

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CONTROL Y AUTOMATIZACION
INDUSTRIAL

PARTE 1

DOCENTE: Msc. Ing. Walter Cossio C.

ALUMNO : Gonzalo Tarifa. H.

COCHABAMBA 8 DE MARZO 2006

PROLOGO

Control y Automatización Industrial es el título de esta obra dirigida a estudiantes universitarios de San Simón, en especial de las Carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Industrial y de Sistemas. El texto ha sido elaborado con el fin de responder y complementar conocimientos de índole teórico y práctico en el área de Control y Automatización Industrial; permitiendo al estudiante obtener los conocimientos de los componentes involucrados en circuitos de control y automatización. Además de que este texto es también útil para los profesionales que trabajan en este campo en la industria.

Como vera el lector, se ha adaptado un lenguaje técnico de tal forma que lo expuesto en el texto sea lo más clara posible dentro de las exigencias de la materia.

En el estudio de esta asignatura juega un papel decisivo la acertada comprensión de los fenómenos físicos reflejados en la operación de algún elemento y/o dispositivo y la correcta aplicación o instalación de los mismos en circuitos de automatismo para alcanzar determinadas finalidades.

Por esto a lo largo del texto se ha extremado el cuidado para que los conceptos sean precisos; acompañados de una serie de ejercicios prácticos resueltos a título de ejemplos que permiten asimilar, ilustrar y ampliar los temas discutidos, los mismos que son esenciales para el desarrollo armónico del curso.

Al final del texto se presenta las guías de Laboratorio que facilitaran al estudiante la posibilidad de experimentar objetivamente con elementos que compone un circuito de automatización, así como su respectiva verificación teórico practico.

El texto tiene un enfoque tal que el estudiante, aun por su propia cuenta pueda sacar gran provecho de su lectura y estudio en un sistema de enseñanza personalizada, sin dejar de lado su investigación con el propósito de alcanzar excelencia respecto al tema.

Finalmente se desea expresar a los estudiantes y lectores en general, hallen en esta obra respuesta positiva a sus expectativas y obtengan el máximo beneficio de su contenido.

INTRODUCCIÓN.-

La materia de Control y Automatización Industrial del cual el Msc. Ing. Walter Cossio Cabrera es docente titular, esta inscrita dentro del pensum de las carreras de Ingeniería Eléctrica, Electromecánica, Industrial y Sistemas en un noveno semestre.

Esta materia contribuye a la formación integral del profesional de las carreras mencionadas, permitiendo que el mismo conozca a detalle el diseño eléctrico, la especificación, montaje, instalación, interpretación y puesta en servicio de instalaciones dedicadas a Sistemas de control y Automatización Industrial.

En los últimos años los avances en la Ingeniería de Control y Automatización Industrial han contribuido enormemente en el desarrollo tecnológico con gran impacto en la industria y en los servicios. En la actualidad las plantas industriales son automatizadas con sistemas de control cada vez más sofisticados, asimismo se vienen automatizando los procesos empleados en el sector de servicios, lo anterior demanda de ingenieros especialistas en el control y automatización Industrial.

Por otro lado, la automatización es una corriente tecnológica que envuelve conocimientos de Automatismos, control, computación, electricidad, electrónica,

mecánica y telemática, tomando de éstas sus métodos y sintetizando metodologías para la solución de problemas de ingeniería.

La industria en forma general está constituida de un 80% de máquinas motrices (motores) que pueden ser de corriente continua o alterna y que pertenecen a distintos procesos de fabricación, teniendo estos un sin fin de aplicaciones. Todas estas máquinas deben ser accionadas por operadores entendidos en el proceso; de un tiempo a esta parte muchas de estas máquinas son accionadas y controladas en forma automática.

Este accionamiento que es importante, es realizado por un conjunto de equipos y dispositivos que utilizados adecuadamente cumplen y satisfacen nuestras necesidades. Los diagramas de mando y control deben ser diseñados por el proyectista para cumplir con esas finalidades, toda vez que estos son elaborados minuciosamente, buscando coherencia entre lo técnico y económico. Como el tema involucra conocer muchos componentes incluidos los de última generación, los mismos que son desarrollados en el texto paso a paso en forma clara y minuciosa con aplicaciones dentro del campo industrial, logrando consolidar los conocimientos para plantear soluciones de Control y Automatización Industrial a cualquier proceso.

Capítulo 1

EL CONTACTOR

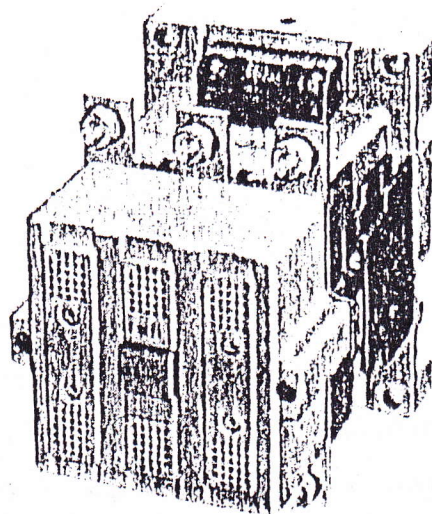


Fig. 1.1 - Contactor electromagnético.

1.1 - DEFINICIÓN .-

Se define al contactor como un equipo de maniobra capaz de conectar/energizar y desconectar/desenergizar circuitos, este equipo electromecánico tiene una sola posición de reposo (contactos principales abiertos), no es accionado a mano y capaz de soportar e interrumpir la corriente bajo condiciones normales de servicio, incluidas las de arranque y parada del motor.

Por el tipo de accionamiento, el contactor puede ser electromagnético.

Se define al contactor electromagnético como aquel en el que sus elementos móviles salen de su posición de reposo cuando se alimenta un electroimán que actúa directamente sobre el mecanismo del contactor.

Según la función de los contactos, el contactor se denomina de trabajo, de auxiliar o mixto.

Según la bobina trabaje con corriente alterna o continua el contactor será de continua o de alterna; o bien mixto si es que la corriente de la bobina no es de la misma clase que la de los contactos de trabajo. Cuando el contactor trabaje con corriente continua se debe tener mayor precaución ya que durante la apertura de los contactos existe mayor dificultad en extinguir el arco eléctrico.

Los contactores que trabajan con tensiones mayores a 1000 voltios son llamados de media tensión, y con tensiones menores a 1000 V son de baja tensión.

Los contactores, como aparatos de maniobra, son muy utilizados en los circuitos de automatización, presentan características entre las que se destaca: el ser accionado a distancia, su elevado número y frecuencia de maniobra sin desmedro de un servicio continuo, su considerable duración mecánica combinada con un relativo pequeño volumen y la necesidad de un escaso mantenimiento.

Para un buen rendimiento del contactor es preciso que las ordenes eléctricas de mando que reciba sean precisas, pues las ordenes fluctuantes o inseguras provocan zapateos o bombeos en el contactor con la consiguiente destrucción del sistema magnético, e incluso permitiendo la soldadura de los contactos.

El contactor no está diseñado para cortar corrientes de cortocircuito.

Las sobrecargas que debe poder soportar el contactor son las de un funcionamiento normal, como ser las ordinarias de arranque y paro de un motor, razón por la que los fabricantes de contactores diseñan a los mismos con la capacidad de soportar el paso de hasta 8 veces su corriente nominal por cortos periodos de tiempo.

1.2 - SIMBOLOGÍA .-

La bobina esta normalmente identificada por dos terminales identificados con las letras "a" y "b", los contactos principales por los terminales 1-2, 3-4, 5-6, de los cuales los terminales impares van conectados a la fuente (red) y los terminales pares hacia la carga (ejemplo: motor), los contactos auxiliares están identificados por terminales numerados normalmente por dos cifras, en el que la primera cifra indica el número de contactos auxiliares que posee el contactor y la segunda identifica la condicion del mismo es decir si esta abierto o cerrado.

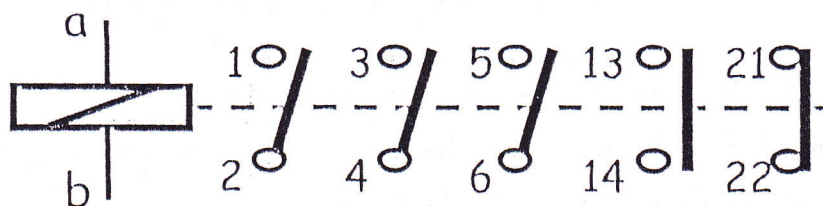


Fig. 1.2 - Simbología de contactor.

Consideraremos contacto auxiliar normalmente abierto al contacto que tenga sus terminales identificados por la terminación 3-4 y auxiliar cerrado al que tenga sus terminales identificados con la terminación 1-2.

Por tanto el contactor esta formado como se puede apreciar en la simbología por tres partes importantes: la bobina, los contactos principales y los contactos auxiliares.

Para tener una idea exacta del funcionamiento del contactor podemos partir del estado de reposo en el que se encuentra, ese estado de reposo está caracterizado por que la bobina no está energizada, por lo tanto sus contactos principales están abiertos como también algunos auxiliares. Cuando se aplica una tensión a la bobina la misma queda excitada (energizada) cerrando en el mismo instante sus contactos principales y cerrando o abriendo sus contactos auxiliares.

1.3 - PARTES DEL CONTACTOR .-

1.3.1. Núcleo o circuito magnético

El núcleo está formado por láminas de acero al silicio de un espesor aproximadamente de 0.5 mm, estas láminas vienen de fabrica con una de sus caras aisladas por oxidación toda vez que el óxido es un buen aislante esto con la finalidad de disminuir las pérdidas por histéresis; estas láminas normalmente tienen la forma de una E y de una I, las cuales cuando son apiladas una tras otra forman lo que se denomina núcleo magnético o circuito magnético (ver Fig. 1.3).

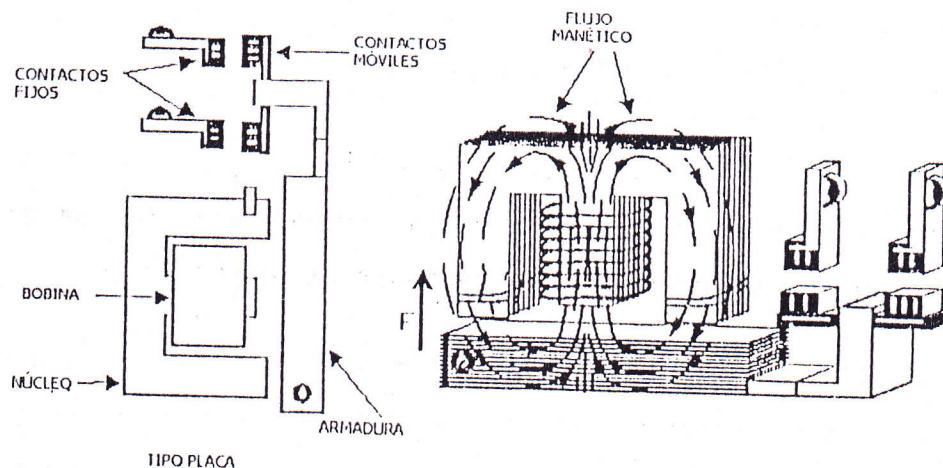


Fig. 1.3 - Partes del circuito magnético.

Podemos observar en la figura que existe un espacio reducido de aire entre la lamina E y las I denominándose a este espacio como "entrehierro", que en estado de electroimán abierto suelen ser de 4 a 12 mm aproximadamente y cerrado de 0.2 mm.

El núcleo tiene la función de conducir el flujo magnético es por esta razón que también se lo conoce como circuito magnético.

1.3.2. Bobina

La bobina está formada por un conjunto de espiras arrolladas en un determinado sentido y colocadas en el yugo central del circuito magnético.

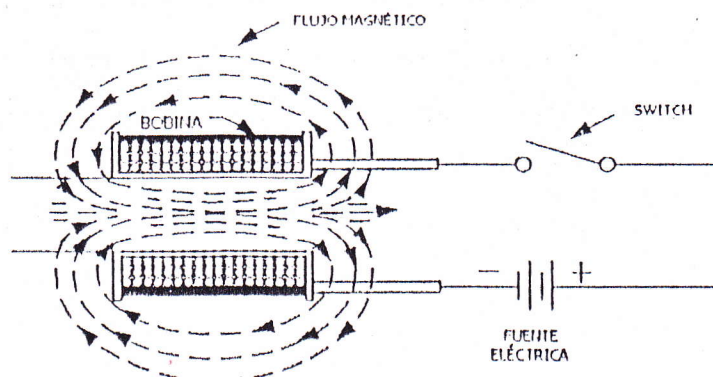


Fig. 1.4 – Bobina alimentada por corriente continua.

Cuando una bobina es energizada lo que implica que es alimentada por una determinada tensión, en la misma circula una corriente que atraviesa ese conjunto de espiras produciendo lo que se denomina campo magnético.

La bobina por tanto tiene la función de crear el campo magnético que atraviesa el núcleo cuando es energizada, convirtiendo al núcleo en un electro imán que actúa produciendo la fuerza necesaria para que las armaduras E é I se atraigan mutuamente.

Si la bobina trabaja en corriente alterna se produce una vibración entre las armaduras, que se percibe en forma de zumbido, esta vibración es inadmisibles pues acorta la vida del contactor. Esta vibración se evita colocando una espira en cortocircuito en cada una de las caras laterales de la armadura la misma que es conocida como espira o anillo de sombra.

En un lugar visible de la bobina debe indicarse sus características técnicas: Tensión, clase de corriente, ciclaje, código de serie.

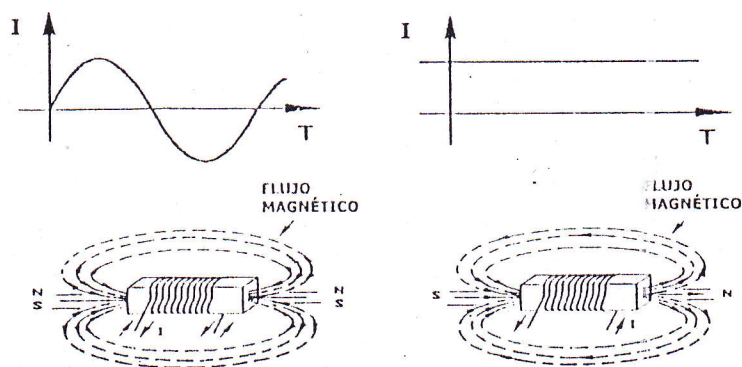


Fig. 1.5 – Bobinas alimentadas por corriente alterna y corriente continua.

La bobina puede quemarse si la tensión real de servicio difiere de la nominal por defecto o por exceso en (+) o (-) 10%.

La excitación de la bobina con corriente continua tiene la ventaja de eliminar toda vibración del núcleo resultando el trabajo del contactor totalmente silencioso.

Las bobinas de los contactores, relés, temporizadores, etc., se instalan, siempre que sea posible, entre una fase y el neutro.

1.3.3. Contactos

Inicialmente se utilizó el carbón para la fabricación de contactos, pero por ser de poca conductividad y escasa resistencia mecánica se pasó a fabricarlos de cobre, el inconveniente de los contactos de cobre es que se oxidan y el óxido de cobre no es conductor. De ahí que se construyan de plata cuyos óxidos son conductores y además se descomponen recuperándose la plata.

Los contactos de trabajo o principales son destinados a interrumpir la carga eléctrica gobernada por el contactor, carga que puede ser del tipo trifásico y monofásico alterno o en su caso del tipo continuo. En cambio los contactos auxiliares, están destinados a maniobrar circuitos auxiliares de mando y señalización.

El desgaste de los contactos se debe principalmente al martilleo mecánico en el momento de la conexión y a la acción del arco.

En la gráfica (Fig. 1.6) puede apreciarse cómo disminuye la vida eléctrica del contactor en función de la corriente de desconexión para el caso de contactores auxiliares Siemens de tipo 3TA.

Esta última causa refiriéndose a la corriente de desconexión es la más importante pues la temperatura alcanzada en los extremos del arco es tal que puede licuar y vaporizar los contactos. Para reducir el desgaste de los contactos es conveniente reducir el arco al mínimo tanto en intensidad como en duración.

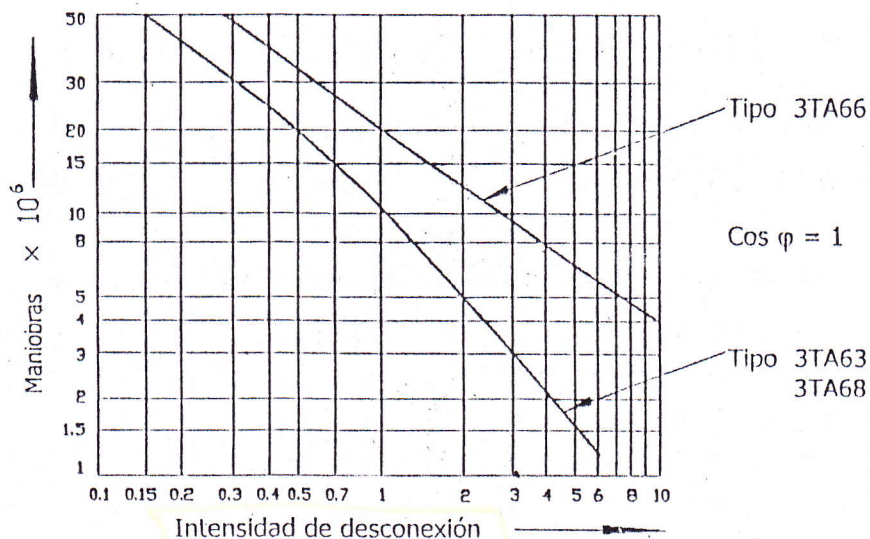


Fig. 1.6 – Curva para carga resistiva, Contactores Siemens 3TA.

El desgaste de los contactos aumenta también con el manejo de cargas de carácter inductivo.

Es por eso que, tratándose de cargas inductivas, el número de operaciones de los contactos indicado para corriente alterna con $\cos \varphi = 1$, deberá ser multipli-

cada por un factor de disminución F , (ver Fig. 1.7).

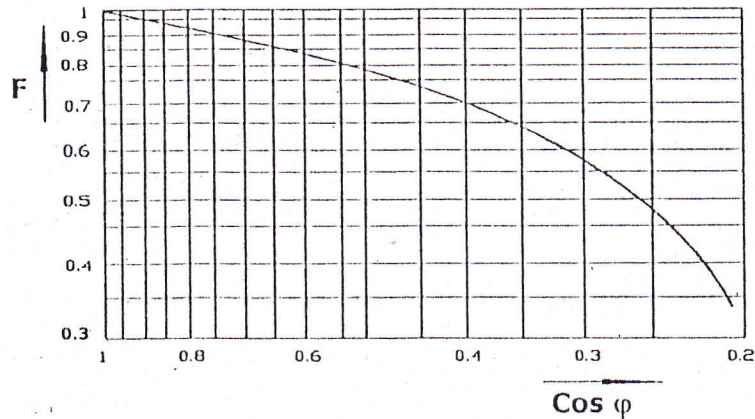


Fig. 1.7 - Curva para la obtención del factor F , cargas inductivas.

La gráfica proporciona dicho factor de reducción en función del factor de potencia.

1.3.4. Cámara de extinción de arco

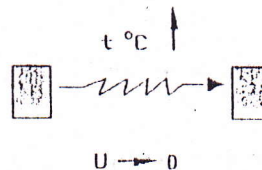


Fig. 1.8 - Arco en apertura de contactos.

El arco se produce principalmente en la apertura de los contactos, pues al iniciarse esta aumenta la resistencia de contacto acompañada de la consecuente Caída de tensión y brusco aumento de temperatura.

Ya se ha dicho que siendo el arco uno de los factores que erosiona más rápidamente los contactos, es conveniente extinguirlos a favor de la vida de estos.

Los métodos utilizados para la extinción de arco son: por alargamiento, por refrigeración y por subdivisión del mismo.

1.4 - PLACA DE CARACTERÍSTICAS .-

Todo equipo vienen identificado por medio de una placa de características que orientan al ingeniero a una adecuada aplicación, esta placa normalmente indica:

- Frecuencia.
- Tensión de bobina.
- Tensión de trabajo con sus respectivas potencias máximas.
- Vida útil en millones de maniobras.
- Intensidad nominal.
- Clase de servicio.
- Tensión y amperajes nominales de los contactos auxiliares.

1.5 - INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO .-

Para la instalación pueden seguirse los siguientes pasos a modo indicativo.

- 1.- Verifique que el voltaje y frecuencia nominales de red principal, y de mando correspondan con los datos del contactor.
- 2.- Instale el equipo en una superficie vertical o inclinada dentro de los límites considerados por el fabricante, en lo posible en un lugar carente de vibraciones. En caso de instalarse en un ambiente sucio, polvoriento o en atmósfera corrosiva se instalará el contactor dentro de una tablero adecuado.
- 3.- Si existe vibraciones utilice cables de mando y de fuerza flexibles.
- 4.- Conecte el contactor de acuerdo al esquema técnico previamente elaborado apretando todos los pernos de conexión, incluso los no utilizados.

- 5.- Verifique inicialmente el funcionamiento del circuito de mando estando desconectadas las líneas de fuerza.
- 6.- Si es preciso, ajuste los relés de tiempo y de protección.
- 7.- Conecte la línea de fuerza, conectando y desconectando varias veces a efecto de comprobación.

En cuanto al mantenimiento :

- 1.- Proceda a la limpieza de suciedad, de polvo, etc.
- 2.- Verifique presión de contactos.
- 3.- Realice limpieza de contactos.
- 4.- Verifique conexiónado.

1.6 - COMO SELECCIONAR UN CONTACTOR UTILIZANDO ÁBACOS DEL FABRICANTE .-

En cuanto a la tensión hay que tener en cuenta la de trabajo o de línea que alimenta la carga y la tensión de accionamiento de la bobina.

En cuanto a la naturaleza y tipo de servicio de la carga se debe tener en cuenta que el contactor es un equipo diseñado para gobernar cargas cuyo consumo en la conexión es varias veces superior a la intensidad nominal, de modo que su desconexión no se efectué antes de haberse terminado el arranque, a no ser en caso excepcional como avería, peligro de accidente, error de preparación, etc. Si se prevee un trabajo de características más duras, como por ejemplo: marcha a impulsos, frenado por contra corriente, etc., habrá que instalar contactores de capacidad nominal superior a la nominal de la carga.

