNCIÓN NOT

Si en vez de utilizar contactos normalmente abiertos (NA) se utilizaran contactos normalmente cerrados (NC), la función lógica entonces cambiaría, obsérvese la figura(5.5). Si se efectuara el cambio dicho previamente, el solenoide y la lámpara piloto se energizarían sin presionar ningún botón. Pero al presionar el botón NC se desenergizarían las cargas. Esta es la lógica conocida como NOT que significa que existe una señal de salida, si la señal de control esta apagada o no esta activada.



Figura 5.5 Circuito de control de la función NOT.

5.5.4 FUNCIÓN NOR

En la función NOR dos o más contactos normalmente cerrados y en serie, son usados para controlar una carga. La siguiente figura es un buen ejemplo de esta función.

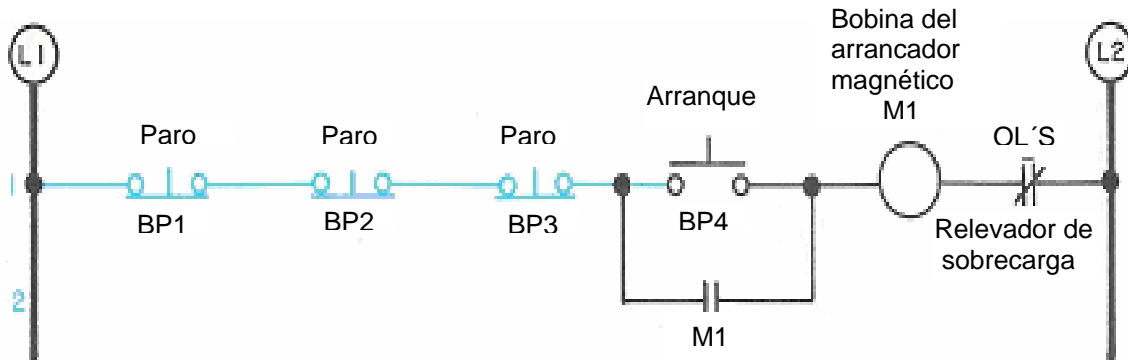


Figura 5.6 Circuito de control de la función NOR.

Generalmente este tipo de circuito es utilizado para seguridad, un ejemplo claro de su uso esta en los paros de emergencia ya que existen varios controles de este tipo conectados en serie a lo largo de las líneas de ensamble o producción tan comunes en la industria, debido a que la necesidad de parar todas las máquinas interconectadas puede ser de primordial importancia para proteger a los operadores de cualquier accidente que pudiera ocurrir dentro del sistema.

5.6 CIRCUITOS DE CONTROL COMUNES

En la parte restante de éste capítulo se describirán varios circuitos de control comúnmente aplicados a los circuitos eléctricos comerciales e industriales. Cada circuito será descrito respecto a la operación completa que realiza, la combinación de las funciones lógicas es utilizada para darle inteligencia al funcionamiento del mismo.

5.7 DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE MANUAL.

La figura (5.7), nos muestra un circuito de control manual muy básico, En este circuito se utiliza un simple arrancador manual que cuenta con protección contra sobrecargas para controlar y proteger a un motor monofásico.

Esta representación en la parte inferior indica pictorialmente como se vería el dispositivo, del esquema se hace evidente que los diagramas de línea (parte superior de la figura), son mucho más fáciles de representar.

Este circuito es considerado manual por que una persona debe iniciar la acción para que el circuito opere.

