

## INDICE

- **Contactores**

- Elementos que componen un contactor
- Categorías de empleo
  
- Dibujos

- **Relés de protección**

- Concepto de protección de motores
- Dibujos

- **Temporizadores**

- Clases
- Características
- Dibujos

- **Elementos de maniobra y señalización**

- **Referenciado de bornas en líneas y receptores**

- **Tipos de conexiones de motores asíncronos trifásicos en arranque**

### **directo e indirecto**

- Dibujos

- **Instalaciones de motores. Según R.E.B.T.**

- Condiciones generales de instalación
  
- Conductores
  
- Protección contra sobreintensidades
  
- Sobreintensidades de arranque.

- **Esquemas**

## 1. CONTACTORES

Se llama contactor a un interruptor gobernado a distancia por medio de un electroimán

En principio y de forma general, podemos definir el contactor como un interruptor mandado a distancia que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de ACCIONAMIENTO deja de actuar sobre él.

El contactor al igual que el interruptor manual, dispone de dos elementos básicos:

Un juego de contactos eléctricos

Un mecanismo para abrir y cerrar dichos contactos.

En un interruptor manual, la mano del operador acciona directamente el mecanismo de cierre y apertura, en cambio en un contactor esta acción es efectuada por un electroimán.

El contactor presenta pues la ventaja de ser gobernado a distancia, ya que elementalmente basta con tener dos hilos desde los bornes de alimentación de la bobina hasta el lugar en que se halla emplazado el punto de mando.

El contactor puede ser accionado, no solo por la acción directa de una persona, sino por cualquier elemento que sea capaz de cerrar un contacto.

## **1.1 ELEMENTOS DEL CONTACTOR**

Desde hace mucho tiempo para la puesta en marcha de maquinas y otros elementos, donde se trabaje con motores. Encontraremos elementos necesarios para su conexión, maniobrabilidad, protección, etc.

Entre los elementos necesarios encontramos los contactores, que vienen a ser interruptores accionados a distancia y que recuperan su posición inicial cuando su accionamiento se deja de emplear.

Los elementos que componen un contactor son:

- Contactos principales
- Contactos auxiliares
- Circuito electromagnético
- Sistema de soplado
- Soporte o estructura del aparato

### **CONTACTOS PRINCIPALES**

Los contactos principales tienen por finalidad realizar el cierre o apertura del circuito principal a través del cual se transporta la corriente al circuito de utilización.

Los contactos principales que forman al contactor, pueden ser:

### **CONTACTOS AUXILIARES**

Son aquellos que tienen por finalidad el gobierno del contactor y su señalización.

El número de contactos auxiliares por contactor será el necesario para cada tipo de maniobra a realizar.

Los contactos, tanto principales como auxiliares, son las piezas que están sometidas al trabajo más duro. Para cumplir perfectamente su cometido deben reunir las propiedades mecánicas y eléctricas siguientes:

- Alta conductividad eléctrica y térmica
- Pequeña resistencia de contacto
- Débil tendencia a pegar o soldar
- Buena resistencia a la erosión eléctrica, producida por el arco
- Dureza elevada y fuerte resistencia mecánica
- Poca tendencia a formar óxidos o sulfatos resistentes eléctricamente

### **CIRCUITO ELECTROMAGNÉTICO**

Pueden ser para corriente alterna o continua. El circuito electromagnético consta de tres partes:

- Núcleo
- Bobina
- Armadura

El núcleo en forma de **E**, lleva en su parte central colocada la bobina. Generalmente esta parte del circuito es fija, cuando la bobina es atravesada por una corriente eléctrica, genera un campo magnético que hace que el núcleo atraiga a la armadura que es la parte móvil, la cual al ser atraída por esta presiona los contactos móviles contra los fijos, cerrando los abiertos y abriendo los cerrados.

Al conectar el contactor a una red de corriente alterna, la corriente pasa por cero dos veces en cada periodo lo que provocaría la apertura de este. Para evitar vibraciones, ruidos e intermitencia en la conexión que podrían acortar la vida del electroimán, se coloca en el extremo de las pinzas polares una espira auxiliar, llamada espira de sombra.