Los fabricantes de contactores suelen proveer, por medio de ábacos y gráficos, los datos que son precisos consultar sobre todo para casos de trabajo duro o para cuando se trata de líneas de corriente continua.

Algunos fabricantes tienen la buena costumbre de proporcionar dichos ábacos impresos sobre el propio contactor.

A continuación se proponen algunos ejemplos de elección de contactores utilizando ábacos (ver figuras de catálogo, pag. 12, 13, 14).

Los ábacos están contruidos en función del número de maniobras por hora en las ordenadas y de la potencia que manejan en el eje de las abscisas. Para 220 V. hay que referirse a la horizontal superior, y para 380 V. y 500 V. a la inferior. La línea marcada con la característica 1 se refiere a motores trifásicos, jaula de ardilla, con arranque normal, sin sobrecargas importantes y sin paros antes de concluir el arranque.

La línea señalada con la característica 2 se refiere a los motores del mismo tipo con arranque difícil, o con sobre cargas importantes (inversiones de giro brusco, etc.), o con un 10% de probabilidad de desconexión antes de concluir el arranque.

Los presentes ábacos preveen una vida útil de 10 años para el contactor, con un total de 10 millones de maniobras y 8 horas diarias de trabajo. En estos ábacos el número de maniobras por hora no se refiere al promedio o total de maniobras en una hora sino a la relación:

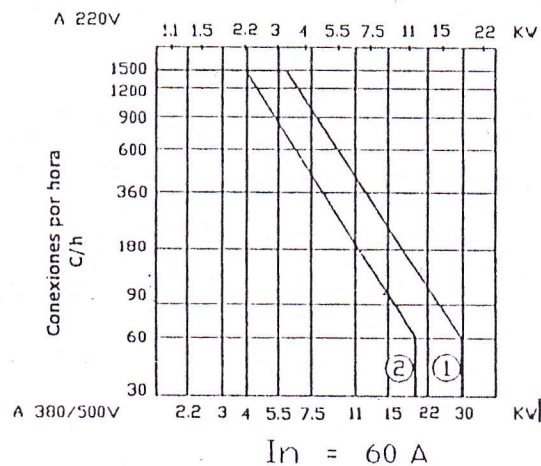
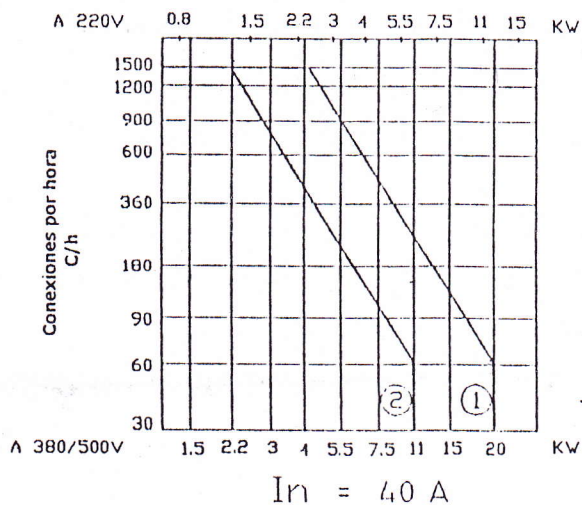
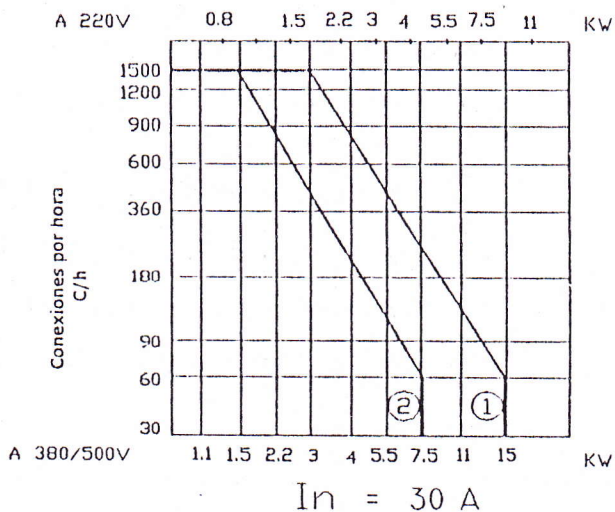
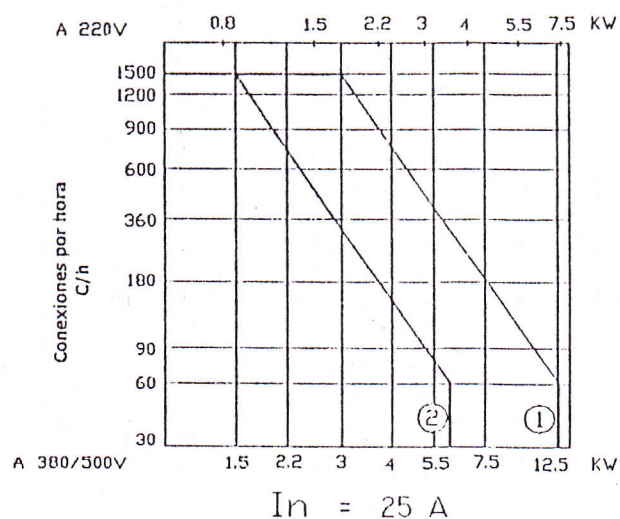
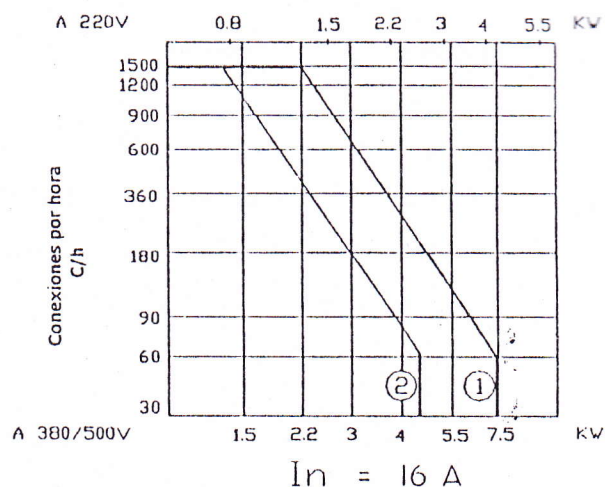
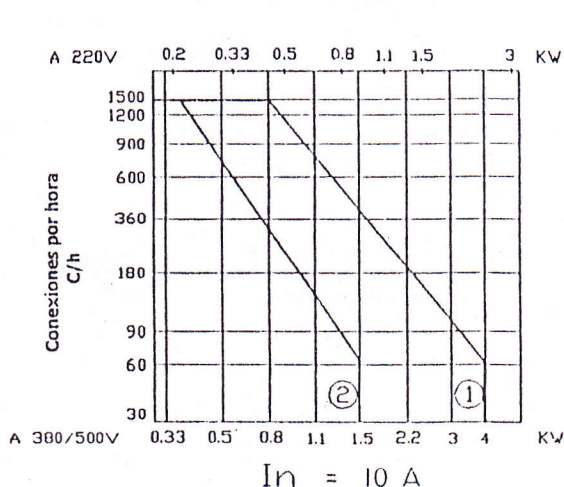
$$(N^{\circ} \text{ de maniobras} * 60) / t$$

siendo t el tiempo en minutos de la serie mas numerosa de maniobras que se indican en el numerador. Por ej., puede ser que un contactor en una hora realice 40 maniobras, de los cuales 30 de ellas que se realizan en periodo de 10 minutos. El contactor por tanto deberá ser elegido, no para 40 maniobras por hora, sino para:

$$30 * 60 / 10 = 180 \text{ maniobras por hora.}$$

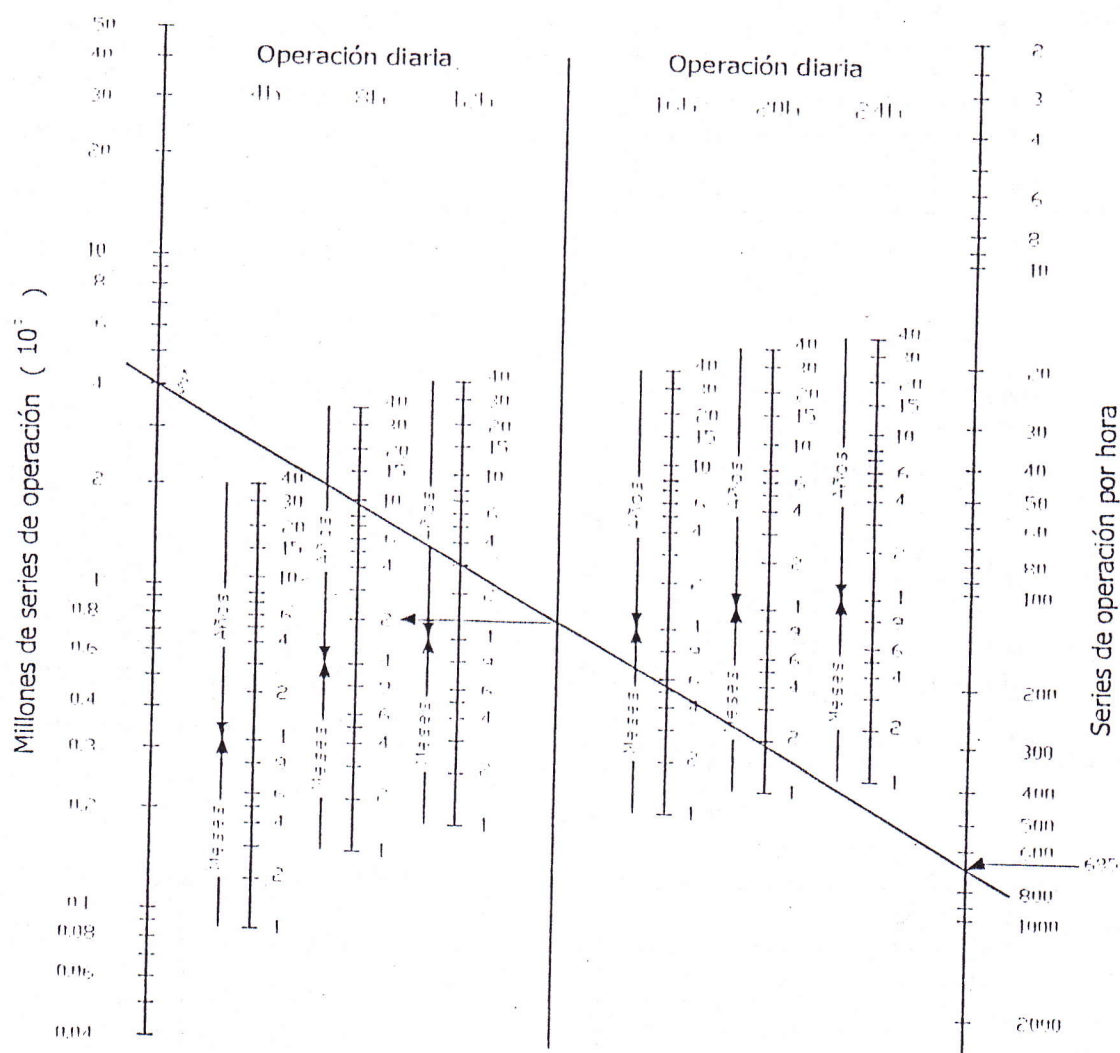
Todos estos ábacos provistos por el fabricante son para aplicaciones a motores exclusivamente.

ÁBACOS PARA ELECCIÓN DE CONTACTORES



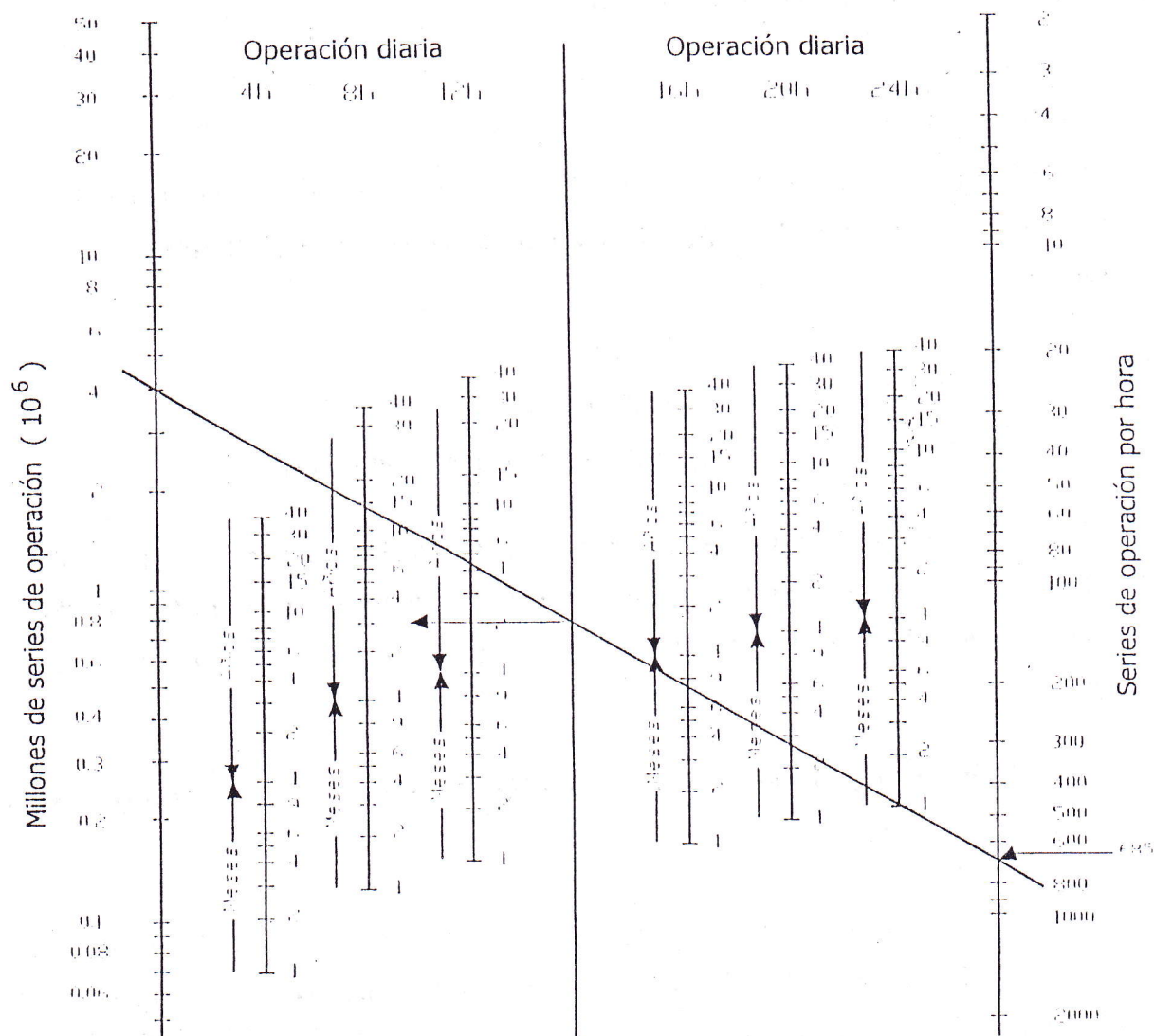
Tiempo total de operación de contactores.

Tiempo total de operación (meses y años) en régimen variable y 365 días de operación por año.



Tiempo total de operación de contactores

Tiempo total de operación (meses y años) en régimen variable y 250 días de operación por año



1.7- EJEMPLOS .-

Ejemplo 1.7.1

Un horno eléctrico para secado de pinturas se conecta a una tensión de alimentación de 380 V. Este horno es un juego trifásico de resistencias con una potencia de 15 Kw., debe considerarse la presencia de un termostato que realiza 15 conexiones del horno por hora. Seleccione el contactor adecuado para este horno para las condiciones especificadas de operación.

Solución

Al no tratarse de carga inductiva (motores), hace que no sea posible utilizar los ábacos. Sin embargo si es posible calcular la corriente que él mismo solicita al sistema.

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\phi$$

$$I = P / [\sqrt{3} \cdot U]$$

$$I = 23 \text{ A. (consumo del horno)}$$

Al no tratarse de una carga inductiva, será suficiente disponer de un contactor de 23 A. Al no haber en existencia y comercialmente un contactor de 23 A., utilizaremos el tamaño superior mas próximo, es decir, un contactor con capacidad de 25 A.

El número de maniobras no es preocupante pues no alcanza al medio millón de ellas en 10 años.

Si suponemos 8 horas día de trabajo y como el contactor debe realizar 15 conexiones hora, en un día de trabajo realizará 120 conexiones, en un mes 3600 y en diez años 432000 conexiones.

Ejemplo 1.7.2

Un motor trifásico jaula de ardilla de 15 Kw., esta destinado a accionar una bomba, conectándola y desconectándola 50 veces por hora, la tensión de alimentación del motor es de 380 V. Seleccione el contactor adecuado para el mismo.

Solución

Se trata de la característica 1 (ver Ábacos para elección de contactores pag.12). Podemos seleccionar un contactor con $I_N = 30$ A, el cual nos da un margen para operar hasta con 60 maniobras por hora.

Ejemplo 1.7.3

El motor del caso anterior pero conectado a 220 V.

Solución

Se trata de la característica 1. El contactor con $I_N = 40$ A., no alcanza a gobernar dicha carga, seleccionando el de $I_N = 60$ A. (ver pag.12) vemos que nos da margen para operar hasta con 75 maniobras por hora por lo que seleccionamos la misma.

Ejemplo 1.7.4

Un motor trifásico de 15 Kw, conectado a 380V., es destinado a un montacargas, el cual realiza 70 maniobras por hora. ¿Cuál es el valor I_N del contactor adecuado para ese trabajo?

Solución

Se trata de la característica 2. Podemos elegir un contactor de $I_N = 60$ A.(ver pag.12)

Ejemplo 1.7.5

Un motor trifásico de 4 Kw. Instalado en una grúa, con conexión a 220 V, estimándose un máximo de 300 maniobras por hora como funcionamiento normal. ¿Cuál es el contactor adecuado para operar esta grúa?

Solución

Se trata de la característica 2 (ver Ábacos para elección de contactores pag.12). El contactor de $I_N = 60$ A. satisface adecuadamente los requisitos.

1.8 - CATEGORÍA DE SERVICIO .-

Se entiende por categoría de servicio al conjunto de normas y especificaciones que fijan claramente a que tipo de trabajo puede destinarse un contactor. Se especifica el mismo mediante la tensión de servicio nominal (U_N), la intensidad de servicio nominal (I_N) y el ciclo de prueba. En el cuadro (catálogo Siemens) que sigue se indica las diversas categorías para corriente alterna y continua tipificándose con ejemplos:

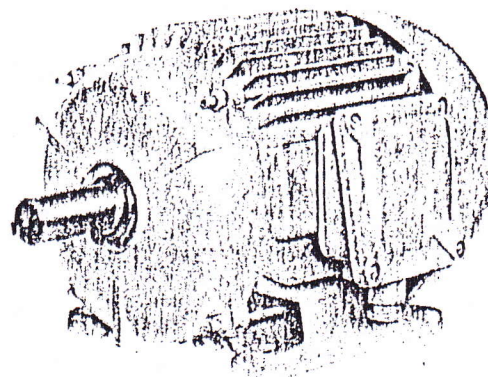


Fig. 1.9 – Motor trifásico blindado, rotor en cortocircuito.

CORRIENTE	CATEGORÍA	EJEMPLO
AC	AC 1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas. Resistencias de calefacción.
	AC 2	Arranques de motores de anillos rosantes
	AC 3	Arranque de motores de rotor en cortocircuito con desconexión en régimen de marcha.
	AC 4	Arranque de motores de rotor en cortocircuito con desconexión durante el arranque, inversión, frenado por contracorriente, marcha a impulsos.
DC	DC 1	Cargas no inductivas o débilmente inductivas, resistencias de calefacción
	DC 2	Arranque de motores en derivación con desconexión en régimen de marcha.
	DC 3	Arranque de motores en derivación con desconexión durante el arranque, inversión, frenado con contracorriente, marcha a impulsos.
	DC 4	Arranque de motores en serie con desconexión en régimen de marcha.
	DC 5	Arranque de motores en serie con desconexión durante el arranque, inversión, frenado por contracorriente, marcha a impulsos.

1.9 - COMO SELECCIONAR CONTACTORES UTILIZANDO CATÁLOGOS DE FABRICANTE .-

A continuación vamos a analizar e interpretar algunos catálogos de fabricante de contactores Siemens con dos finalidades, la primera que nos permita entender e interpretar adecuadamente los catálogos y la segunda que nos permita seleccionar el contactor adecuado para las aplicaciones prácticas que se dan en el campo industrial.

1.10 - EJEMPLOS PRÁCTICOS .-

Ejemplo 1.10.1

Se tiene un motor de 125 CV, IV polos, trabajando con una bomba de agua, la misma que trabaja conectada a 380 V y 50 Hz. Seleccionar el contactor adecuado haciendo uso de los catálogos de fabricante Siemens, e indicar su peso, el número de contactos auxiliares que tiene, el valor máximo del fusible que debe conectarse con el mismo, cual es su corriente nominal del contactor y cual es el relé térmico que se adecua a este.

Solución

Primeramente se debe identificar cual es la categoría de servicio que debe tener el contactor. Para este caso la categoría de servicio es la AC3 (ver pag. 18). Luego con el uso de catálogo correspondiente (ver apéndice catálogos de fabricantes) obtenemos que el contactor adecuado es el identificado como: 3TB52, cuya corriente nominal es de 225 A.; su peso es de 4.8 Kgr., tiene 2 contactos auxiliares normalmente abiertos y 2 cerrados, el fusible máximo que puede ser conectado es un fusible retardado NH o DIAZED de 250 A., y el relé térmico adecuado es el 3UA43 o 3UA45.

Ejemplo 1.10.2

Para un motor de 50 CV, IV polos conectado a una tensión de 220 V y destinado a trabajar en una grúa. Seleccionar el contactor adecuado e indique el peso, el número de contactos auxiliares, el máximo valor de fusible con el que puede trabajar y la corriente nominal del mismo.

Solución

Inicialmente debemos identificar la categoría de servicio al que pertenece el contactor; para este caso será la categoría de servicio AC4 (ver pag. 18).

Con el uso del catalogo de fabricante ver apéndice, seleccionamos al contactor 3TB56, cuyo peso es de 8.5 Kgr, posee 2 contactos auxiliares NC y 2 NA, el máximo valor del fusibles NH o diazet retardado es de 500 A y su corriente nominal del contactor es de 450 A.