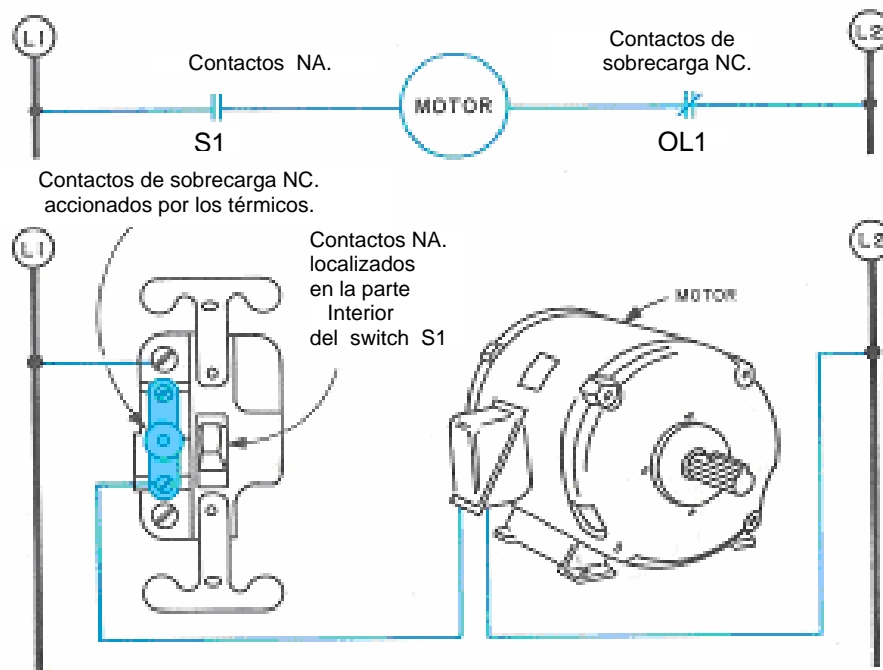


Figura 5.7 Diagrama de línea y representación pictorial de un arranque manual.

El switch del arrancador manual es representado en el diagrama de línea por un arreglo de contactos normalmente abiertos S1 y por los contactos de sobrecarga OL1, recordemos que los diagramas de línea están diseñados para ser interpretados fácilmente y no necesariamente indican donde se encuentran físicamente localizados los dispositivos. Esto es por que los contactos de sobrecarga son mostrados entre el motor y la línea L2 en el diagrama de línea pero físicamente están localizados juntos

La figura 5.7 sería interpretada de la siguiente manera: cuando el Switch S1 es cerrado manualmente; la corriente pasa a través de los contactos S1, el motor y los contactos de sobrecarga hasta cerrar el circuito en L2, lo cual hace que arranque el motor. El motor continuara trabajando a menos que los contactos S1 se abran, exista un corte de energía o el motor experimente una sobrecarga. En este último caso. Los contactos OL1 se abrirán y el motor dejará de funcionar. El motor no podrá ser reestablecido hasta que la sobrecarga sea destituida y los contactos de del relevador sean restablecidos a su posición de normalmente cerrados.

5.8 DIAGRAMA DE LÍNEA Y REPRESENTACIÓN PICTORIAL DE UN ARRANQUE AUTOMÁTICO

La figura 5.8 en la parte superior nos muestra como el circuito manual de la figura anterior podría ser convertido a una operación automática. Al añadir un elemento más como el switch de flotador, así un motor eléctrico puede ser prendido o apagado automáticamente en un proceso de bombeo.

Éste esquema nos muestra en la parte superior el diagrama de línea, correspondiente a su ilustración pictorial. Su funcionamiento es el mismo, controlar un motor monofásico por medio de un arrancador con sus respectivas protecciones contra sobrecargas.