## **SISTEMA DE SOPLADO**

Este sistema fundamentalmente consiste en alargar el arco voltaico y se realiza mediante el sometimiento del arco a un campo magnético que incide perpendicularmente sobre este.

## **SOPORTE O ESTRUCTURA DEL CONTACTOR**

El conjunto magnético y los contactos están unidos por medio de un elemento aislante montado de forma que las posibles vibraciones recibidas por el contactor no afecten al perfecto funcionamiento de este. El conjunto va montado en una estructura adecuada, en la cual se han previsto los alojamientos necesarios para la colocación de los elementos.

### **1.2 CATEGORÍAS DE EMPLEO**

Las normas definen unas categorías de empleo relativas a las utilizations normales de un contactor y fijan con precisión para cada una de ellas las condiciones de establecimiento y corte de una corriente en función de la intensidad de empleo  $I_e$  y de la tensión nominal de empleo  $U_e$  correspondientes.

Definición de las categorías de empleo según IEC 158–1 para corriente alterna:

#### **Categoría AC1**

Se aplica a todos los aparatos que utilizan la corriente alterna (receptores) y cuyo factor de potencia es al menos igual a 0,95 ( $\cos \varphi \geq 0,95$ ).

#### **Categoría AC2**

Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente así como a la marcha a impulsos de los motores de anillos.

Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque, del orden de 2,5 veces la intensidad nominal del motor.

#### **Categoría AC3**

Se refiere a los motores de jaula, el corte se realiza a motor lanzado.

Al cierre, el contactor establece la intensidad de arranque del orden de 5 a 7 veces la intensidad nominal del motor.

### **Categoría AC4**

Se refiere al arranque, al frenado en contracorriente y a la marcha a impulsos de los motores de jaula.

El contactor se cierra con una punta de intensidad que puede alcanzar 5 e incluso 7 veces la intensidad nominal del motor.

## **2. RELÉS DE PROTECCIÓN**

### **2.1 CONCEPTO DE PROTECCIÓN DE MOTORES**

En el concepto de protección de motores se utiliza fundamentalmente dos principios de medida.

- Control directo del calentamiento del motor por detección de la corriente del mismo y simulación de sus características térmicas en el aparato de protección.
- Control directo por medida de la temperatura del motor. Las sondas instaladas en el arrollamiento provocan la actuación del aparato de protección.

#### **A. Simulación simple de las características térmicas del motor mediante bimetales.**

- Utilizaremos el relé térmico convencional. Características:

Los relés térmicos bimetalicos, constituyen el sistema más simple y conocido de la protección térmica por control directo, protege a los motores contra toda clase de averías que determine un incremento del consumo de dicho motor.

Constan de tres bobinas de pocas espiras y baja resistencia que se conectan en serie con las tres fases del motor. Cada bobina esta devanada sobre una lámina bimetalica y se separa de ella con una capa de amianto.

La misma corriente que pasa por el motor es la que recorre cualquiera de las tres bobinas, disparando el relé cuando la corriente que circula por alguna de ellas es superior a la nominal. Su disparo se efectúa por la curvatura que experimenta una lámina bimetalica al calentarse, aprovechándose esta curvatura para mover los contactos.

Fundamentalmente tenemos que distinguir en el relé térmico dos partes: bimetálico o elemento calefactor y elemento de disparo. Las tiras bimetalicas están formadas por dos capas de metales de distinto coeficiente de dilatación, soldadas entre sí a presión. La combinación más empleada es la de Hierro y Níquel. Al calentarse y debido a la diferente dilatación, estas láminas se curvan proporcionalmente a la temperatura. En los relés térmicos el calor necesario para la deformación nos lo proporciona la misma corriente que queremos controlar.

Colocaremos en serie con el motor que queremos proteger unas resistencias que nos proporcionan el calor necesario para deformar las láminas bimetalicas, de forma que la temperatura que alcanzan estas sea proporcional a la corriente que recorre el receptor protegido, curvándose más o menos según sea esta intensidad.

- El disparador térmico del interruptor automático de protección del motor. Características:

Es un aparato con características de funcionamiento térmico pero con una tecnología superior.

Admite posibles accesorios como bloques de contactos auxiliares, contacto para señalización de disparo, etc.

- Utilidades.