Ejemplo 1.10.3

Se tiene un contactor con una vida útil de 4 millones de maniobras, que opera a 685 maniobras por hora, teniendo un tiempo de operación diaria de 8 horas la misma que trabaja durante los 365 días al año.

- Determine el tiempo total de operación del contactor para estas condiciones.
- Determine el tiempo total de operación del contactor cuando este trabaja 250 días al año.

Solución

- Utilizando el esquema correspondiente (ver gráfico pag.13 el cual indica el tiempo de operación de contactores con régimen variable, 365 días de operaciones por año).

Tracé una línea recta desde la escala 4 Mm. de la izquierda hasta la escala 685 MH de la escala derecha. De la intersección con la línea central (no

identificada), se debe proyectar horizontalmente hasta la escala de 8 Hrs, obteniendo un tiempo total de operación igual a 2 años.

b) En el esquema correspondiente (ver gráfico pag.14, el cual indica el tiempo de operación de contactores régimen variable, 250 días de operaciones por año), se debe realizar el mismo procedimiento del inciso a), llegando a obtener un tiempo total de operación igual a 3 años.

Capítulo 2

PULSADOR, CONMUTADOR Y PILOTO DE SEÑALIZACIÓN

2.1 - DEFINICIÓN DE PULSADOR.-

El pulsador es un mando eléctrico manual que proporciona señales de tipo momentáneo, puesto que al dejar de ejercer presión sobre él regresa a su posición de reposo.

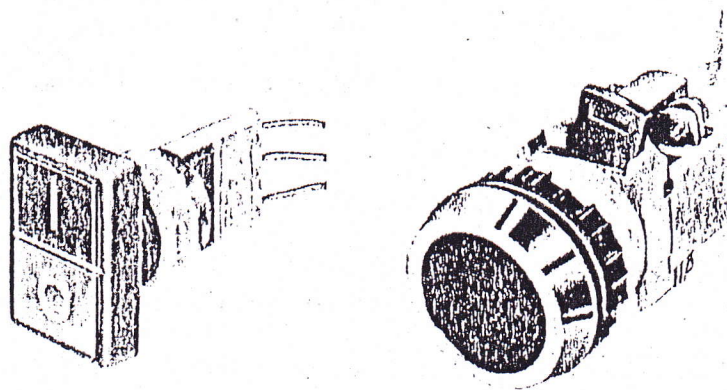


Fig. 2.1. - Botonera doble y pulsador.

2.2 - TIPOS Y SIMBOLOGÍA .-



Fig. 2.2 - Simbología de pulsador, parada y marcha.

En el pulsador se puede distinguir dos aspectos principales: el accionamiento mecánico y la disposición eléctrica de los contactos.

El accionamiento mecánico puede ser en forma de botón, de hongo (para funciones de socorro y de emergencia), con membrana de goma (para lugares húmedos y polvorientos), con piloto luminoso incluido (para señalización), de pedal (para ser accionado por el pie), con chapa para llave (para conseguir selección o exclusividad del personal en su manejo), etc.

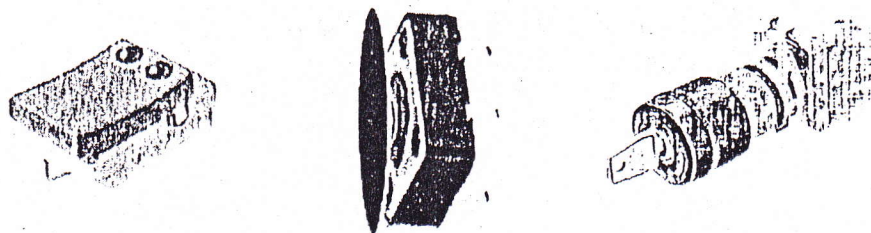


Fig. 2.3 – Tipos de pulsadores.

Por la disposición eléctrica de sus contactos los pulsadores se clasifican como aquellos que poseen sus contactos abiertos (pulsadores de marcha), los que tienen sus contactos cerrados (pulsadores de parada), y los que poseen abiertos y cerrados (pulsadores de doble efecto). En este último el contacto normalmente cerrado suele utilizarse como enclavamiento.

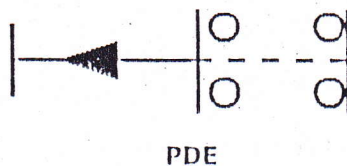


Fig. 2.4 – Simbología de pulsador de doble efecto.

Con el fin lograr una mayor seguridad para el personal, especialmente en alta

tensión, se instalan también pulsadores en los que la transmisión no es mecánica sino neumática: al pulsar se comprime el aire de una pequeña cámara, el cual desplaza una membrana portadora de contactos.

Cuando se instalan dos o más pulsadores en una caja suelen darse al conjunto el nombre de botonera.

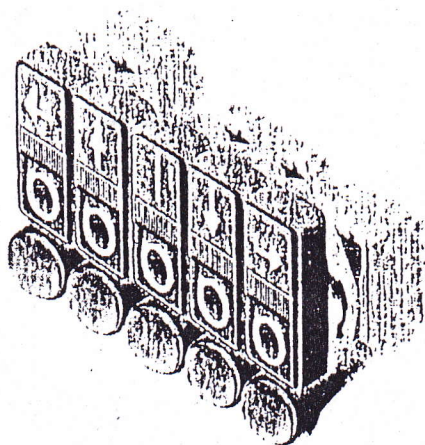


Fig. 2.5 – Botoneras de comando.

2.3 - COMPONENTES DE ACCIONAMIENTO DE EQUIPOS DE MANIOBRA DE BAJA TENSIÓN .-

Cuando se escoja equipos de maniobra de baja tensión con sus accionamientos, es importante que estos, independientemente de su acabado (manual por volante, manivela, palanca o botón de comando) puedan ser accionados por el operador sin mayores problemas y que el efecto deseado sea conseguido rápidamente. La indicación de movimiento de accionamiento, conforme DIN, sigue el representado en el cuadro de la figura 2.6, supóngase al operador localizado frente al accionamiento en cuestión.

Cuando son usados botones de comando para el accionamiento a distancia del equipamiento de maniobra de baja tensión, es importante que estos botones sean identificados por colores en función de "conexión" y de "desconexión" y eventuales símbolos complementarios.

















Tipo de movimiento	Sentido de movimiento de mano	Clase de accionamiento	Sentido de accionamiento			
			Grupo 1 Conexión		Grupo 2 Desconexión	
Movimiento circular		A		En sentido horario		En sentido anti horario
				De abajo para arriba		De arriba para abajo
Movimiento rectilineo		C		Partiendo del operador		Hacia el operador
				Para derecha		Para izquierda

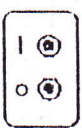
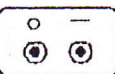
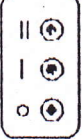

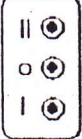
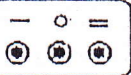
Fig. 2.6 - Indicación de movimiento de accionamiento, conforme DIN.

Según la norma DIN 43605 esto se normaliza como se muestra en la figuras 2.7.

Como se puede apreciar, en la posición vertical el botón "desconexión" está por debajo del botón "conexión". Esa disposición es también utilizada y recomendada en otros países. Existen diferencias sin embargo, para a disposición horizontal de botones, DIN es una norma en gran parte de los países que determina que el botón "desconexión" debe ser posicionado a la izquierda del botón "conexión". En normas americanas e inglesas es fijado al contrario, o sea el botón "desconexión" esta a la derecha del botón "conexión".

Figuras	Tipo de accionamiento	Observaciones
	conexión	Las figuras pueden ser colocadas sobre o no en los botones, en cualquier posición
	desconexión	
	conexión o desconexión por toques	
	conexión y desconexión posicionado	

(a)

Vertical	Horizontal
	
	
	

(b)

Fig. 2.7 - (a) Figuras en placas, (b) Disposición de botones de comando.

2.4 - ESPECIFICACIÓN .-

Las datos técnicos adecuados para especificar pulsadores son:

- Tensión de aislamiento: en alterna y continua (500 V ca; 600 V cc.).
- Corriente nominal: según distintas tensiones de uso (10 A/220 V; 7.5 A/380 V; 5 A/500 V).

- Límite de temperatura ambiente: hasta 60 grados centígrados.
- Dimensiones mecánicas.
- Números de cámaras de contacto y tipo de los mismos.
- Tipo de accionamiento

2.5 - CONMUTADORES .-

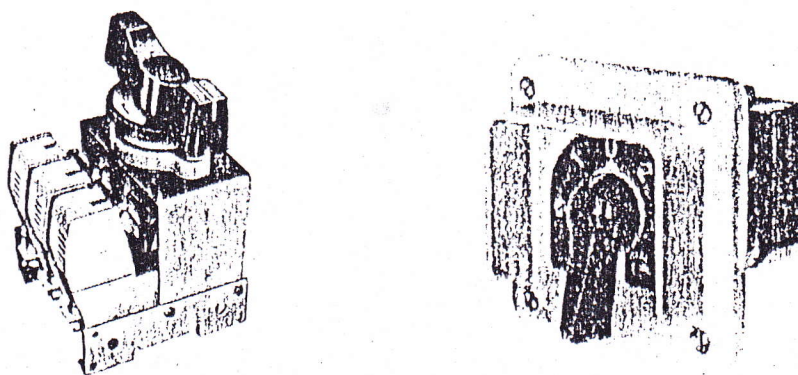


Fig. 2.8 – Tipos de conmutadores.

Los conmutadores al igual que los pulsadores, son dispositivos de maniobra que proporciona señales de tipo momentáneo o permanente según sea el caso.

Desde el punto de vista constructivo encontramos conmutadores de dos, tres posiciones, con retención (sin retorno) y sin retención (con retorno).

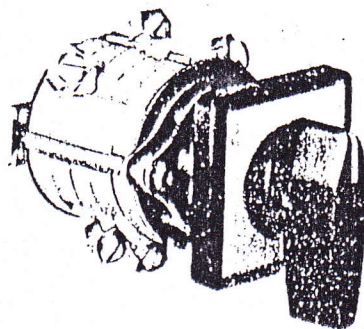


Fig. 2.9 – Conmutador con retorno.

2.6 - TIPOS DE CONMUTADORES .-

2.6.1 Conmutadores con retorno

Al ser dispositivo de maniobra que proporciona señales de tipo momentáneo, lo que implica que una vez que se acciona la manivela y se la mantiene, la acción permanece en ese estado, sin embargo cuando ya no se la sostiene la manivela vuelve a su posición inicial, en la siguiente figura puede apreciarse esta situación, y la simbología que se representa para este caso.

Conmutador de 2 Posiciones
sin retención



Conmutador de 3 Posiciones
sin retención

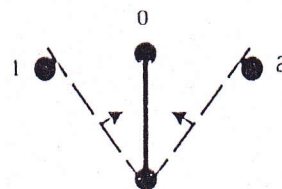
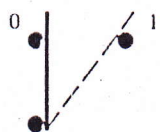


Fig. 2.10 – Simbología de conmutadores con retorno.

2.6.2 Conmutadores sin retorno

Son dispositivos de maniobra que proporcionan señales de tipo permanente, unas ves que se acciona este permanece en esa posición hasta que el operador decida cambiar de posición.

Conmutador de 2 Posiciones
con retención



Conmutador de 3 Posiciones
con retención

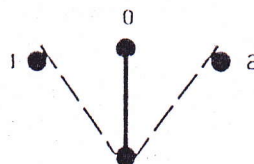


Fig. 2.11 – Simbología de conmutadores sin retorno.

2.7 - ESPECIFICACIÓN .-

Los datos técnicos adecuados para especificar un conmutador son:

- Tensión de aislamiento: en alterna y continua (500 V ca; 600 V cc.).
- Corriente nominal: según distintas tensiones de uso (10 A/220 V; 7.5 A/380 V; 5 A/500 V).
- Límite de temperatura ambiente: hasta 60 grados centígrados.
- Dimensiones mecánicas.
- Tipo de conmutador.

2.8 - PILOTO DE SEÑALIZACIÓN .-



fig. 2.12 – a) Piloto de señalización, b) Simbología.

Este elemento se utiliza con fines de señalización y alarma la misma que nos indica por ejemplo estados de funcionamiento o no de máquinas, equipos y otros que requieren ser señalizados; al igual que las condiciones de falla, estado de contactos auxiliares de contactores, presencia de tensión, alarma, etc. para lo cual se usa de modo generalizado los pilotos de señalización con indicación luminosa.

2.9 - PARTES DE UN PILOTO DE SEÑALIZACIÓN .-

En el piloto de señalización se distinguen físicamente tres partes: el visor, el zóquet y la lámpara; el modo en que suelen fabricarse permite el intercambio entre unos y otros algunas de sus partes.

Se utilizan tanto lámparas incandescentes así como los de neón, unos y otros presentan ventajas e inconvenientes, como ser:

Lámparas Incandescentes: tienen una mayor luminosidad, mayor calentamiento, corta duración, son de filamento muy delgado y frágil para las tensiones de 110 a 380 V.. Para evitar una vida útil de corta duración suelen utilizarse estos en baja tensión 24 a 48 voltios con transformador.

Lámparas de neón: tienen una menor luminosidad, menor calentamiento, larga duración y trabajan de mejor manera con tensiones elevadas como 220 V.

2.10 - ESPECIFICACIÓN .-

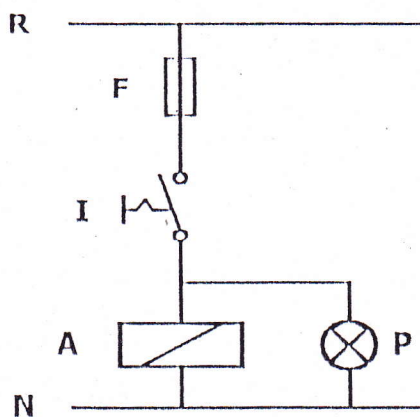
Los datos técnicos adecuados para especificar un piloto de señalización son:

- La tensión.
- Límite de temperatura ambiente.
- Color de visor.
- Tipo de lámpara.

2.11 - EJEMPLOS PRÁCTICOS .-

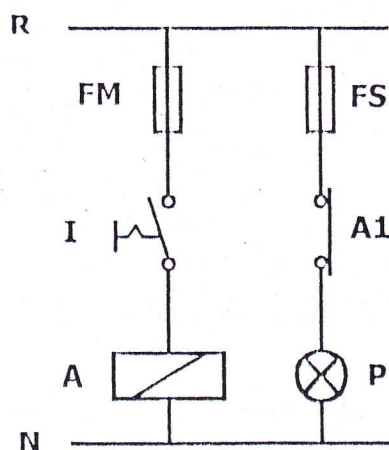
A continuación se presenta algunos ejemplos y la aplicación de los pilotos de señalización en circuitos de mando y/o señalización.

1.- Señalización con bobina conectada



(Piloto y bobina de contactor en paralelo). Con el interruptor I abierto el piloto P esta apagado, indicando que la bobina A esta desenergizada. Con el interruptor I cerrado el piloto P esta encendido, indicando que la bobina A esta energizada.

2.- Señalización con bobina desconectada



Capítulo 3

SELECCIÓN Y AJUSTE DE PROTECCIONES

Es muy importante para un adecuado funcionamiento de todos los procesos en una planta industrial que las protecciones estén adecuadamente seleccionadas, toda vez que su confiabilidad e integridad dependen de los mismos.

Por otro lado ningún sistema industrial esta libre de fallas, las anomalías siempre están presentes aunque no frecuentemente, entre las que podemos destacar, el cortocircuito, la sobrecarga, la sobre y sub tensión y la falta de fase y neutro, las mismas que deben ser eliminadas lo mas rápidamente posible con el fin de no dañar la integridad de los equipos y materiales.

Con esta finalidad se utiliza un conjunto de equipos y dispositivos de protección entre los que podemos indicar:

3.1 - EL FUSIBLE, DEFINICIÓN Y SIMBOLOGÍA .-

Antes de entrar al tema de fusibles, primeramente distinguiremos conceptualmente lo que es un cortocircuito y una sobrecarga, términos muy utilizados en el léxico eléctrico.

Cortocircuito es toda conexión accidental o intencional de dos puntos que se encuentran bajo potenciales diferentes, la cual provoca una circulación de corriente mayor a 10 veces I_n denominada corriente de cortocircuito.

Sobrecarga es una condición anormal de funcionamiento y se la considera peligrosa si la misma es permanente provocando circulación de corrientes mayores a la nominal y menor a 10 veces I_n y no peligrosa si la misma es de corta duración,

como la corriente de arranque de los motores que por su magnitud es también considerada una sobrecarga pero no peligrosa.



Fig. 3.1 - Fusible Simbología.

El fusible es un elemento de protección del conductor y de la carga contra cortocircuitos. Así como el conductor es seleccionado en base a la carga máxima a soportar, también el fusible debe seleccionarse en relación a la carga, pero no a la máxima sino a la actual en juego.

La simbología utilizada para una representación del mismo se puede observar en la figura 3.1, la misma que esta representada monofasicamente.

3.2 - PARTES Y TIPOS DE FUSIBLES .-

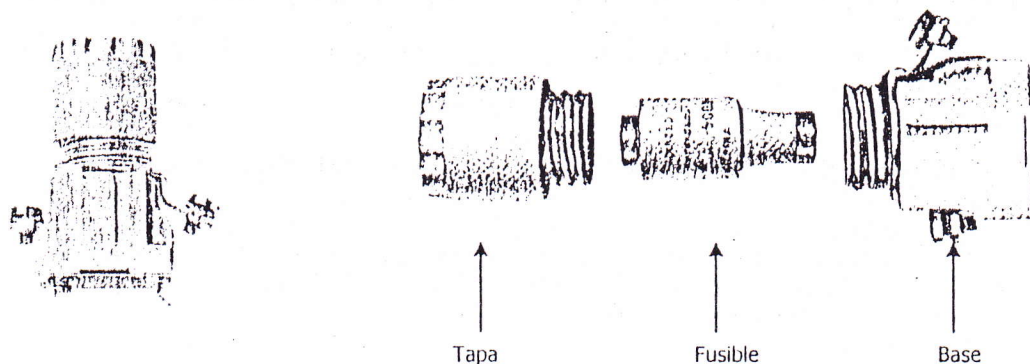


Fig. 3.2 - Fusible Diazed.

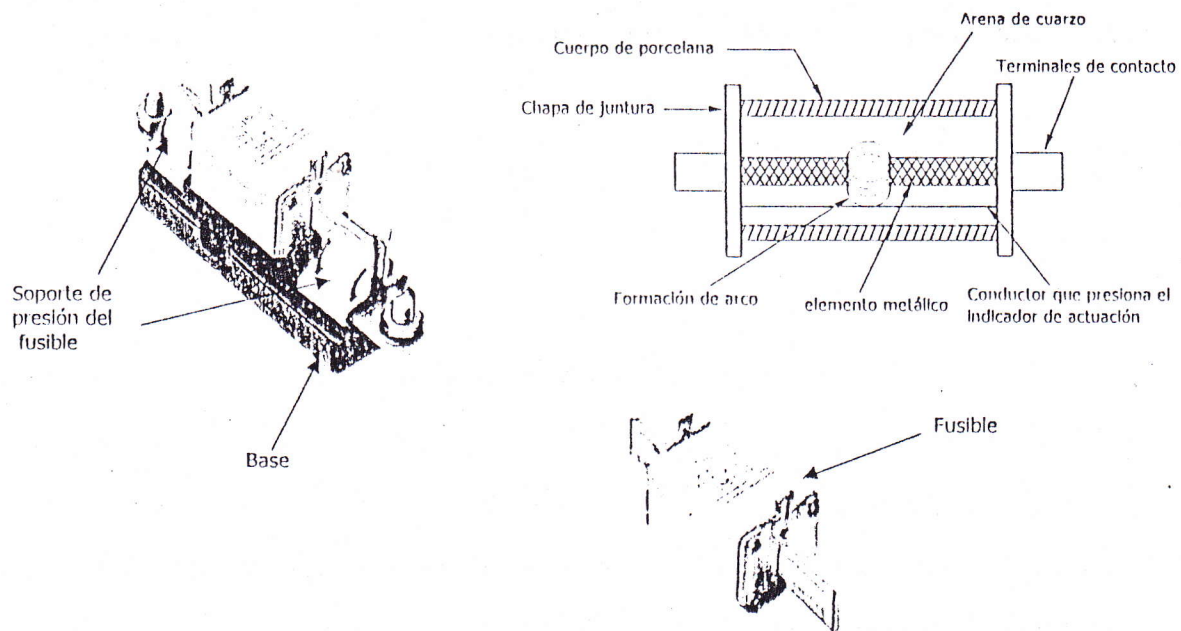


Fig. 3.3 - Fusible NH.

El fusible es un dispositivo que opera o actúa por calentamiento de su propio hilo fusible llegando a fundirse por esta razón.

En general los fusibles se clasifican en dos grandes grupos: rápidos o normales y lentos. Estos últimos disparan al cabo de un tiempo de producirse la sobre corriente, disminuyendo su tiempo de fusión a medida que la intensidad de sobre corriente aumenta. Los fusibles lentos se emplean principalmente donde existe arranque de motores con rotor en cortocircuito, focos de elevada potencia, en general donde se produzca sobre cargas momentáneas pero no peligrosas.

Los fusibles para aplicación industrial son accesibles solamente a personas autorizadas en caso de sustitución.

El elemento fusible en general es de cobre, plata o estaño. El cuerpo es de porcelana y de alta resistencia mecánica.

La actuación del fusible es proporcional al elemento fusible, cuando por ella recorre una corriente de valor superior al establecido en su curva característica Tiempo x Corriente. Posterior a la fusión del elemento fusible, la corriente no es interrumpida instantáneamente pues la inductancia del circuito se mantiene por un corto intervalo de tiempo, por lo que la corriente continua circulando a través del arco formado entre sus extremidades del elemento fusible.

La arena fina de cuarzo que rodea al elemento fusible es el elemento extintor del arco, absorbe toda la energía calorífica producida por el arco, cuya vaporización del elemento fundido es envuelta por esta, resultando **finalmente en cuerpo sólido aislante** que mantiene aisladas las extremidades del fusible.

Los fusibles NH presentan características de limitación de corriente de impulso, esto es particularmente para la protección del aislamiento de conductores, equipamientos de comando y maniobra, pues la limitación de intensidad de corriente de cortocircuito implica valores mas reducidos de solicitaciones térmicas y electrodinámicas a las que están sometidas estas.