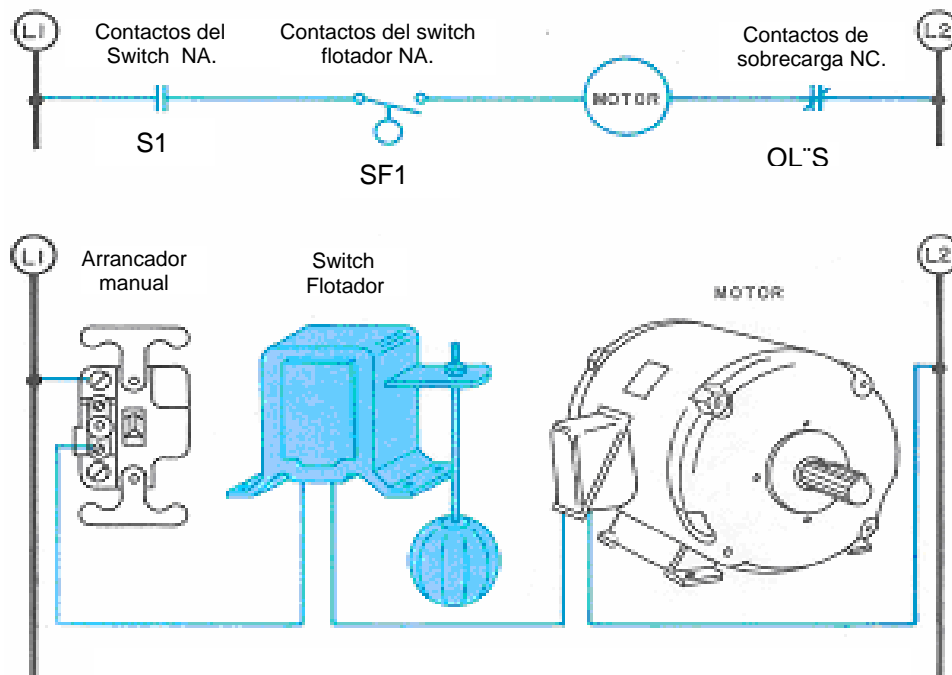


Figura 5.8 Diagrama de línea y representación pictorial de un arranque automático.

Leyendo el diagrama de línea de izquierda a derecha el circuito actuaría de la siguiente manera. Con el switch S1 En posición cerrada, los contactos SF1 Del switch flotador determinarían si la corriente pasa a través del circuito.

Cuando los contactos del switch flotador SF1 se cierran la corriente pasa a través de los contactos S1, los contactos del switch flotador SF1, el motor, los contactos de sobrecarga OL'S hasta la línea L2 en ese momento la electrobomba arranca. El bombeo continúa hasta que el nivel de agua sea suficiente para que los contactos SF1 se abran y paren al motor. Solo una sobrecarga, una falla de energía o si se abren los contactos S1 manualmente, se puede parar el proceso de bombeo automático de agua cuando este es inminente.

Para los siguientes ejemplos no se hará la representación pictorial solo se empleará el circuito de control o diagrama de línea, pues ha quedado comprobado que su utilización nos permite minimizar y hacer más simples los diseños de control.

5.9 CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE Y PARO DESDE DOS ESTACIONES.

Frecuentemente es necesario controlar una carga desde más de una estación de control. El circuito de control de la figura 5.9, nos permite efectuar este tipo de funciones. Si fuera necesario agregar mas botones de paro estos deberán conectarse en serie con la bobina del contactor/arrancador o al agregar mas botones de arranque estos tendrían que conectarse en paralelo de esta manera se hace evidente el uso de las funciones lógicas (NOR) y (OR).

Leyendo el circuito de izquierda a derecha se observa que; al pulsar el botón de arranque BP3, o BP4 la corriente fluye de izquierda a derecha pasando por BP1, BP2, BP3, la bobina del arrancador M1 y los contactos del relevador de sobrecarga OL'S, esto ocasionará que se energice la bobina M1 y los contactos auxiliares M1. La bobina se desenergizara al presionar cualquier botón de paro.