La utilización de fusibles limitadores de corriente es bastante común como protección contra las corrientes de falla.

La actuación de los fusibles NH y Diazed obedecen a las características tiempo x corriente que son definidas por las normas específicas.

Los fusibles NH y Diazed tienen provistos de indicadores de actuación del elemento fusible. El indicador está constituido de un hilo conductor conectado en paralelo con el elemento fusible (ver fig. 3.3), que cuando se funde, provoca la fusión del conductor mencionado que sostiene una malla presionada, provocando la liberación del dispositivo indicador.

Se debe realizar el ajuste de los fusibles lo más posible a la intensidad nominal de la carga. En caso de que la carga sean motores se tendrá especial cuidado en que los fusibles puedan resistir la sobrecarga de arranque.

No se protegen los motores trifásicos solo con fusibles ya que puede continuar trabajando el motor solo con dos fases hasta quemarse. Los motores trifásicos deben protegerse con relé térmico o termo magnético de sobre intensidad adicionalmente a un equipo de fusibles.

Evidentemente que los fusibles se queman y hay que reemplazarlos en cada uno de sus disparos, cosa que no sucede con los disyuntores que pueden ser repuestos en funcionamiento sin reemplazo de piezas.

La instalación inicial de un equipo de fusibles es más económica que un disyuntor pero carece de la comodidad de este para las sucesivas reposiciones.

Los fusibles deben ser capaces de soportar las corrientes de arranque de los motores, de tal forma de permitir un arranque satisfactorio del mismo. Los fusibles no deben disparar con la corriente de arranque. Por lo que para una selección adecuada del fusible debemos comprobar que el tiempo de arranque del motor debe ser menor que el tiempo de fusión del fusible.

Corrientes nominales de fusibles Diazed y NH (Siemens)

Fusible (A)		Fusible (A)		Fusible (A)		Fusible (A)	
Diazed	NH	Diazed	NH	Diazed	NH	Diazed	NH
2	-	36	36	-	200	-	500
4	-	50	50	-	224	-	630
6	6	63	63	-	250	-	800
10	10	80	80	-	315	-	1000
16	16	100	100	-	355		
20	20	-	125	-	400		
25	25	-	160	-	425		

3.3 - CURVAS DE DESCONEXIÓN TIEMPO – CORRIENTE .-

Los catálogos de fabricante de fusibles están en anexo, en las que podemos observar las curvas tiempo – corriente para los fusibles NH y Diazet de uso industrial además de poder observar sus características de limitación de corrientes de cortocircuito de los mismo.

3.4 - COMO SELECCIONAR FUSIBLES UTILIZANDO CATÁLOGOS DE FABRICANTE .-

A continuación vamos a analizar e interpretar algunos catálogos del fabricante de fusibles Siemens que nos permita entender e interpretar adecuadamente los mismos además de seleccionar el fusible adecuado en aplicaciones prácticas en el campo industrial.

3.5 - EJEMPLOS PRÁCTICOS.-

Ejemplo 3.1

Para un motor de 50 CV, IV polos, en 380 V, que trabaja acoplado a un compresor de gran capacidad. Seleccione el contactor y fusible adecuado considerando que el tiempo de arranque es de 2 seg. y la corriente de cortocircuito de 3000 A en el punto de instalación. Así mismo indicar los tiempos de fusión del fusible tanto para la corriente de arranque como para la de cortocircuito.

Solución

Haciendo uso de catálogos de fabricante de motores (ver anexos), se tiene para: un motor de 50 CV; 380 V; IV polos una corriente nominal de:

$I_{Nm} = 68.8 \text{ A.}$ y una relación entre la

$$R = I_{Pm}/I_{Nm} = 6.4$$

Elección de contactor:

Utilizando catalogo de fabricante de contactores (ver anexo) con categoria de servicio AC3, obtenemos para un motor de 50 CV, 380 V, un contactor del tipo:

3TB48

Elección del fusible:

$$I_{pm} = I_{Nm} \times R = 68.8 \times 6.4 = 440.32 \text{ A.}$$

$$I_{Nf} \leq I_{pm} \times K \text{ (condición)}$$

Donde si la:

$$\begin{array}{lll} I_{pm} \leq 40 \text{ A.} & \Rightarrow & K = 0.5 \\ 40 \text{ A.} < I_{pm} \leq 500 \text{ A.} & \Rightarrow & K = 0.4 \\ I_{pm} > 500 \text{ A.} & \Rightarrow & K = 0.3 \end{array}$$

Por tanto la $I_{Nf} \leq 440.32 \times 0.4 \leq 176.13 \text{ A.}$

Utilizando el catalogo de fabricante de fusibles NH obtenemos que:

$$I_{Nf} = 160 \text{ A.}$$

Condiciones que debe cumplir el fusible:

a.- Debe permitir el arranque del motor

para una $I_{pm} = 440.32 \text{ A}$ de catalogo se obtiene un $t_{ar} = 60 \text{ seg}$ y como el $t_{pm} = 2 \text{ seg}$.

$$T_{ar} > t_{pm}$$

$$60 \text{ seg.} > 2 \text{ seg.}$$

b.- Debe proteger al contactor:

Para el contactor con C.S. AC3 tipo 3TB48 y $I_{maxfc} = 160 \text{ A.}$

$$I_{Nf} \leq I_{maxfc}$$

$$160 \text{ A.} \leq 160 \text{ A.}$$

Para una corriente de cortocircuito de 3 kA.; de acuerdo a la curva característica del fusible NH (ver catalogo), éste actuará en un tiempo de 0.026 seg.

Ejemplo 3.2

Para un motor de 40 CV, II polos, en 220 V, el cual opera en un ascensor. Seleccione el contactor y el fusible adecuado, considerando que el tiempo de arranque es de 2,5 seg. y la corriente de cortocircuito 1500 A.

Adicionalmente indicar los tiempos de fusión del fusible tanto para la corriente de cortocircuito y para la de arranque.

Solución

Haciendo uso de catálogos de fabricante de motores (ver anexos), se tiene para: un motor de 40 CV; 220 V; II polos una corriente nominal de:

$I_{Nm} = 98 \text{ A.}$ y una relación entre la

$$R = I_{pm}/I_{Nm} = 6.8$$

Elección de contactor:

Utilizando catalogo de fabricante de contactores (ver anexo) con categoria de servicio AC4, obtenemos para un motor de 40 CV, 220 V, un contactor del tipo:

3TB54

Elección del fusible:

$$I_{pm} = I_{Nm} \times R = 98 \times 6.8 = 666.4 \text{ A.}$$

$$\text{Por tanto la } I_{Nf} \leq 666.4 \times 0.3 \leq 199.9 \text{ A.}$$

Utilizando el catalogo de fabricante de fusibles NH obtenemos que:

$$I_{Nf} = 160 \text{ A.}$$

Condiciones que debe cumplir el fusible:

a.- Debe permitir el arranque del motor

para una $I_{pm} = 666.4 \text{ A.}$ de catalogo se obtiene un $t_{af} = 13 \text{ seg}$ y como el $t_{pm} = 2.5 \text{ seg.}$

$$T_{af} > T_{pm}$$

b.- Debe proteger al contactor:

Para el contactor con C. S. : AC4, tipo 3TB54 y $I_{\max fc} = 315 \text{ A}$.

$$I_{Nr} \leq I_{\max fc}$$

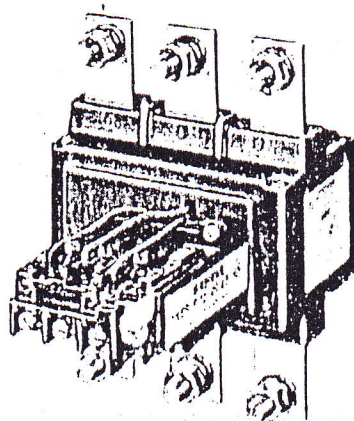
Para una corriente de cortocircuito de 1.5 kA de acuerdo a la curva característica del fusible NH (ver catalogo) éste actuará en un tiempo de 0.6 seg.

3.6 - ESPECIFICACIÓN DE FUSIBLES .-

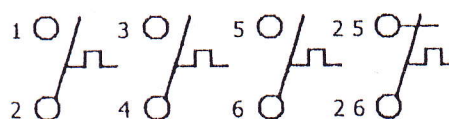
En el pedido de compra de un fusible debe constar como mínimo los siguientes características:

- Corriente nominal.
- Tipo de fusible.
- Capacidad de ruptura.

3.7 - RELE TÉRMICO DEFINICIÓN Y SIMBOLOGÍA .-



(a)



(b)

Fig. 3.6 - (a) Relé bimetálico de sobrecarga, (b) Simbología.

Los relés térmicos de sobrecarga son los aparatos mas económicos que permiten, combinados con un contactor, proteger un motor u otro tipo de carga contra una sobrecarga inadmisible o peligrosa. Los relés térmicos protegen al motor o instalación de sobrecargas prolongadas cuyo valor no sobrepase 8 veces la intensidad nominal.

Para sobrecargas prolongadas mayores a 8 veces la intensidad nominal se instalan fusibles.

3.8 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL RELÉ TÉRMICO .-

Los relés térmicos se construyen en base de cintas bimetálicas que son calentadas directamente por la corriente del motor o carga. Estos bimetálicos, al curvarse actúan sobre un contacto auxiliar mediante un mecanismo de disparo.

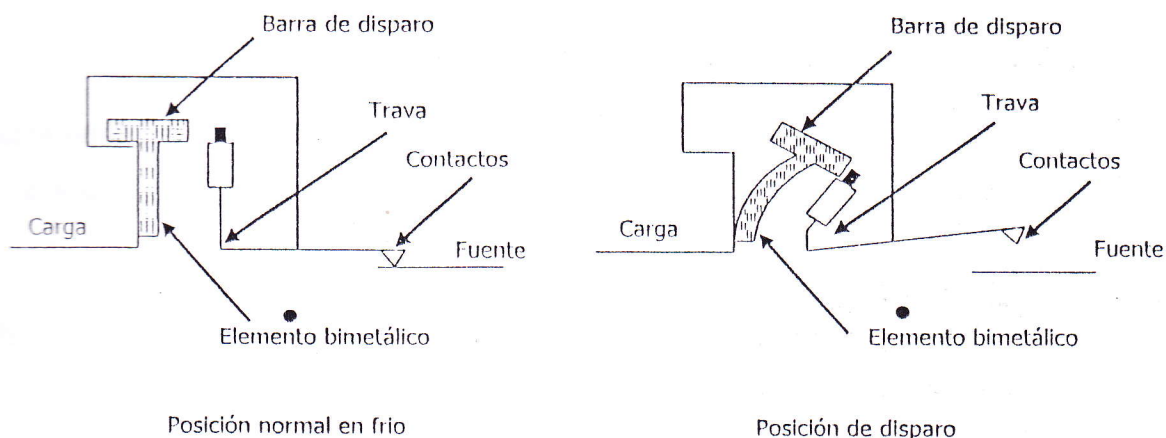


Fig. 3.7 – Disparador térmico.

En líneas trifásicas suelen colocarse un bimetálico en cada fase, de modo que cuando se presenta una sobrecarga en cualquiera de las fases se curva el bimetálico correspondiente, que desplaza el mecanismo de disparo cuya función es la de desconectar los contactos eléctricos del relé térmico que interrumpe la línea que energiza a la bobina del contactor.

Los relés térmicos son generalmente ajustables, por medio de una leva, dentro de un cierto margen. El relé térmico debe regularse, durante su instalación a la intensidad nominal del motor o carga a proteger. La leva o perilla de ajuste viene graduada en amperios o fracciones de corriente.

Los relés térmicos suelen llevar un dispositivo mecánico de bloqueo de modo que una vez actuado el relé no regrese a la posición inicial cuando los bimetálicos se enfríen, sino que este debe ser reactivado manualmente a través de una operación de reseteo.

Los relés térmicos no se utilizan para cortar las corrientes de cortocircuito. Toda vez que las normas exigen que la capacidad de desconexión de un contactor sea 8 veces la nominal; en caso de cortocircuito la corriente puede llegar a centenares de veces la nominal y si dicha corriente se cortara por desconexión del

contactor (efecto producido por acción del relé térmico), aquel podría averiarse o destruirse.

Es por ello que el elemento de corte para los casos de cortocircuito debe estar instalado antes del contactor, como en el caso de instalación de fusibles y disyuntores.

Los fusibles para protección contra cortocircuitos instalados en serie con el relé térmico deben estar dimensionados de acuerdo al ajuste del mismo relé.

Características eléctricas de relés bimetálicos (Siemens).

Tipo	Potencia máxima de motores Categoría de utilización AC2 y AC3 CV.			Faja de ajuste	Tipo	Para montaje acoplado a contactores	Fusible Máximo diazed
	220 V.	380 V.	440 V.				
				A	-		A
3UA50	0.25-0.33	0.5	0.5-0.75	1-1.6	3UA50 001-1A	3TB40 3TB41	4
	0.5	0.75-1.0	1	1.6-2.5	3UA50 001-1C		6
	0.75-1.0	1.5-2	1.5-2	2.5-4	3UA50 001-1E		10
	1-1.5-2	3	3-4	4-6.3	3UA50 001-1G		16
	2-3	4-5	5	6.3-10	3UA50 001-1J		25
	3-4	7.5	7.5	8-12.5	3UA50 001-1K		25
3UA52	0.12	0.16-0.25	0.25	0.4-0.63	3UA52 00-0G	3TB42 3TB43	2
	0.16	0.25-0.33	0.33	0.63-1	3UA52 00-0J		2
	0.25-0.33	0.5	0.5-0.75	1-1.6	3UA52 00-1A		4
	0.5	0.75-1.0	1	1.6-2.5	3UA52 00-1C		6
	0.75-1.0	1.5-2	1.5-2	2.5-4	3UA52 00-1E		10
	1-1.5-2	3	3-4	4-6.3	3UA52 00-1G		16
	2-3	4-5	5	6.3-10	3UA52 00-1J		25
	4-5	7.5-10	7.5-10	10-16	3UA52 00-2A		36
	7.5	10-12.5-15	12.5-15	16-25	3UA52 00-2C		50
	1-1.5-2	3	3-4	4-6.3	3UA42 00-7AD	3TB44 3TB46 3TB47 3TB48	16
	2-3	4-5	5	6.3-10	3UA42 00-7AF		25
3UA42	4-5	7.5-10	7.5-10	10-16	3UA42 00-7AH		36
	7-5	10-12.5-15	12.5-15	16-25	3UA42 00-7AK		50
	10-12.5-15	20-25	20-25-30	25-40	3UA42 00-7AV		80
	20-25	30-40	40-50	40-63	3UA42 00-7AN		125
3UA43	12.5-15	25-30	25-30	30-45	3UA43 00-8AM	3TB47 3TB48 3TB50 3TB52	100
	20-25	30-40	40-50	40-63	3UA43 00-8AN		125
	25-30	50	60	55-80	3UA43 00-8AP		160
	40	60	75	70-100	3UA43 00-8AQ		200
	40-50	75	100	100-135	3UA43 00-8AS		250
	60	100	125	130-160	3UA43 00-8AT		250
3UA45	75	125-150	150-180	150-230	3UA45 00-8YG	3TB52	400
	100-125	180-200	200-250	208-320	3UA45 00-8YH	3TB54	500
	125-150	200-250	300	260-400	3UA45 00-8YJ	3TB56	630
3UA46	180-200	300	400-425	325-500	3UA46 00-8Yk	3TB58	630
	250	400-425	500	409-630	3ua46 00-8Yl		630

3.9 - CURVAS CARACTERÍSTICAS DE DISPARO .-

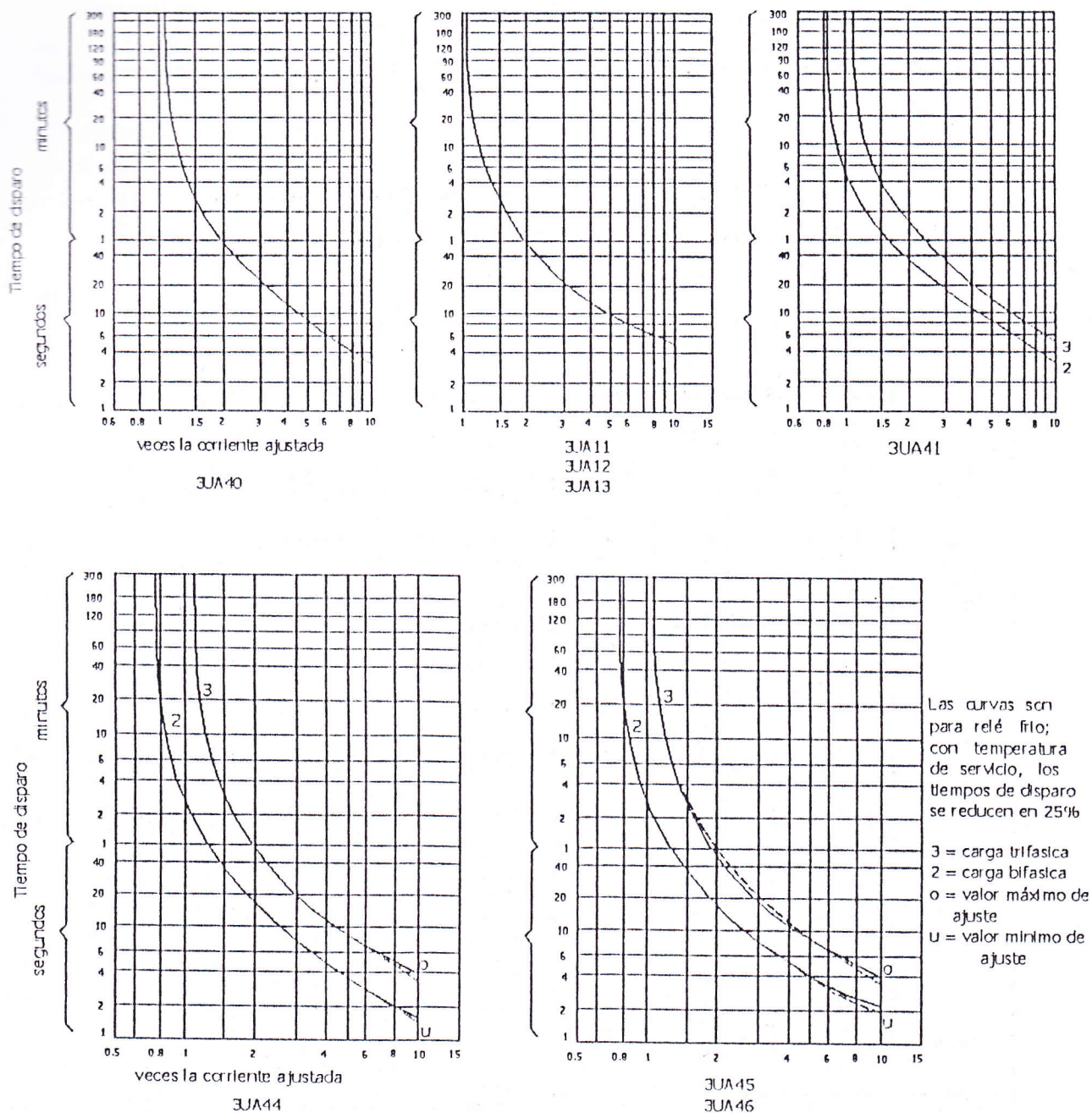


Fig. 3.8 – Curvas características de disparo de relés térmicos 3UA.

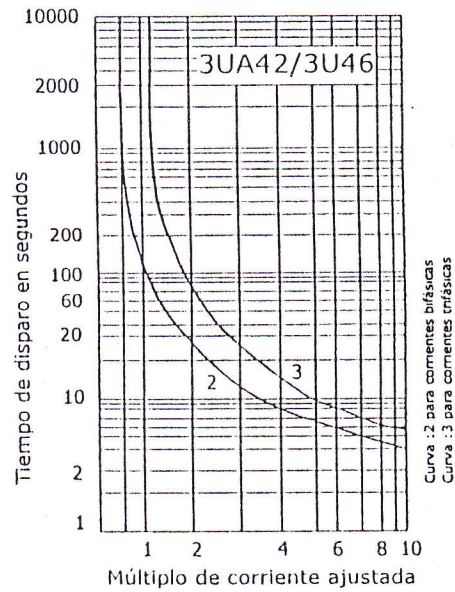
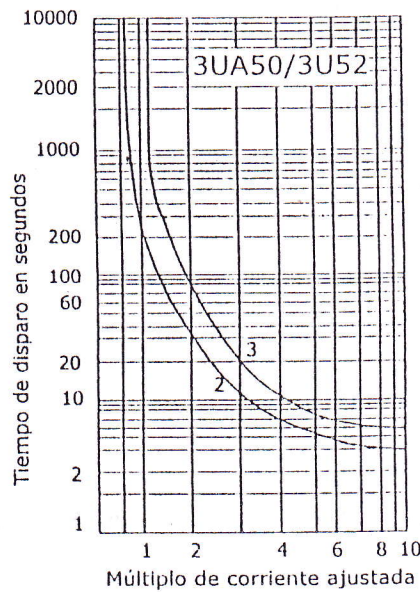


Fig. 3.9 – Curvas características de disparo de relés térmicos 3UA.

3.10 – SELECCIÓN DE RELÉS TÉRMICOS UTILIZANDO CATÁLOGOS DE FABRICANTE .-

A continuación se resuelve algunos ejemplos de aplicación con la utilización de catálogos del fabricante de contactores, fusibles y relés térmicos Siemens, las mismas que permitirán al estudiante a entender, interpretar y elegir adecuadamente los diferentes dispositivos necesarios para el manejo adecuado de cargas del tipo industrial

Ejemplo 3.3

Seleccionar el contactor, fusible y relé térmico adecuado para un motor que trabaja en un ventilador sabiendo que el mismo tiene una potencia de 30 CV, IV polos, en 380 V , un tiempo de arranque de 2.5 seg. y la corriente de cortocircuito es de 3000 A. en el punto de instalación.

Adicionalmente indique la corriente de ajuste, el tiempo de disparo del relé térmico si

el motor opera en condición de sobre carga del 30 %.

Solución

De catalogo de fabricante de motores eléctricos la I_{Nm} es:

$$I_{Nm} = 43.3 \text{ A.}$$

$$I_{pm}/I_{Nm} = 6.8 \Rightarrow I_{pm} = 294.44 \text{ A.}$$

Elección del fusible:

$$I_{Nf} \leq 294.44 \times 0.4 \leq 117.77 \text{ A.}$$

Elegimos un fusible NH retardado de $I_{Nf} = 100 \text{ A.}$

Elección del relé térmico:

Consideraremos que el motor trabaja con una sobrecarga del 30 %, para esta condición.

$$I_a \geq I_c$$

$$I_c = 1.3 I_{Nm} = 56.29 \text{ A.}$$

$$I_a = 56.29 \text{ A.}$$

La selección del relé térmico se lo realiza del catalogo de fabricante (ver catalogo).

Para un motor de 30 CV. En 380 V se tiene un relé térmico del

$$\Rightarrow \text{Tipo 3UA42} \quad \text{Regulación (40 - 63) A.} \quad I_{maxfit} = 125 \text{ A.}$$

Verificación de las condiciones de protección.

El relé térmico no debe actuar en la partida del motor:

$$M = I_{pm}/I_a = 294.44 / 56.29 = 5.23$$

$$M = 5.23 \Rightarrow t_{art} = 9.5 \text{ seg. (Ver curva de relé 3UA42 en catalogo)}$$

$$t_{pm} \leq t_{art}$$

El fusible no debe actuar durante la partida del motor:

$$\text{Para: } I_{pm} = 294.44 \text{ A. y } I_{Nf} = 100 \text{ A.} \Rightarrow t_{ar} = 38 \text{ seg. (ver catalogo)}$$

$$t_{ar} > t_{pm}$$

$$\text{Para la } I_{cc} = 3 \text{ KA.} \Rightarrow \text{el } t_{ar} = 0.035 \text{ seg. (ver catalogo)}$$

El fusible debe proteger al contactor:

Para el contactor C.S. : AC3

$P_m = 30 \text{ CV.} \Rightarrow$ contactor debe ser del tipo 3TB50; $I_{\max fc} = 224 \text{ A.}$ (de catalogo)

$$I_{Nf} \leq I_{\max fc}$$

El fusible debe proteger al relé térmico:

$$I_{Nf} \leq I_{\max rt}$$

Donde:

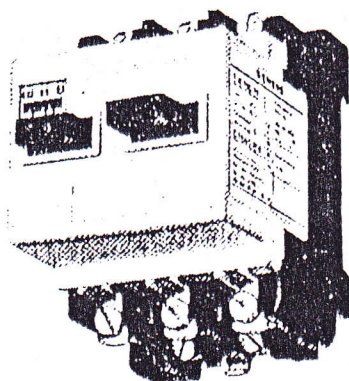
- I_a : corriente de ajuste de relé térmico.
- I_c : corriente de diseño.
- $I_{\max rt}$: corriente maxima del fusible del relé.
- M : múltiplo de la corriente ajustada.

3.11 - ESPECIFICACIÓN DE RELÉS TÉRMICOS .-

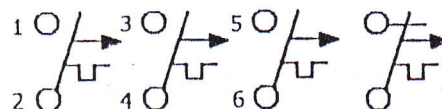
Las características principales que definen un relé térmico son:

- Tipo de rele térmico.
- Corriente nominal.
- Tensión de aislamiento.
- Rango de regulación.
- Corriente nominal del contacto auxiliar en función de la tensión.
- Temperatura máxima admisible.

3.12 – DISYUNTORES Ó RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS.-



(a)



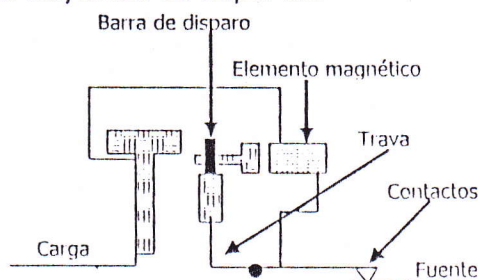
(b)

Fig. 3.10 – (a) Relé termo-magnético, (b) Simbología.

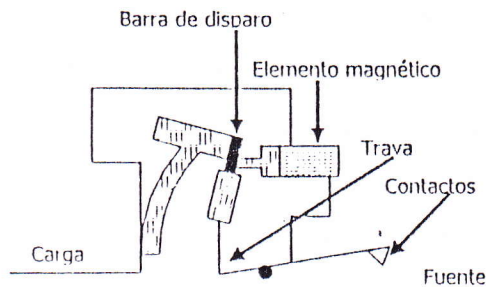
El disyuntor termo magnético es un elemento de protección cuya característica es la de condensar como equipo dos funciones, la de proteger contra sobrecarga y cortocircuito.

3.13 - PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL RELÉ ELECTROMAGNÉTICO.-

El funcionamiento de su parte térmica es similar a la descrita anteriormente en el tema del relé térmico, mientras que la parte magnética está constituida por una bobina que cuando es atravesada por una corriente determinada de valor superior al establecido para esa unidad, atrae el inducido y se procesa la acción de desenganche del mecanismo que mantiene la continuidad del circuito, haciendo que los contactos del disyuntor se separen.



Posición normal en frío



Posición de disparo

Fig. 3.11 – Disparadores termo magnéticos.

Por tanto se puede afirmar que este equipo tiene un relé cuyo disparador se acciona en el momento que la intensidad alcanza un valor determinado.

Al igual que los relés térmicos suelen ser regulables, estos pueden poseer una leva o dos de ajuste dependiendo del modelo utilizado ya que pueden ser ajustables tanto su parte térmica como la magnética o en su caso solo la parte térmica y la magnética viene con ajuste fijo de fabrica.

Los disyuntores magnéticos se instalan principalmente para instalaciones de consumo fijo y cuando se pretende una desconexión sin retardo; en cambio los térmicos son mas apropiados para cargas variables y actúan con retardo, pudiendo salvar breves sobre intensidades.

Características eléctricas de disyuntores tipo 3VE (Siemens)

Tipo	Corriente Nominal	Faja de ajuste	Ajuste del relé electromagnético	Máxima corriente de interrupción (kA/cosφ)				Fusible máximo
				220 V.		380 V.		NH
	(A)	(A)	(A)	P1	P2	P1	P2	A
3VE3	25	4-6.3	75	50/0.20	-	50/0.20	-	Protección ilimitada
		6.3-10	120					
		10-16	192					
		16-25	300	10/0.20	10/0.50			
3VE4	63	22-32	380	50/0.20	50/0.20	30/0.25	30/0.25	160
		28-40	480			22/0.25	22/0.25	
		36-50	600			18/0.30	18/0.30	
		45-63	760			15/0.30	15/0.30	
3VE5	100	63-80	960	30/0.25	15/0.30	15/0.30	12/0.30	250
		80-100	1200					
3VE6	160	100-125	1250	40/0.25	20/0.30	25/0.25	15/0.30	630
		125-160	1600					
3VE6	250	160-200	2000	40/0.25				
		200-250	2500					
3VE7	400	250-315	3150	65/0.20	32/0.25	35/0.25	28/0.25	800
		315-400	4000					

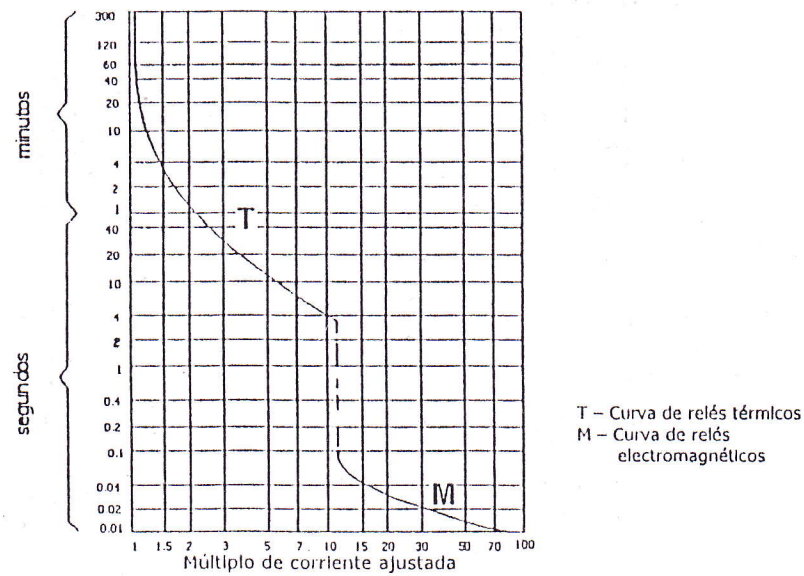
Características eléctricas de disyuntores tipo 3VS (Siemens)

Tipo	Corriente nominal	Faja de ajuste " T "	Faja de ajuste de relé electromagnético	Máxima corriente de interrupción (kA/cosφ)				Corriente máxima de interrupción en kA para 480 V.
	A	A	A	220 V.		380 V.		
				P1	P2	P1	P2	
3VS56	40	31-40	380-580	85/0.20	42/0.50	35/0.20	18/0.30	35
	64	48-64	600-900					
	80	60-80	720-1100					
	100	75-100	950-1450					
3VS62	125	90-125	1000-2400	85/0.20	65/0.25	42/0.25	25/0.25	42
	150	110-150	1000-2400					
	190	140-190	1300-3000					
	225	180-225	1300-3000					
3VS64	250	250	1200-2600	85/0.20	65/0.25	50/0.25	35/0.25	50
	300	300	1800-4000					
	350	350	1800-4000					
	400	400	1800-4000					
3VS83	400	350	1800-4000	100/0.20	80/0.20	100/0.20	80/0.20	100
		400	1800-4000					
3VS84	600	500	2400-6000	100/0.20	80/0.20	80/0.20	80/0.20	100
		600	3200-8000					
3VS85	800	700	3200-8000	100/0.20	80/0.20	100/0.20	80/0.20	100
		800	3200-8000					

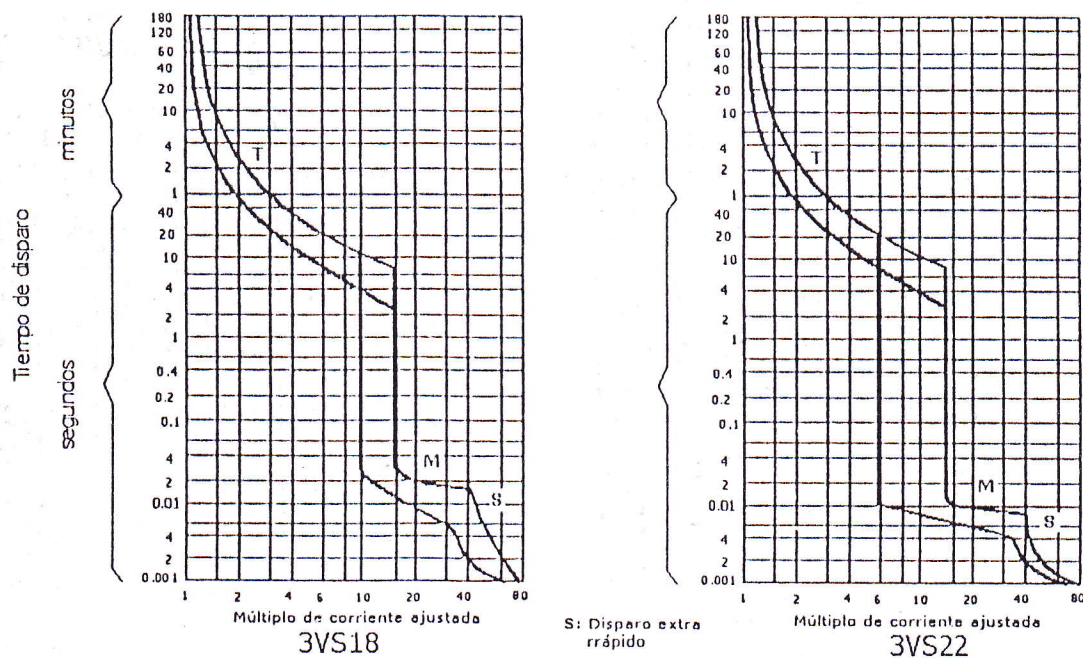
Características eléctricas de disyuntores tipo 3WE (Siemens)

Tipo		3WE13	3WE33	3WE43	3WE53	3WE73	3WE83
Corriente nominal		630	1000	1250	1600	2500	3150
Faja de ajuste							
Relé térmico		350-630	520-1000	700-1250	900-1600	1600-2500	2000-3150
Relé electromagnético		1800-3600	3000-6000	4000-8000	6000-12000	6000-24000	6000-24000
Corriente nominal máxima admisible							
Montaje abierta °C	35	630	1000	1250	1600	2500	3150
	40	630	1000	1250	1600	2440	3080
	45	630	1000	1250	1600	2370	3010
	50	630	1000	1250	1600	2300	2940
	55	630	970	1220	1560	2200	2850
Montaje cerrado °C	35	630	1000	1250	1600	2370	3000
	40	630	1000	1250	1600	2320	2940
	45	630	1000	1250	1560	2260	2870
	50	630	970	1220	1520	2210	2800
	55	600	920	1150	1460	2130	2700
Corriente máxima de interrupción - 500 V.							
O-t-CO kA/cosφ		40/0.25	40/0.25	50/0.25	50/0.25	80/0.20	80/0.20
O-t-CO-CO kA/cosφ		35/0.25	35/0.25	50/0.25	50/0.25	80/0.20	80/0.20

3.14 - CURVAS DE DISPARO TIEMPO-CORRIENTE DE DISYUNTORES .-



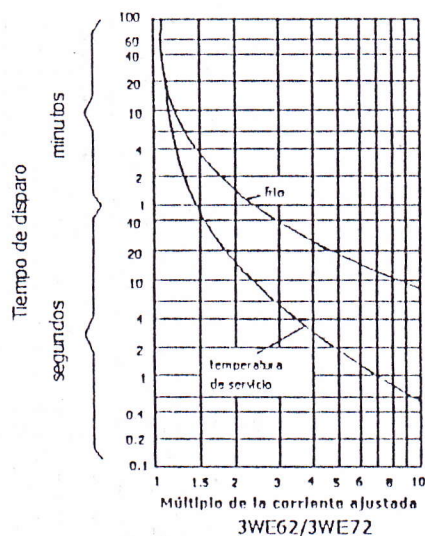
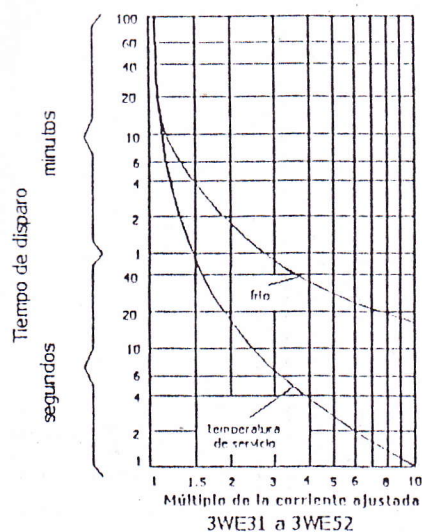
a)



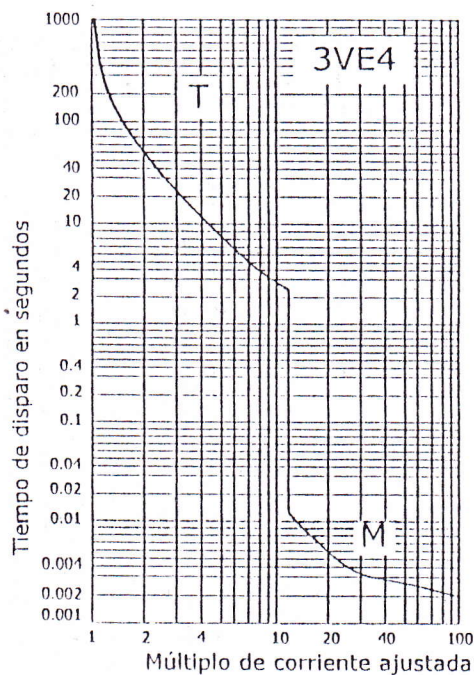
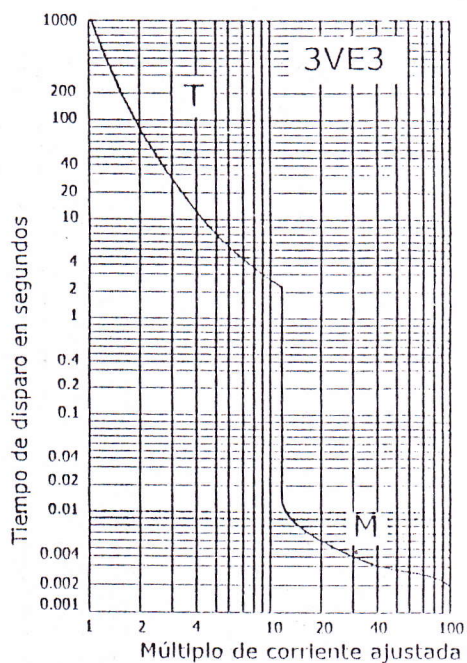
b)

Fig. 3.12 – Curvas características de disparo tiempo-corriente de relés (Siemens):

a) disyuntores 3UA. b) disyuntores 3VS.



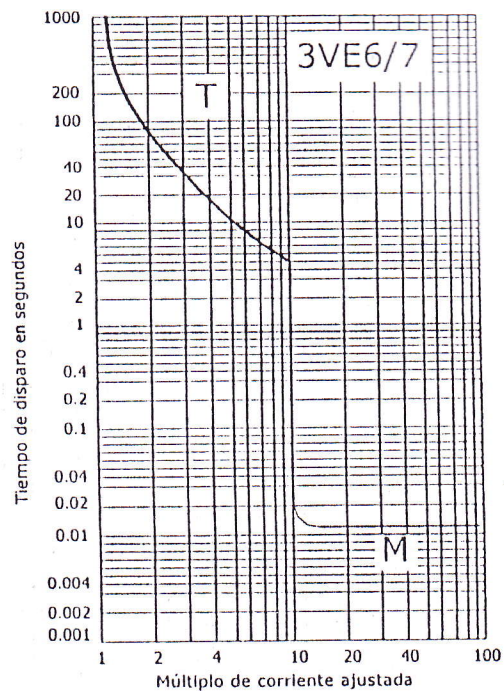
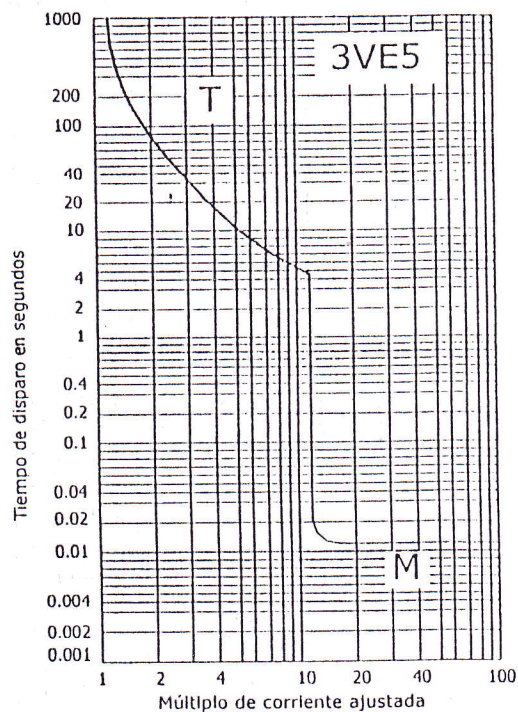
a)



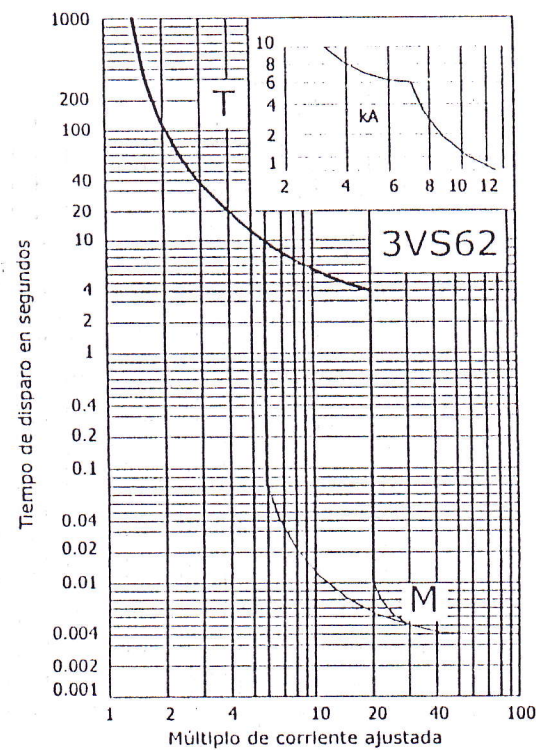
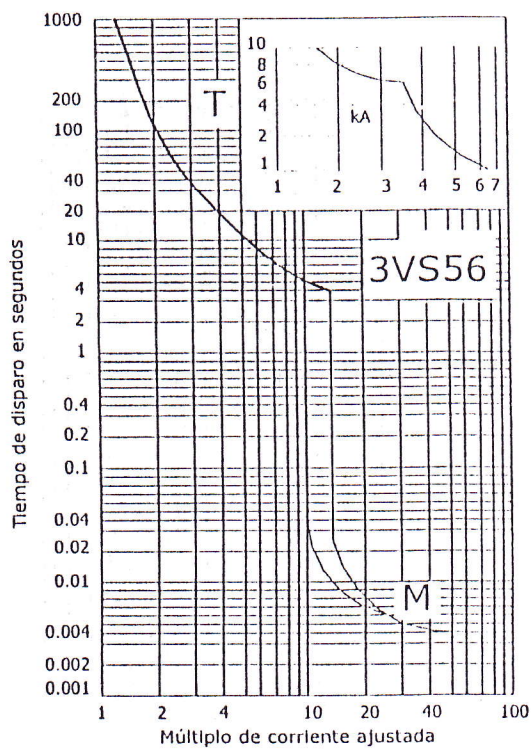
b)

Fig. 3.13 – Curvas características de disparo tiempo-corriente de relés (Siemens):

a) térmicos 3WE. b) disyuntores 3VE.



a)



b)

Fig. 3.14 – Curvas características de disparo tiempo-corriente de disyuntores (Siemens):

a) 3VE., b) 3VS.