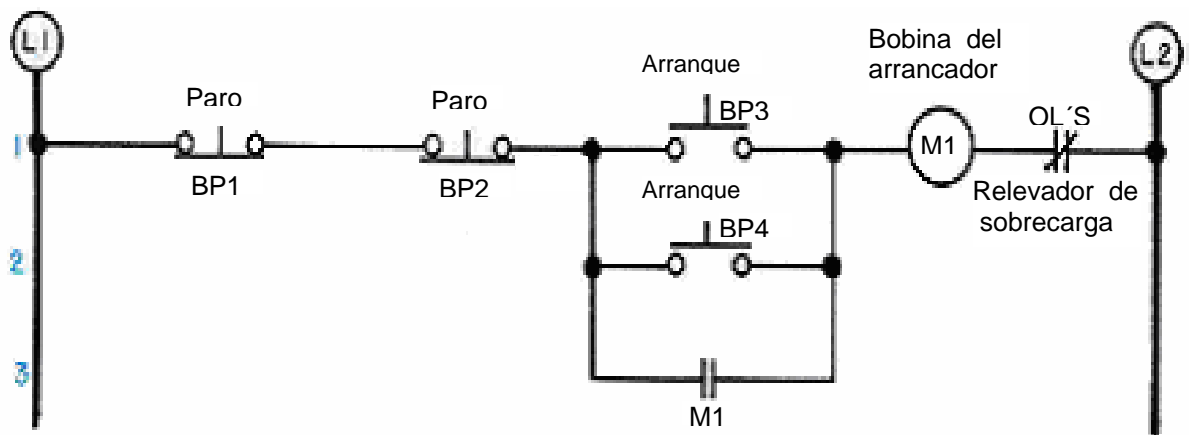


Figura 5.9 Circuito de control de arranque y paro desde dos estaciones.

5.10 CIRCUITO DE ARRANQUE SECUENCIAL

En este circuito se observa que existe una condición para que el circuito que controla a la bobina M2 tenga la posibilidad de energizarse, y esta condición la establece la bobina M1 ya que, M2 tendrá la posibilidad de energizarse siempre y cuando se encuentre energizada previamente la bobina M1.

Al leer el circuito se observa que al pulsar el botón BP2, la corriente pasa por BP1, BP2 la bobina del arrancador M1 y relevador de sobrecarga OL'S causando que se energice la bobina del arrancador M1 y los contactos auxiliares M1. De esta forma Presionando el botón BP4 se podrá energizar la bobina del arrancador M2.

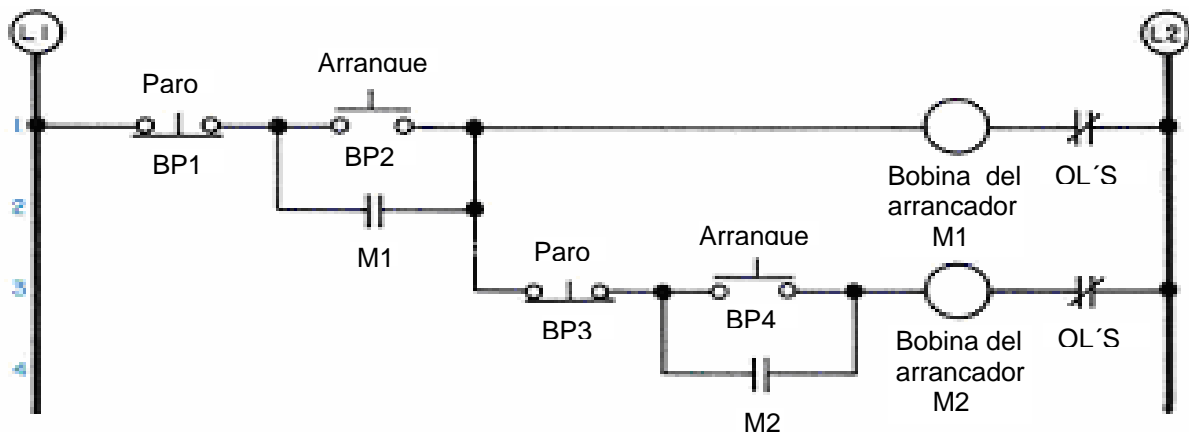


Figura 5.10 Circuito de control de un arranque secuencial.

5.11 CIRCUITO DE CONTROL DE ARRANQUE REVERSIBLE

El siguiente diagrama ilustra un circuito de control reversible con bloqueo mecánico, controlado por dos botones pulsadores.