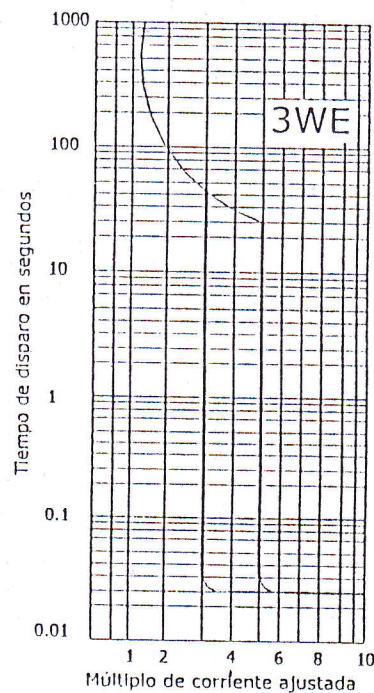
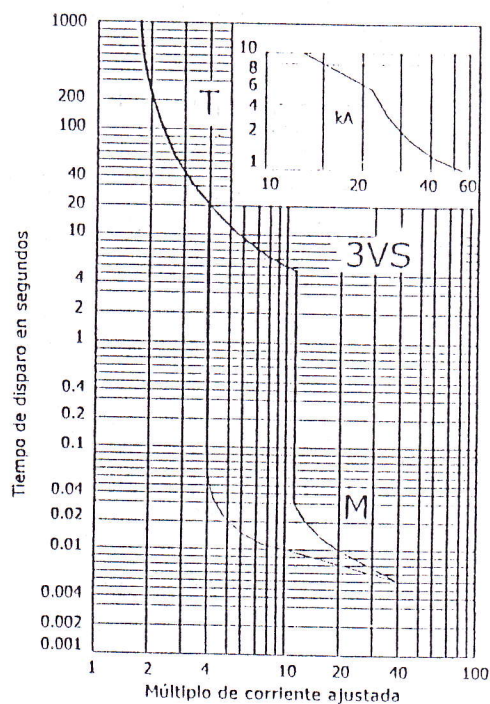
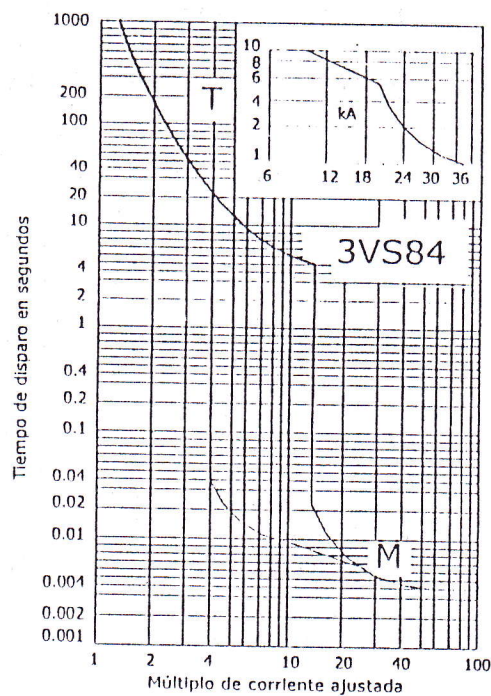
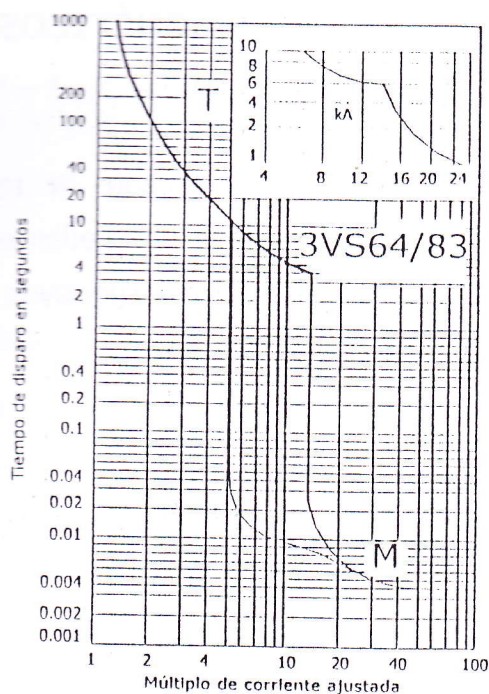


Fig. 3.15 – Curvas características de disparo tiempo-corriente de disyuntores (Siemens): 3VS, 3WE

3.15 - COMO SELECCIONAR RELÉS ELECTROMAGNÉTICOS UTILIZANDO CATÁLOGOS DE FABRICANTE.-

A continuación se interpretara algunos catálogos de fabricante de relés electromagnéticos Siemens con el fin de comprender e interpretar adecuadamente los mismos, además de permitirnos realizar una selección de estos dispositivos en forma adecuadamente para aplicaciones prácticas en el campo industrial.

Ejemplo 3.4

Para una compresora que tiene un motor acoplado de 30 CV, en 380 V, 50 Hz, IV polos con un tiempo de arranque de 2.5 seg. Se pide seleccionar el disyuntor termomagnético para que el mismo opere adecuadamente de acuerdo a sus exigencias, la corriente de cortocircuito en el punto de instalación es de 2200 A.

Solución

De catalogo de fabricante de motores (ver anexo), para un motor de 30 CV; 380 V; IV polos la:

$$I_{Nm} = 43.3 \text{ A. y la relación entre la}$$

$$I_{pm}/I_{Nm} = 6.8 \Rightarrow I_{pm} = 294.44 \text{ A.}$$

Elección del disyuntor termomagnético:

$$I_a \geq I_c$$

$$I_c = 43.3 \text{ A.}$$

$$I_a = 43.3 \text{ A. ajuste adoptado (parte térmica)}$$

Con este dato buscamos en catalogo un Disyuntor adecuado siendo para este caso tipo 3VE4 con $I_{Nd} = 63 \text{ A}$, ajuste térmico (36 – 50) A, $I_{ad/m} = 600 \text{ A}$ y $I_{rd} = 18 \text{ kA}$.

El disyuntor no debe actuar durante la partida del motor:

$$M = I_{pm}/I_a = 294.44 / 43.3 = 6.8$$
$$M = 6.8 \Rightarrow t_{ad} = 5 \text{ seg. (ver catalogos)}$$

$$t_{ad.} > t_{pm.}$$

Para $I_{cc.} = 2.2 \text{ kA.}$

$$M = 2200 / 43.3 = 50.8 \Rightarrow t_{ad.} = 0.0028 \text{ seg. (ver catalogo)}$$

Verificación de la capacidad de interrupción del disyuntor

$$I_{cc.} < I_{rd.}$$

Donde:

- $I_{Nd.}$: corriente nominal del disyuntor.
- $I_{rd.}$: corriente de ruptura del disyuntor.
- $t_{ad.}$: tiempo de actuación del disyuntor.
- $I_{ad/m}$: corriente de ajuste de disyuntor en su parte magnética

3.16 - ESPECIFICACIÓN DE DISYUNTORES TERMOMAGNÉTICOS.-

Las principales características que proporciona el fabricante son:

- Frecuencia.
- Corriente nominal.
- Faja de ajuste del relé térmico.
- Valor medio o faja de ajuste del relé electromagnético.
- Capacidad de ruptura.
- Vida mecánica.
- Tipo de acabado.

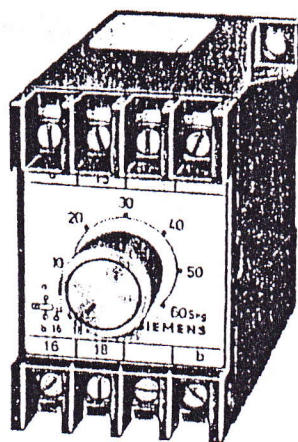
CAPÍTULO 4

RELÉS DE TIEMPO (TEMPORIZADORES)

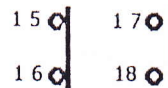
4.1 - DEFINICIÓN, PARTES Y SIMBOLOGÍA .-

En las operaciones de mando muchas veces es necesario, a veces introducir pausas con el fin de limitar o bajar los ciclos de un proceso, proteger circuitos, contactos u otros dispositivos de control.

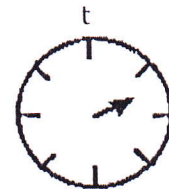
Estos objetivos se logran con el uso de los relés de tiempo o temporizadores. Las operaciones básicas de estos relés de tiempo se restringen a un proceso de conexión y desconexión con retardo.



Bobina



Contactos



Ajuste

Fig. - 4.1 Temporizador con retraso a la conexión.

4.2 - CLASIFICACIÓN .-

Por su construcción podemos distinguir los siguientes tipos de temporizadores:

4.2.1 Temporizador con retraso a la conexión

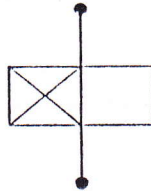


Fig. – 4.2 Simbología de temporizador con retraso a la conexión.

Este temporizador se caracteriza por que cuando recibe tensión su bobina, sus contactos auxiliares permanecen en su estado de reposo y al mismo instante activa su reloj interno, empezando la misma su cuenta atrás y al terminar este tiempo cambia de estado sus contactos, quedando en ese estado por tiempo indefinido. Para utilizarlo en un nuevo ciclo se debe quitar la tensión a su bobina de tal manera que sus contactos vuelven al estado inicial de reposo.

4.2.2 Temporizador con retraso a la desconexión

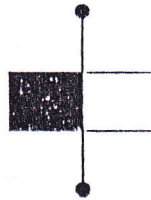


Fig. – 4.3 Simbología de temporizador con retraso a la desconexión.

Este temporizador se caracteriza por el hecho de que cuando recibe tensión su bobina, cambian de estado instantáneamente sus contactos y su reloj se activa empezando la cuenta atrás, terminado la cuenta del reloj los contactos retornan a su estado inicial.

Todo vuelve a su estado inicial cuando se quita tensión a la bobina.

4.2.5 Temporizador de cortocircuito

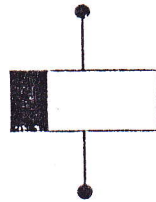


Fig. - 4.4 Simbología de temporizador de corto-circuito.

Este temporizador se caracteriza por el hecho de que cuando recibe tensión su bobina, cambian de estado instantáneamente sus contactos, pero el reloj (cuenta atrás) no se activa, puede permanecer en ese estado por tiempo indefinido, si se quita la tensión a la bobina, el reloj se activa y empieza la cuenta atrás, terminada la cuenta los contactos cambian de estado retornando a su estado inicial.

4.2.4 Temporizador intermitente

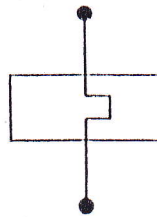


Fig. - 4.5 Simbología de temporizador intermitente.

Este tipo de temporizador se caracteriza por el hecho siguiente; posee dos levas de ajuste, ambos tiempos pueden ser ajustadas en un mismo valor o no. Este temporizador cuando recibe tensión su bobina, cambian instantáneamente sus contactos de estado y su primer reloj se activa empezando la cuenta atrás, terminada la pausa su contacto cambia de estado nuevamente, en ese instante el segundo reloj se activa y empieza la cuenta atrás, terminada la pausa cambia de estado nuevamente con lo que sus contactos retornan a su estado inicial, esta operación se repite una y otra vez hasta que el relé quede desenergizado.

4.2.5 Temporizador mixto

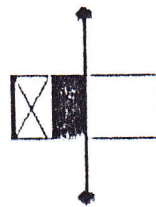
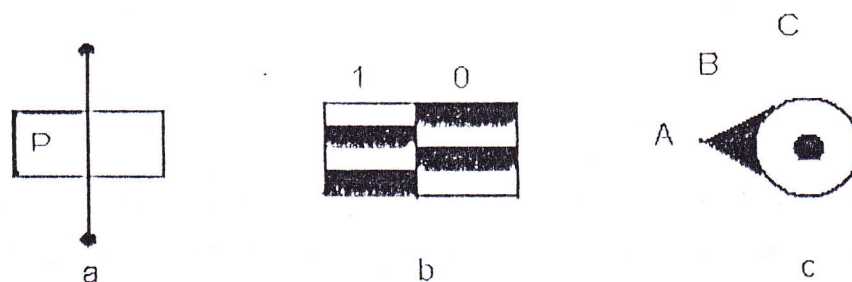


Fig. - 4.6 Simbología de temporizador intermitente

Este temporizador se caracteriza porque engloba la función del temporizador con retraso a la conexión y a la desconexión, el mismo posee dos juegos de contactos auxiliares los mismos que trabajan en forma independiente razón por la que cuando recibe tensión su bobina, uno de sus contactos auxiliares trabaja de la misma forma que en caso de un temporizador con retraso a la conexión y el otro como en el caso del temporizador con retraso a la desconexión. En ambos casos para volverlos a utilizar en un nuevo ciclo debe quitarse tensión a su bobina.

4.2.6 Temporizador programable



4.7 Simbología de temporizador de programable.

a.- simbología b.- suich de tiempo c.- función

Este tipo de temporizador denominado programable esta en el mercado recientemente y por razones de costo y versatilidad el mismo esta siendo utilizado ampliamente en la industria, por lo que no debe extrañarnos ver en la industria este tipo de temporizadores. Su funcionamiento esta basado en que el usuario realiza un

tipo de programación sencilla que permita al temporizador trabajar de una determinada forma, ejemplo si el selector de función esta en la posición A y los interruptores toman una determinada posición, el mismo operara como un determinado tipo de temporizador, la selección por lo tanto lo debe realizar el usuario, sin embargo la ventaja de este es que el mismo puede acomodarse y trabajar de diferente forma.

4.2 ESPECIFICACIÓN DE UN RELÉ DE TIEMPO.-

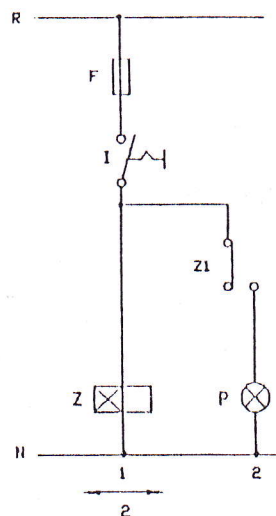
Las características más importantes para especificar un relé de tiempo son:

- Tipo de corriente.
- Tensión nominal.
- Frecuencia.
- Franja de tiempos temporizables.
- Tipo de temporizador.

4.4 - EJEMPLOS PRÁCTICOS .-

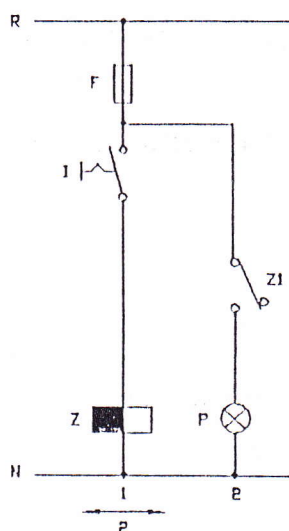
A continuación se presenta una serie de esquemas básicos con relés temporizados.

Ejemplo 4.1 - Con retraso a la conexión



Al cerrarse el interruptor I se energiza la bobina del temporizador Z y comienza el conteo del reloj, terminada su pausa se conmuta su contacto Z1, y el piloto de señalización P se enciende. Al desconectarse I se desexcita Z, Z1 regresa al reposo y el piloto P se apaga.

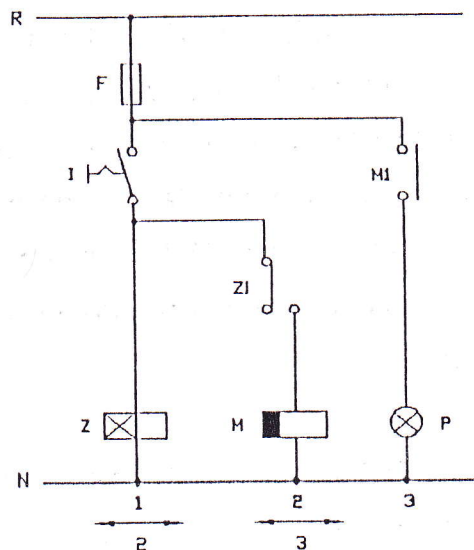
Ejemplo 4.2 - Con retraso a la desconexión



Al cerrar el interruptor I se energiza la bobina del temporizador Z, empieza la cuenta del reloj y al mismo instante se conmuta su contacto Z1 con lo que el piloto P se enciende; terminada la pausa el contacto vuelve a su posición inicial, con lo que el piloto P se apaga.

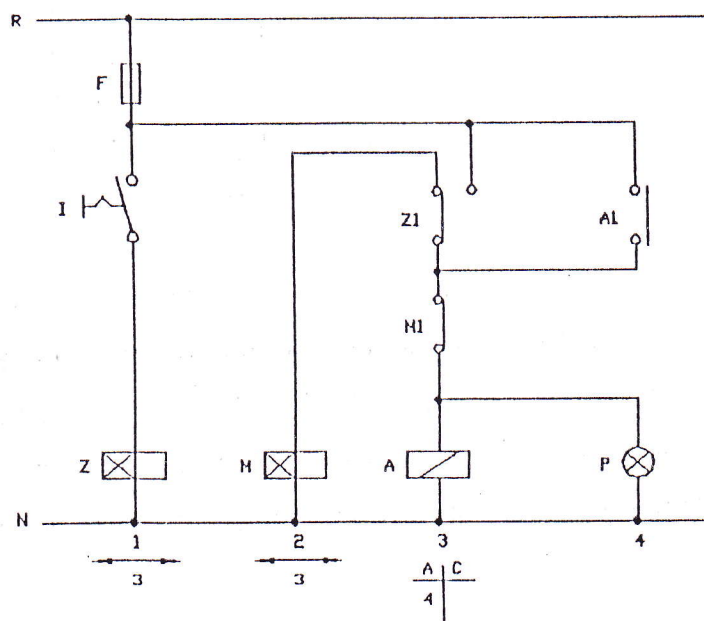
Ejemplo 4.3 - Con retraso a la conexión y a la desconexión (con temporizador de cortocircuito)

Al cerrar el interruptor I se energiza la bobina del temporizador Z activándose el reloj, terminada la pausa se conmuta el contacto Z1, con lo que energiza la bobina del temporizador M. Al instante se cierra su contacto M1 con lo que el piloto de señalización P se enciende.



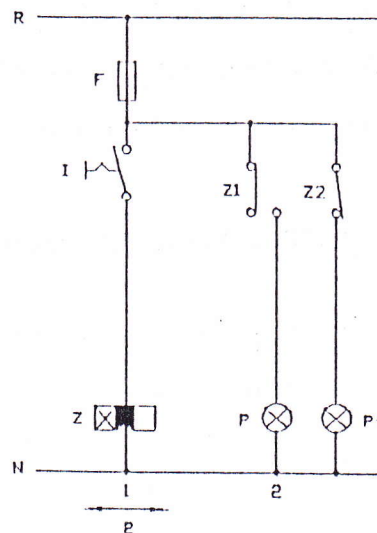
Al desconectar I se desexcita Z y ZI regresa al reposo, desenergizando a M activándose su reloj iniciando su cuenta regresiva, mientras P continúa encendido. terminada la pausa de M se abre su contacto M1 y P se apaga.

Ejemplo 4.4 - Con retraso a la conexión y a la desconexión



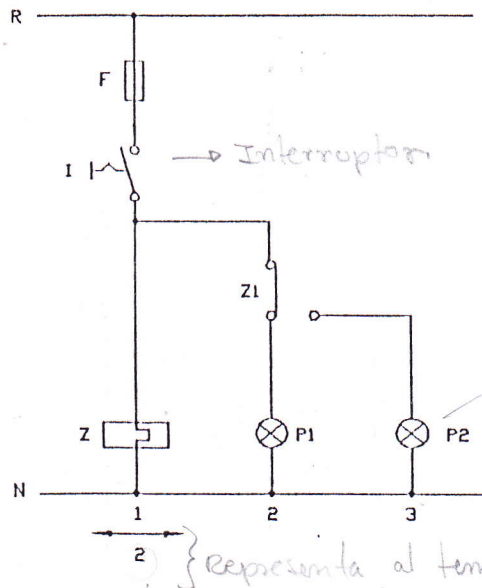
(Con dos relés de retraso a la conexión). Al cerrar el interruptor I se excita la bobina del temporizador Z, terminada la pausa se conmuta su contacto Z1, con lo que se excita el contactor auxiliar A, y se enciende el piloto P. al mismo tiempo se cierra su contacto auxiliar A1. Al desconectar I se desexcita Z, y Z1 regresa al reposo, con lo que se energiza el temporizador M. La lámpara de señalización P seguirá encendido hasta que, terminada la pausa de M se abran los contactos M1, desenergizando A y todo regresa al reposo.

Ejemplo 4.5 - Con retraso a la conexión y desconexión, temporizador mixto



Inicialmente el piloto de señalización P1 está encendido, al cerrar el interruptor I se energiza la bobina de temporizador Z, instantáneamente su contacto Z2 cambia de estado y apaga el piloto P1 y Z1 no cambia de estado, al mismo instante se inicia la cuenta y pasada la pausa, Z1 cambia de estado encendiendo el piloto de señalización P, Z2 retorna a su estado inicial y se enciende nuevamente el piloto P1.

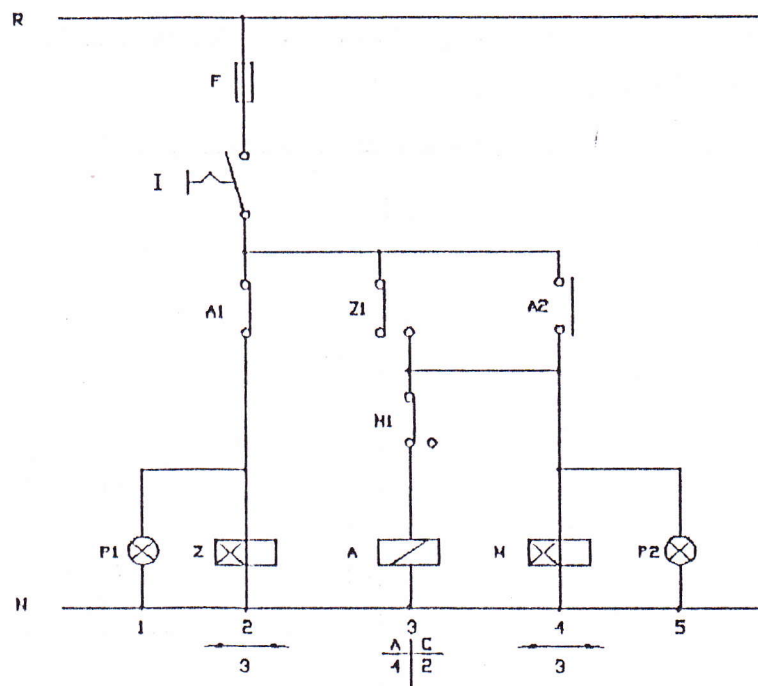
Ejemplo 4.6 - Con temporizador intermitente



Al cerrar el interruptor I se excita la bobina del temporizador Z y se enciende la lámpara de señalización P2. Terminada su primera pausa se conmuta el contacto Z1, con lo que se apaga P2 y se enciende P1. Terminada la segunda pausa volverá a conmutarse Z1 de modo que se apagará P1 y se enciende P2, así sucesivamente hasta que se desconecte I y todo regrese al reposo.

Ejemplo 4.7 - Emisor de impulsos (intermitente)

Al cerrar el interruptor I se energiza la bobina del temporizador Z, se enciende el piloto de señalización P1. Al terminar la pausa de Z se conmuta el contacto Z1, con lo que se excita el contactor auxiliar A y el temporizador M, y se enciende el piloto P2.



Pero al cerrarse el contacto auxiliar A2 y abrirse A1 se desexcita Z, se apaga P1 y Z1 regresa al reposo. Al terminar la pausa de M, se abre el contacto M1 con lo que se desexcita A. Se cierra A1 y se enciende el foco P1, pero también se abre A2 y se desconecta M y P2. Aquí vuelve a empezar el ciclo. Desconectando I todo vuelve al reposo.

Capítulo 5

FINES DE CARRERA, TERMOSTATO, PRESOSTATO Y TIPOS DE ESQUEMAS ELÉCTRICOS

5.1 - FINES DE CARRERA, DEFINICIÓN Y SIMBOLOGÍA .-

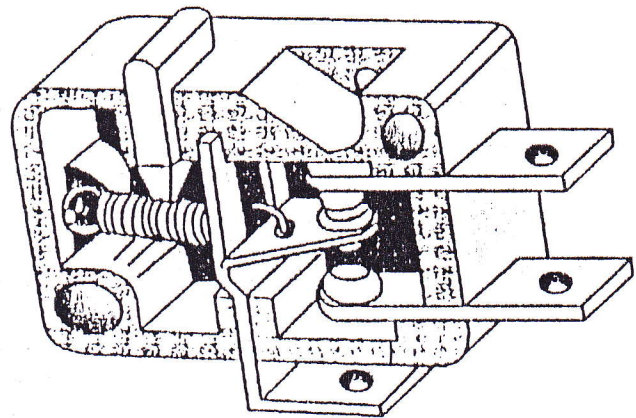
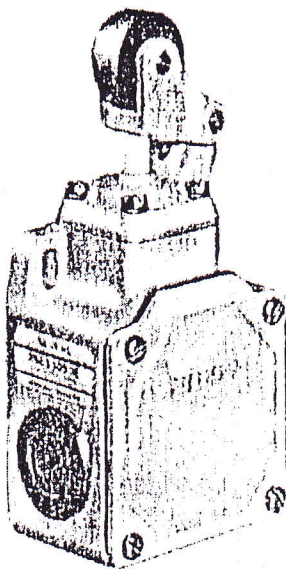


Fig. - 5.1 Fin de carrera.

Muchas operaciones de mando y de control obedecen a la posición de algún elemento de máquina. Esto se logra con los fines de carrera, también denominados interruptores de posición los mismos que resultan ser elementos gobernados mecánicamente por algunas de las piezas móviles de una máquina.

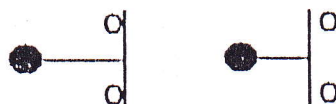


Fig. - 5.2 Simbología Fin de carrera.

5.2 - TIPOS DE FINES DE CARRERA .-

Los fines de carrera de acuerdo a su tipo de construcción pueden ser de vástago simple, vástago de rodillo, rodillo y palanca sencilla, palanca de rodillo basculante, vástago simple sin caja tal como puede observarse en catálogos.

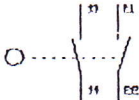





	Accionamiento
	Vástago simple
	Vástago de rodillo
	Rodillo y palanca sencilla Accionamiento de plástico
	Palanca de rodillo de ajuste fino
	Palanca de varilla Varilla de aluminio

Fig. - 5.3 Tipos de fines de carrera.

5.3 – MICRORRUPTORES .-

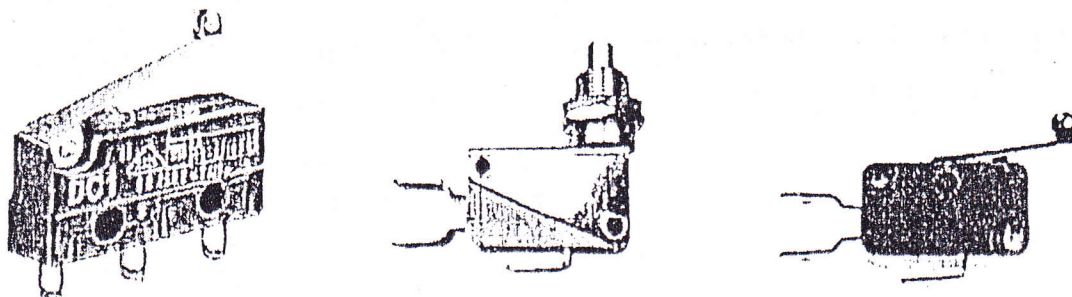


Fig. - 5.4 Microrruptores.

Los microrruptores son un caso especial dentro del grupo de los fines de carrera y se caracterizan como su nombre indica, por ser interruptores de reducido tamaño, mas apropiados para ser instalados en espacios reducidos, son accionados por muy leves cargas o presiones, o movimientos de carrera muy corta. Su acción debe ser bastante precisa.

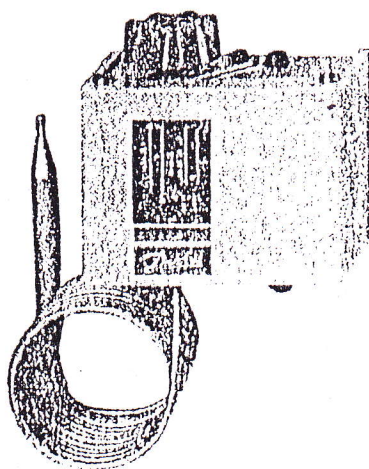
Tanto fines de carrera y microrruptores tienen contactos abiertos y cerrados.

5.4 - ESPECIFICACIÓN DE FINES DE CARRERA .-

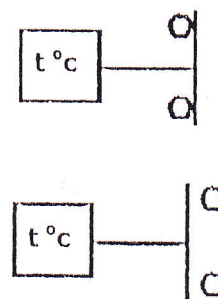
Suelen indicarse como características técnicas las siguientes:

- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Tipo de final de carrera.

5.5 - TERMOSTATO DEFINICIÓN Y SIMBOLOGÍA .-



(a)



(b)

Fig. - 5.5 (a) Termostato KP, (b) Simbología.

Los termostatos son controladores de temperatura y se utilizan para sistemas industriales con fines de regulación (control) y alarma de temperatura.

Los termostatos son una especie de disyuntores eléctricos termo-accionados, equipados con un interruptor unipolar. Entre las ventajas de este dispositivo tenemos:

- Amplio rango de regulación.
- De pequeñas dimensiones para ahorrar espacio y facilitar su instalación en tableros.
- Posibilidad de conexión desde la parte frontal de la unidad.
- Adecuado tanto para corriente alterna y continua.
- Conexión eléctrica frontal de la unidad.

5.5.1 Diferencial

El diferencial es imprescindible para el funcionamiento automático del equipo, el cual está provista de una escala ajustable (diferencia entre las temperaturas de apertura y de cierre del contacto).

5.5.2 Diseño , función y contactos

El sistema de contacto de los termostatos tiene una función de desconexión rápida.

Los contactos están formados por un interruptor unipolar de dos posiciones y el material del cual están fabricados los contactos son de plata bañados en oro. Estos están especificados de la siguiente manera.

Corriente alterna.

Carga ohmica , 10 amp, 440 v, AC1.

Carga inductiva 6 amp, 440 v, AC3.

5.5.3 Ajuste del Termostato con retorno automático

Se ajusta el límite máximo de temperatura en la escala de rango. Luego se ajusta el diferencial en la escala DIFF.

El ajuste de temperatura en la escala de rango es también la temperatura a la que los contactos se vuelven a conmutar cuando la temperatura se eleva.

Los contactos se conmutan cuando la temperatura desciende hasta un valor menor dado por la escala diferencial.

Si se ajusta a valores menores, la instalación no arrancará o parará; la razón puede ser que el diferencial se ha ajustado demasiado alto.

5.6 - CONTROLADORES DE TEMPERATURA ANALÓGICOS .-

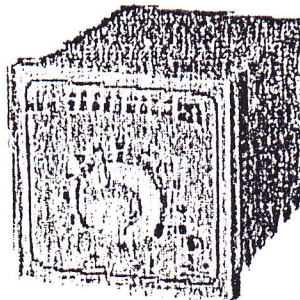


Fig. - 5.6 Controlador electrónico Digimec.

Los controladores electrónicos de temperatura han sido proyectados para aplicaciones industriales donde la precisión, bajo costo y la confiabilidad son factores fundamentales.

Los componentes electrónicos seleccionados en el proyecto poseen características que garantizan el uso de los controladores en servicios continuos sobre las más rígidas condiciones como temperatura ambiente, humedad, etc.

5.6.1 Funcionamiento

La señal proveniente de un sensor de temperatura ubicado en el ambiente donde esta variable va a ser controlada, es comparado con otro generado enteramente cuando se ajusta el valor deseado en la escala del equipo. La diferencia entre esas dos señales es amplificada y actúa en el circuito de salida del controlador. De esta forma, el circuito de calentamiento (o enfriamiento) del usuario será conectado y desconectado de tal forma de anular tal diferencia, igualando así a la temperatura de referencia con la real.

5.6.2 Modo de control

On-off .- En este modo de control el controlador conecta o desconecta la salida, en la cual el relé de salida permanece energizado mientras la temperatura medida fuera menor que la seleccionada y desenergizado en caso contrario. Este modo de operación debe ser especificado en el pedido.

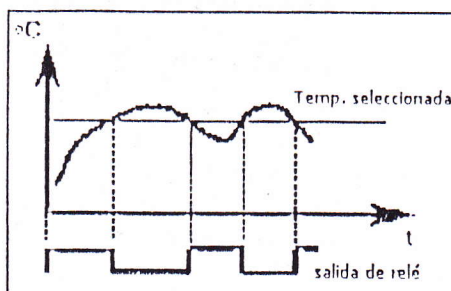


Fig.- 5.7

5.6.3 Proporcional diferencial

Otra característica de funcionamiento del circuito de control es llamado proporcional – diferencial (PD) en este caso existe una faja de temperatura denominada Banda proporcional, regulable de 0 a 10% del valor de fondo de escala(X_p).

Cuando el valor de la temperatura medida esta debajo del valor inferior de la banda, el relé de salida estará energizado. A medida que la temperatura aumenta entrando en la banda proporcional, el relé de salida permanecerá energizado durante tiempos proporcionales a la diferencia entre la temperatura seleccionada y la medida, (por catálogo Digimec).

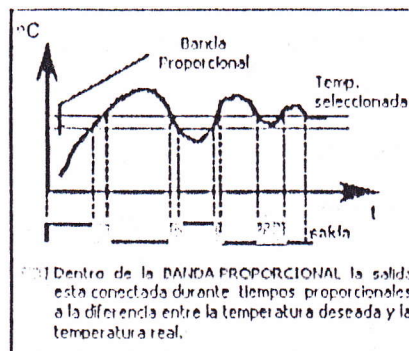


Fig.- 5.8

5.6.4 Entradas

Los termorreguladores pueden ser fabricados para trabajar con cualquier tipo de termopar, termo resistencia o transductor que suministra señales de 4 a 20 mA, 0 -20 mA, 0 -10 V. El tipo de señal de entrada debe ser especificado durante el pedido.

5.6.5 Salidas

Varias son las posibilidades en lo que se refiere al tipo de salida:

- **P1** puede ser del tipo "contacto on - off" con opciones que deben ser especificados, en el caso normal de 4 -20 mA o 0 -10 V. (otros valores bajo pedido).
- **P2, P3** Puede ser dos contactos exclusivos para alarma, el punto de actuación de estos contactos es ajustado en la cara frontal del equipo. Su modo de control de estas salidas es on - off.
- **P4** Puede ser de control. Tal es el caso en que la salida sea utilizada

para evitar partidas accidentales de máquinas, que no pueden ser conectadas antes que el material a ser procesado llegue a una temperatura mínima, ejemplo sopladoras de plástico, etc, este contacto queda cerrado cuando la temperatura real fuera mayor y abierta cuando la misma fuera menor a un cierto valor fijo.

5.6.6 Ajustes

- Para la opción P1, el ajuste del punto de control es realizado mediante potenciómetros.
- Para P2 y P3 los ajustes de estos puntos, son realizados siempre por potenciómetros ubicados en la parte frontal del equipo, pero su escala es en valor absoluto, referida a P1.
- El ajuste de Xp es realizado también por potenciómetro, ubicado en la parte frontal del termorregulador y su escala es porcentual. Los equipos con control On Off no poseen este ajuste.

Este tipo de equipos pueden ser especificados con relación a la indicación de la lectura de la temperatura real, y se tiene las siguientes posibilidades:

- Sin lectura y sin indicación.
- Sin lectura y con indicación.
- Con lectura y sin indicación.

5.6.7 Selección

La siguiente tabla, nos muestra los tipos de controladores de temperatura analógicos para facilitar la selección del usuario, es necesario tener en cuenta que algunos datos deben realizarse como parte del pedido en forma explícita:

- Modo de control On Off cuando no existe indicación será

suministrado el control PD.

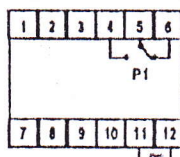
- Tipo de señal de entrada.
- Tipo de señal de salida.
- Escala y voltaje de regulación.

5.6.8 Datos técnicos

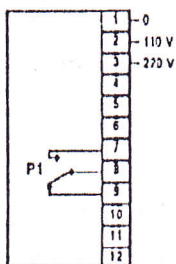
Alimentación	110 – 220 – 380 – 440 V otros bajo pedido
Consumo	Max. 3 VA
Resistencia de entrada	>200 K Ω
Temperatura ambiente	50 °C
Modo de control	Proporcional derivativo (opcional On Off)
Histéresis	< 0.2%
Ajuste de banda proporcional	0 – 10 % del fondo de escala
Indicación galvano métrica de desvío	-30 °C – 30 °C
Indicación de desvío por led	Variable conforme a escala
Tolerancia en la indicación del desvío	+ - 10 %
Precisión en el control	+ - 0.5% del fondo de escala
Frecuencia de la red	50 Hz
Humedad relativa	95%
Ajuste de p1	Vea tablas
Ajuste de p2 y p3	-30 °C – 30 °C de P1
Ajuste de P4	Valor fijo a pedido del usuario y ajustado en fabrica
Salidas	Relé 3 A en 220 V-carga resistiva, (4-20 mA, 0-10 V opcionales a pedido)

5.6.9 Diagrama de conexión

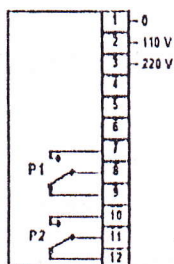
SIH-1, SHD-1, CIH-1 o CHD-1



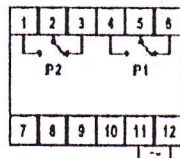
VII-1 o VID-1



VII-2 o VID-2



SIH-2, SHD-2, CIH-2 o CHD-2



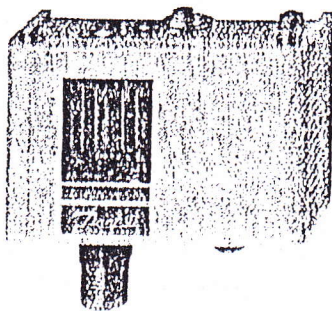
Tipo	Conexão do sinal da temperatura		
SIH-1 SHD-1 CIH-1 CHD-1	7 8 + V - Termopar	7 8 9 للصفا Termo Resistência	7 8 + - Shal Analógico
SIH-2 SHD-2 CIH-2 CHD-2	5 4 + V - Termopar	8 4 5 للصفا Termo Resistência	5 4 + - Shal Analógico

5.7 - EL PRESOSTATO DEFINICIÓN Y SIMBOLOGÍA .-

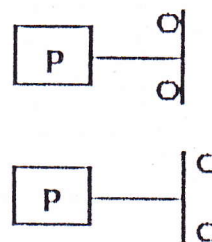
El presostato es un controlador de presión y se utilizan para sistemas industriales con fines de regulación (control) y alarma de presión.

Los presostatos son adecuados para situarlos en instalaciones con fluidos líquidos y gaseosos.

Estos presostatos están equipados con un interruptor unipolar de dos posiciones que funciona independientemente del ajuste de la unidad y de la presión que haya en el conector.



(a)



(b)

Fig. - 5.9 (a) Presostato KPI, (b) Simbología.

Entre las ventajas obtenidas de estos dispositivos están:

- Amplio rango de regulación.
- Se puede utilizar para bombas y compresores.
- De pequeñas dimensiones para ahorrar espacio y facilitar su instalación en tableros.
- Posibilidad de conexión desde la parte frontal de la unidad.
- Adecuado tanto para corriente alterna y continua.

5.7.1 Rango, diferencial

Son escalas de ajustes del presostato, es así que dentro la escala ajustable de rango la unidad emitirá una señal; mientras que la escala diferencial es indispensable para conseguir un funcionamiento automático estable del dispositivo (diferencia entre la presión de apertura y cierre de contacto).

Las unidades que disponen de rearme automático vuelven a comenzar automáticamente tras una parada.

5.7.2 Presión máxima de funcionamiento

Presión constante o variación de presión más elevada permitida, a la que se puede exponer la unidad.

5.7.3 Diseño , función y contactos

Los presostatos están diseñados de manera que el fuelle se mueve en la misma proporción que cambia la presión.

Los contactos están formados por un interruptor unipolar de dos posiciones y el material del cual están fabricados los contactos son de plata bañados en oro. Estos están especificados de la siguiente manera:

Corriente alterna.

Carga ohmica 10 amp, 440 v, AC1.

Carga inductiva 6 amp, 440 v, AC3.

5.7.4 Ajuste del Presostato con rearme automático

En los presostatos con rearme automático el ajuste se realiza de la siguiente manera:

Se ajusta el límite máximo de presión en la escala de rango. Luego se procede al ajuste del límite de presión mínimo en la escala diferencial (el límite máximo menos el diferencial), (de acuerdo a catálogo Danfos).

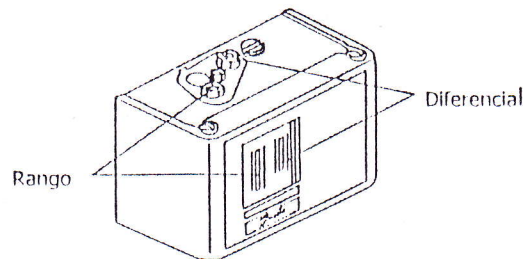


Fig. - 5.10 Esquema para ajuste de Rango, Diferencial.

5.8 - PRESOSTATOS tipo CS .-

Este tipo de presostato Cs denominado también controlador de presión es un interruptor tripolar accionado por presión en la cual la posición de los contactos depende de la presión en los conectores y del ajuste de la escala.

5.8.1 Escala de presiones de parada

El presostato se suministra en una versión a baja presión de 2 a 6 bar, una versión a presión intermedia de 4 a 12 bar y una versión a presión alta de 7 a 20 bar.

Conexión de presión

Conector con rosca.

Sistema de contactos

Interruptor tripolar que se abre cuando la presión aumenta.

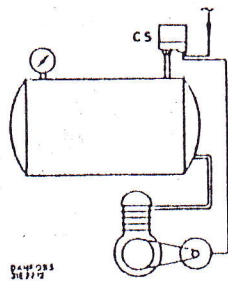
Entrada de cables

Los presostatos tienen un agujero roscado para la entrada de cables eléctricos.

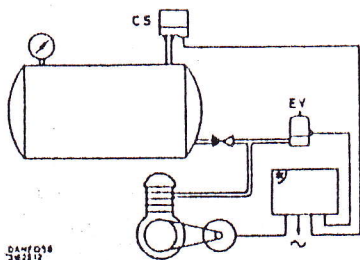
5.8.2 Funcionamiento

El presostato consta de las siguientes piezas principales: un conector, un diafragma, un sistema de disparo, un muelle principal, un muelle diferencial y un sistema de contacto tripolar.

Ejemplo 1 .- Cuando la presión haya disminuido a 6 bar. A continuación debe arrancar y seguir funcionando hasta que la presión alcance a 8 bar, es decir que la presión diferencial es de 2 bar.

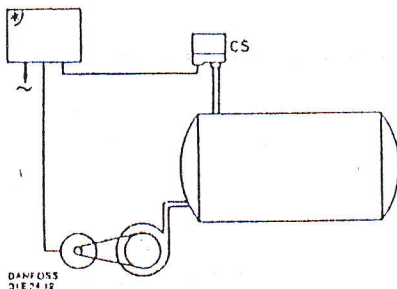


Ejemplo 2 .- Control de un compresor de aire con un presostato Cs.

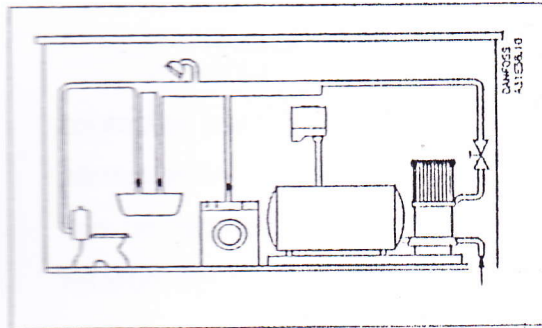


Ejemplo 3.- Control de un compresor de aire con un CS. Se recomienda utilizar una válvula de solenoide cuando se necesita un alivio de presión especialmente rápido.

Arrancador estrella delta.



Ejemplo 4.- Control de una bomba centrífuga con un CS, por medio de un conmutador automático estrella delta.



Ejemplo 5 .- Equipo de aumento de presión para casas.