Al leer el circuito se observa que cuando pulsas el botón BP2, la corriente pasa por BP1, BP2, la bobina del arrancador M1 y los contactos de sobrecarga OL'S ocasionando que se energice la bobina M1(AD), del arrancador y los contactos M1, al pulsar el botón de paro se desenergiza el circuito. Para arrancar el motor hacia atrás presionas el botón pulsador BP3.

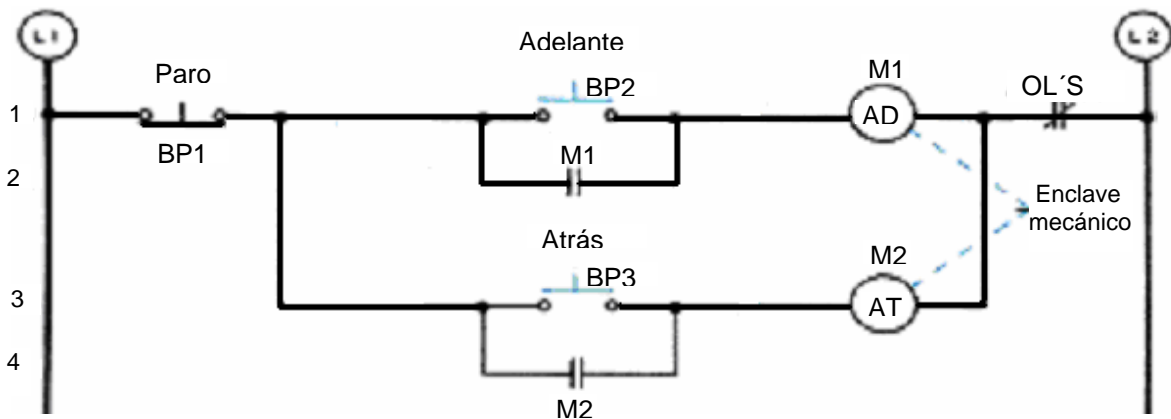


Figura 5.11 Circuito de control reversible.

5.12 PUNTOS BÁSICOS EN LA INTERPRETACIÓN DE DIAGRAMAS DE LÍNEA

El primer punto que debe observarse de un circuito como el representado en la figura (5.12), es que los relevadores, contactores y arrancadores magnéticos usualmente tienen más de un arreglo de contactos auxiliares y que estos contactos pueden aparecer en diferentes ubicaciones en los diagramas de línea, conociendo esta característica toma poco tiempo localizar cada contacto y determinar su función dentro del circuito de control. Basándonos en el siguiente diagrama de línea se mostrará como identificar la ubicación, el tipo de contacto y su función de control sobre un dispositivo dado.

Iniciando con la línea 1 de la figura (5.12), se observa que al presionar el botón de arranque maestro PB2 se energizará la bobina de control del relevador CR1. Con la bobina del relevador CR1 energizada se controlan tres arreglos de contactos normalmente abiertos denotados por los códigos numéricos (2,3,4) ubicados en la parte derecha del diagrama de línea. Cada número (2,3,4) indica la línea en la cual los contactos normalmente abiertos estarán localizados. Al observar la línea 2 se percibe que los contactos normalmente abiertos en esta línea forman el circuito de retención. Al mirar la línea 3, se nota que los contactos de esta línea energizan una luz piloto PL1, la cual es un auxiliar de señalización que nos indica que el circuito ha sido energizado. En la línea 4 se observa que los contactos normalmente abiertos permiten conectar al resto del circuito en línea directa a la línea L1.

Así en un tiempo notablemente corto hemos sido capaces de determinar a través del uso del diagrama y su sistema numérico de referencia cruzada, la ubicación de todos los contactos controlados por la bobina CR1, y comprobar cada efecto que tendrá la operación del circuito.

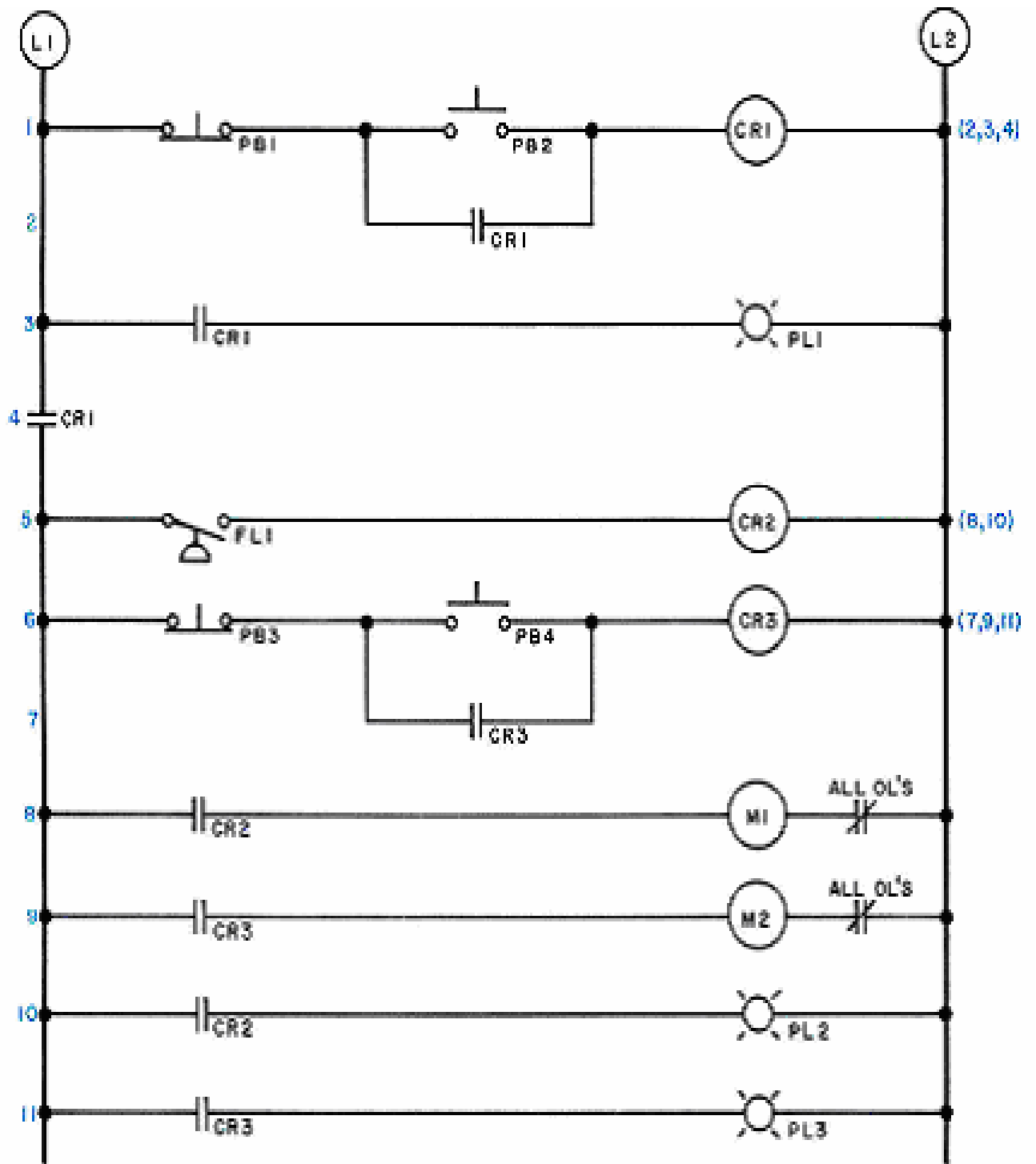


Figura 5.12 Diagrama de línea Simbología ANSI.