5.9 - RELÉS DE SOBRE Y MÍNIMA TENSIÓN .-

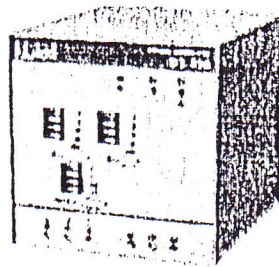


Fig. – 5.11 Relé de control de tensión, para corriente trifásica.

5.9.1 Protección contra sobre tensión

El relé dispara si la tensión sobrepasa el límite máximo seleccionado.

5.9.2 Protección contra sub-tensión

El relé dispara si la tensión es inferior al límite mínimo seleccionado.

5.9.3 Aplicaciones

Este relé es aplicable para la protección contra variaciones de tensión en la red de instalaciones y equipos trifásicos, su ajuste es independiente.

5.10 - ESPECIFICACIONES .-

Entre las características técnicas de este tipo de relés se tiene:

- Tipo de corriente.
- Poder de corte.
- Precisión.
- Tipo de rearme.
- Frecuencia.
- Rango de regulación.
- Grado de protección/peso.

5.11 - RELÉS DE FALTA DE FASE .-

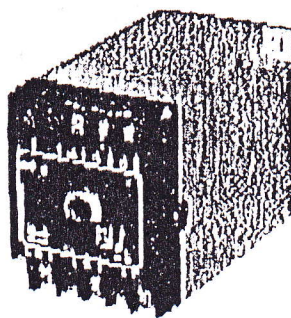


Fig. – 5.12 Relé de falta de fase Digimec, protección trifásica.

Los relés de falta de fase MPF-1, MPS-16 e MPS-79 desarrollados por Digimec, son muy adecuados para la protección de equipos eléctricos trifásicos, lo que implica que estos no pueden trabajar cuando falta una fase a la carga.

Tienen tamaño compacto y pueden ser acomodados en pequeños espacios. Montados en caja plástica y presentan alta resistencia a choques, vibraciones, además de poseer un sistema de fijación sencillo para riel DIN, o para tornillos.

5.11.1 Funcionamiento

Alimentando el equipo con las tres fases R, S y T, el relé de salida conmuta sus contactos para la posición de trabajo. Si falta cualquiera de las tres fases en la alimentación del equipo, los contactos del relé vuelven para la posición de reposo, con un retardo fijo de acuerdo con el modelo seleccionado. En el modelo MPF-1 el retardo del relé se da con un atraso fijo de 3 segundos aproximadamente. En los modelos MPS-16 y MPS-79 este atraso fijo es determinado por el cliente, de acuerdo a la tabla contenida en el ítem de datos técnicos (catálogo Digimec).

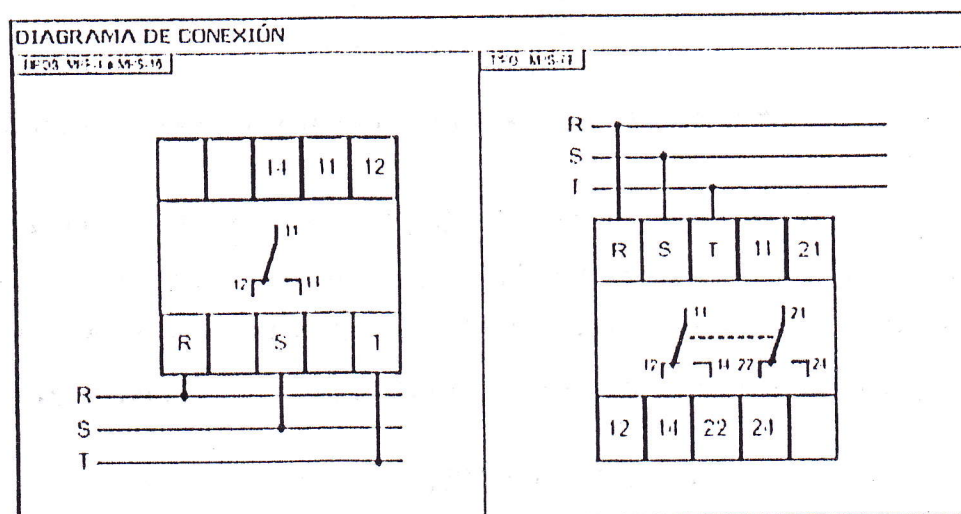
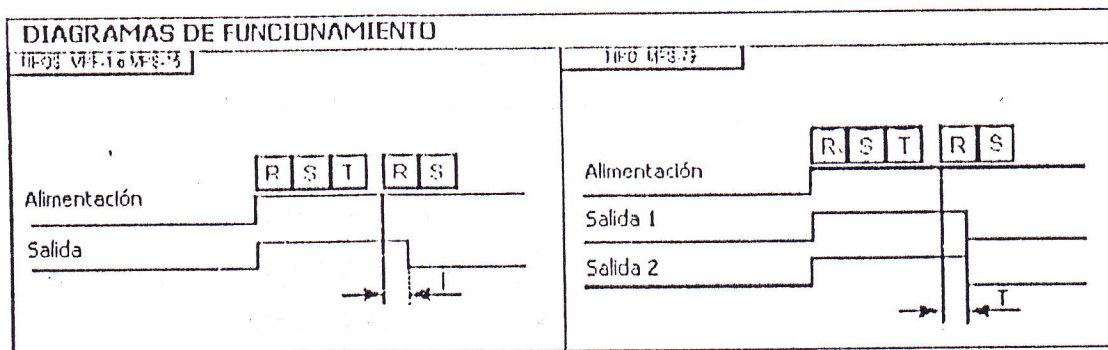
La alimentación trifásica del equipo es internamente rectificadora y filtrada estableciendo, de esta forma, un valor de voltaje que está en función de la red del usuario, la cual llamaremos VT. Existe en la cara frontal del equipo un ajuste de sensibilidad, que determina el valor de voltaje que será la referencia para compararlo con el valor de VT. A este voltaje denominaremos VR. Cuando VT fuera menor que VR, el relé de salida estará desenergizado y por tanto, sus contactos en la posición de reposo.

5.11.2 Procedimiento para ajuste

Con el aparato energizado con las fases R, S, T, y con el ajuste de sensibilidad en el mínimo el relé de salida estará energizado.

Por tanto gírese, el potenciómetro de ajuste en el sentido horario, hasta que el relé esté desenergizado, por tanto en ese punto VT será ligeramente inferior a VR.

Gírese nuevamente el potenciómetro en el sentido antihorario hasta que el relé este nuevamente energizado.



DATOS TÉCNICOS	
Alimentación ($\pm 15\% \pm 10^3\%$)	110, 220, 380 o 410 Vca (especificar)
Frecuencia de red	50 o 60 Hz (especificar)
Retardo en desconexión	MPE-1 : 3 seg aproximadamente MPS-16 y MPS-79 : 5, 10, 15, 20, 30 e 60 seg (especificar)
Consumo	MPE-1 : 3 VA MPS-16 y MPS-79 : 8 VA
Contactos de salida	5 A máx en 250 Vca carga resistiva
Temperatura ambiente	0 a 50°C

5.12 - RELÉS DE FALTA DE FASE CON NEUTRO .-

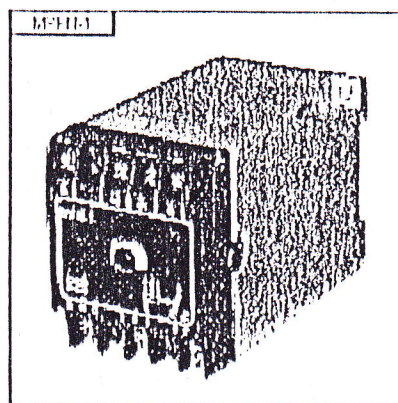


Fig. – 5.13 Relé de falta de fase con neutro Digimec, protección trifásica.

Los relés de falta de fase con neutro, DPFN- 1 e MPFN-1, fueron desarrollados por la Digimec, para protección de equipos eléctricos, trifásicos, que no puedan operar cuando falta una de las fases de alimentación o el neutro de la red. Tienen tamaño compacto los mismos pueden ser acondicionados en pequeños espacios.

Montados en caja plástica de ABS, presentan alta resistencia a los choques, vibraciones, además de poseer un sistema de fácil fijación en riel DIN, o por tornillos.

Se alimenta el equipo con las tres fases R, S, T y se conecta el mismo al Neutro de la red, el relé de salida conmuta sus contactos para la posición de trabajo.

En caso de que falte una de las fases o el neutro de la red, el relé de salida es desenergizado, conmutando sus contactos para la posición de reposo, con un retardo de aproximadamente 3 segundos.

5.12.1 Funcionamiento

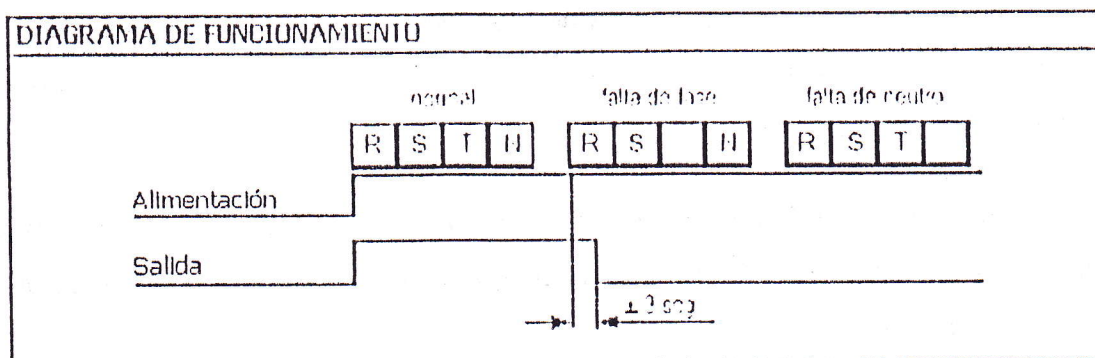
(MPFN-1 DPFN-1)

Con el equipo energizado con las tres fases R, S, T y el Neutro de la red, con el ajuste de sensibilidad en el mínimo, el relé de salida estará energizado. Girando el potenciómetro de ajuste en el sentido horario, el relé de salida es desenergizado.

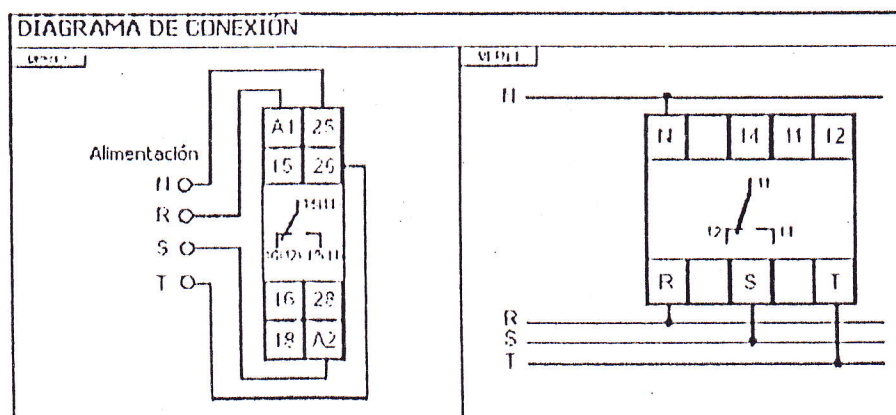
Girando nuevamente el potenciómetro en el sentido antihorario el relé será nuevamente energizado y el equipo estará ajustado.

Nota: estos aparatos solo pueden ser aplicados en redes trifásicas equilibradas.

5.12.2 Procedimiento para ajuste



DATOS TÉCNICOS	
Alimentación ($-15\% \div +10\%$)	110, 220, 380 o 440 Vca (especificar)
Frecuencia de red	DPFI-1 = 50/60 Hz MPFI-1 = 50 o 60 Hz (especificar)
Retardo en desconexión	3 segundos (aproximadamente)
Consumo	3 VA
Contactos de salida	5 A máx. en 250 Vca carga resistiva
Temperatura ambiente	0 a 50°C



5.13 - ESQUEMAS ELÉCTRICOS.-

En lo que se refiere a control y automatización industrial es posible encontrar diferentes tipos de esquemas para representar los circuitos de mando y control.

Se distinguen en general, tres clases de esquemas eléctricos.

5.13.1 Esquema simplificado

El esquema simplificado es de una máxima simplificación la misma representa solamente las partes principales, las mismas que nos dan una idea del tamaño de la industria referida a la carga.

Normalmente se los representa en forma unipolar, sin el circuito de mando. No nos da idea de la secuencia de operaciones, pero si es posible ver los componentes principales del circuito.

Este tipo de esquema normalmente esta disponible en la industria pero no con la finalidad del control y automatización.

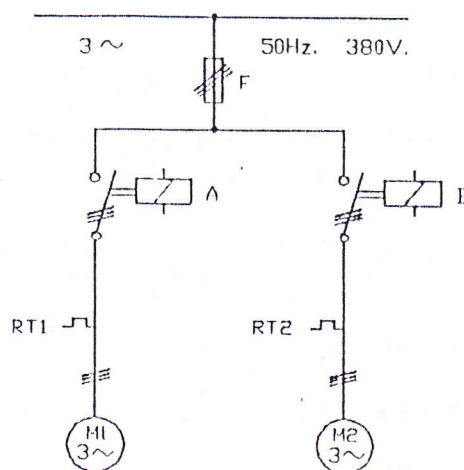


Fig. - 5.14 Esquema simplificado.

5.13.2 Esquema de ejecución

Es un esquema que detalla todas las conexiones tanto del circuito de trabajo como la de mando. La abundancia de rayas que se entrecruzan dificulta normalmente una fácil interpretación, sobre todo cuando se necesita realizar reparación de averías, (ver figura 5.15). o ampliaciones del mismo.

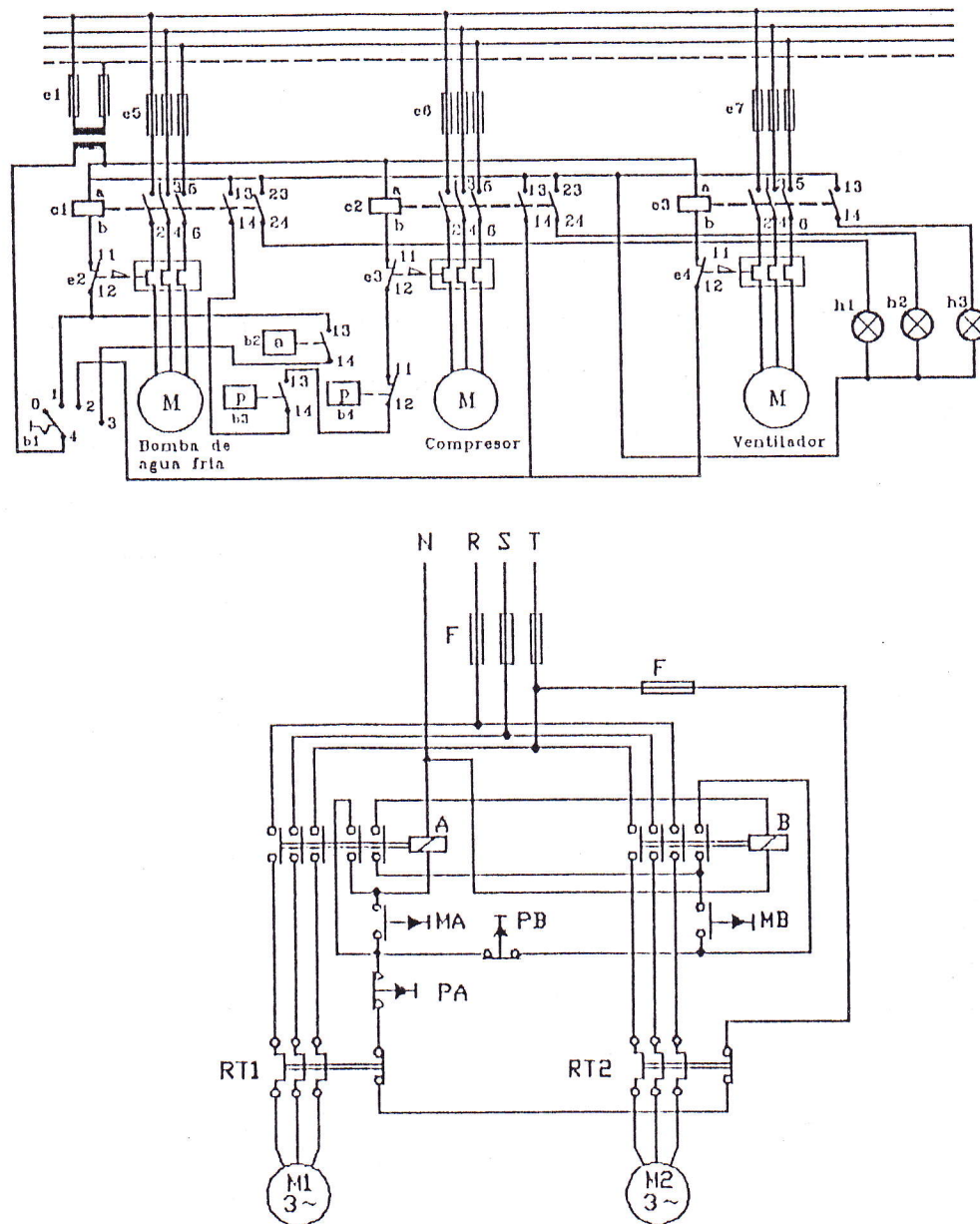
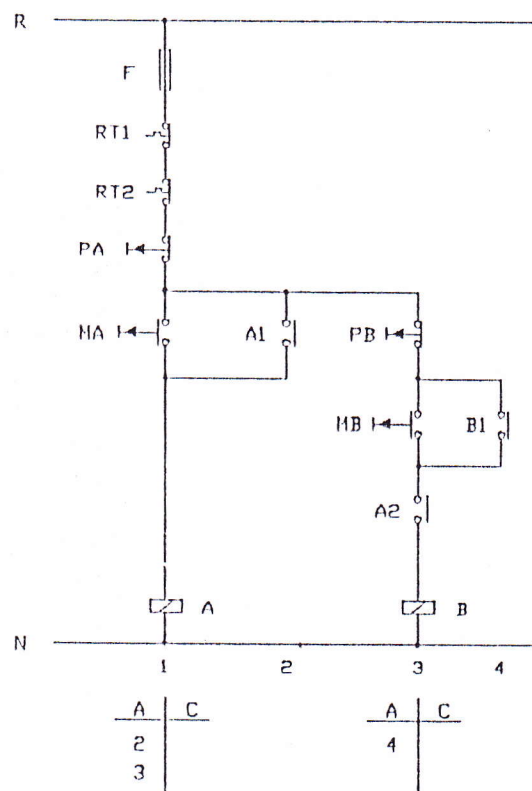
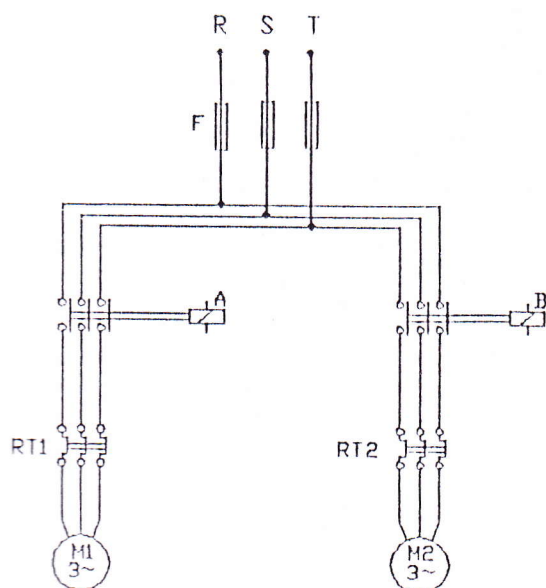


Fig. - 5.15 Esquemas de ejecución.

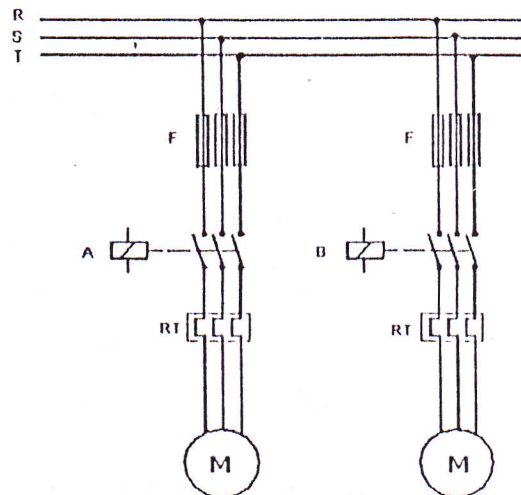
5.13.3 Esquema de circuitos de corriente

Por su claridad es actualmente la clase de esquema más utilizado. Facilita en gran manera el seguimiento de los circuitos para su estudio y de cara a efectuar su instalación, reparación y ampliación.

Se compone de dos esquemas separados: uno el de trabajo o principal, y el otro que engloba los circuitos de mando y señalización. En el circuito de mando se disponen los circuitos en líneas verticales numeradas para su fácil ubicación. Al pie de cada contactor, temporizador, etc. se coloca un casillero que indica en qué línea vertical se encuentran sus contactos auxiliares, mostrando además su estado de abierto o cerrado en reposo.

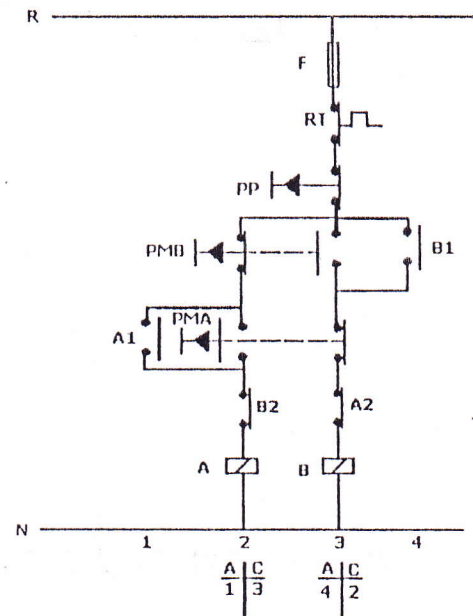


Esquema de trabajo o principal.



Esquema de trabajo o principal.

Circuito de mando y señalización.



Circuito de mando y señalización.

Fig. - 5.16 Esquemas de circuitos de corriente.