Continuando con la línea 5, se observa que si el switch flotador FL1 se cierra, se energizará la bobina de control del relevador CR2. Y una vez energizada cerrara los contactos normalmente abiertos localizados en las líneas 8 y 10 como lo indican los códigos numéricos (8,10).

Con los contactos normalmente abiertos de la línea 8 en posición cerrada el arrancador magnético para motor controlado por la bobina M1 se energizará. Con los contactos normalmente abiertos de la línea 10 en posición cerrada, la lámpara piloto PL2 se energizará indicando que el motor a sido arrancado.

Al proseguir con la línea 6 se observan nuevamente varios contactos normalmente abiertos (7,9,11) que están siendo utilizados para controlar otras partes del circuito a través de la bobina de control del relevador CR3. Mirando la línea 7, podemos notar que los contactos normalmente abiertos forman un circuito de retención. Con la bobina del relevador CR3 energizada, los contactos normalmente abiertos de la línea 9 se cerraran, energizando el segundo arrancador magnético controlado por la bobina M2. Simultáneamente, los contactos normalmente abiertos de la línea 11 se cierran, ocasionando que la luz piloto PL3 se encienda indicando que el segundo motor ha sido arrancado.

Utilizando este sistema numérico de referencia cruzada los diagramas de línea más complejos pueden ser rápidamente simplificados. Todo lo que se necesita es observar que cada contacto normalmente abierto esta claramente marcado por que cada arreglo esta numerado de acuerdo a la línea dentro de la cual aparece.

CONCLUSIONES

Esta tesis está dirigida a las personas que deseen obtener información fundamental acerca de los principales elementos del control de motores, les permitirá conocer su apariencia física, sus características, su funcionamiento y la manera de como se interconectan entre sí para formar un circuito de control funcional.

En la actualidad los dispositivos, que en conjunto, se utilizan para controlar motores son diseños mas sofisticados, con ligeros cambios de sus características físicas y en algunos casos internas, esto debido al incesante avance de la tecnología y a la imperante necesidad de mejorar cada vez mas los procesos de producción.

A diferencia de los diseños novedosos y sus constantes cambios en el mercado comercial, el concepto de funcionamiento individual de cada uno de estos dispositivos permanece estático. El diseño de operación, es similar, en la mayoría de los casos los fabricantes producen dispositivos que efectúan la misma función utilizando los mismos principios básicos de operación. La diferencia reside, primero, en el tipo de material que implementan para fabricar sus productos, segundo, el tipo de diseño de sus mecanismos que pueden ser: mecánicos, electromecánicos o electrónicos.

BIBLIOGRAFÍA

Título: Control de Motores Eléctricos

Autor: R.L. Mc Intyre

Editorial: Alfaomega - Marcombo

Edición: segunda traducida por Luis Ibáñez

Título: Control de Motores Eléctricos Teoría y Aplicaciones

Autor: Walter N. Alerich

Editorial: Diana

Edición: Primera 1972

Título: Enciclopedia CEAC de Electricidad

Maniobra Mando y control Eléctricos

Autor: D. Enrique Oños Prados

D. José Ramírez Vásquez

D. Francisco Ruiz Vasallo

Editorial: Ediciones CEAC

Edición: 7ª marzo 1992

Título: Control OF Electric Motors

Autor: Paisley B. Harwood

Editorial: John Wiley & Sons

Edición : Tercera

Título: Electrical Motor Controls Automated Industrial Systems

Autor: Gary Rockis, Glen Mazur

Editorial: ATP American Technical Publisher

Edición: segunda

BIBLIOGRAFÍA

Titulo: Electrician's Technical Reference Motor Controls

Autor: David R. Carpenter

Editorial: Delmar Thomson Learning

Edición: Primera

Titulo: Manual Siemens Selección y aplicación de Motores Eléctricos

Autor: Orlando S. Lobosco, José Luis P. C. Díaz

Editorial: AlfaOmega - Marcombo

Edición: Segunda

www2.uca.es/grup-invest/ntgc/optimat.htm

www.rockwellautomation.com

www.siemens.com