Para exigencias de protección normales, incluso en caso de fallo de fase. Protección insuficiente en caso de servicio intermitente con alta frecuencia de maniobras y en caso de arranques difíciles repetidos. Es la solución más económica.

### **B. Simulación electrónica simple de las características térmicas del motor.**

- Relé electrónico de protección de motores. Características de funcionamiento:
  - Ajuste digital preciso de la intensidad del motor, permitiendo el máximo rendimiento del mismo, con gran seguridad.
  - Doble protección térmica. Además de la protección térmica por control de la intensidad de corriente del motor, la protección térmica por sondas que mide de forma directa la temperatura del arrollamiento del motor.
  - Arranque seguro para cualquier tipo de motor. La curva de disparo regable garantiza cualquier tipo de arranque del motor.
  - Protección rápida contra fallos de fase. Disparan inmediatamente en caso de fallo de fase, independientemente de la carga del motor.
  - Señalización óptica mediante leds para localizar de forma rápida la causa del disparo.
  - Indicador de sobrecarga. Se ilumina de forma intermitente cuando la intensidad del motor sobrepasa el valor crítico.
  - Resistente a cortocircuitos. Soporta sin problemas los cortocircuitos y su curva de disparo permanece inalterable.
  - Protección en caso de interrupción de la tensión. Llega a memorizar el disparo de cualquiera de las funciones hasta 30 minutos.
- Utilidades.

Para exigencias de protección elevadas, incluso en caso de arranques difíciles. Protección excelente en caso de fallo de fase.

### **C. Simulación electrónica exacta de las características térmicas del motor.**

- Relé electrónico de protección de motores. Características de funcionamiento:
  - Reglaje de la intensidad nominal. Se regla de forma digital mediante conmutadores de contacto deslizante.
  - Reglaje del grado de inercia. Se efectúa de forma digital, mediante conmutadores.
  - Botón TEST. Para control de sobrecargas térmicas.
  - Señalización de funcionamiento. Señaliza presencia de alimentación y que el aparato está preparado para entrar en servicio.
  - Señalización selectiva de los casos de disparo por:
    - ◆ Sobrecarga eléctrica.
    - ◆ Fallo de fase.
    - ◆ Defecto a tierra.
    - ◆ Inversión de fases.

### **DIBUJOS:**

### **3. TEMPORIZADORES**

Temporizador es un instrumento muy necesario en el control y automatización de elementos eléctricos. Sirve para poder controlar, accionar o sesaccionar partes de una instalación en un tiempo determinad por nosotros.

Ante la amplia gama de temporizadores señalaremos los más usuales, todos tiene uno o dos contactos conmutados y su gama de temporización varia desde 0,05 s hasta 10 h:

- Temporizado a la conexión.

Después de aplicar la tensión de mando, el relé de salida conmuta en un tiempo  $t$ .

- Temporizador a la desconexión con contacto de mando.

Al cerrar el contacto de mando conectado a los contactos Y1 – Y2 el relé conmuta. Al abrir el contacto de mando Y1 – Y2 el relé de salida vuelve a conmutar en un tiempo  $t$ . Duración mínima del impulso 20 ms.

- Temporización a la conexión y desconexión con contacto de mando.

Al cerrar el contacto de mando Y1 – Y2 el relé conmuta en un tiempo  $t$ . Al abrir el contacto Y1 – Y2 el relé vuelve a conmutar en el mismo tiempo  $t$ . Duración del impulso de mando  $>t$ .

- Temporizador de impulso a la conexión.

Después de aplicar la tensión de mando, el relé de salida conmuta y permanece así durante un tiempo  $t$ .

- Temporizador de impulso a la desconexión con contacto de mando.

Después de abrir el contacto de mando Y1 – Y2, el relé conmuta y permanece así durante un tiempo  $t$ . Duración mínima del impulso 20 ms.

- Temporizador a la conexión con impulso fijo.

Al aplicar la tensión de mando el relé conmuta y desarrolla un ciclo intermitente con  $t1$  (trabajo)  $t2$  (reposo).

- Temporización a la conexión con impulso fijo.

Al aplicar la tensión de mando, el relé conmuta en un tiempo  $t$ . permaneciendo así durante 0,5 s.

- Temporizador de impulso a la conexión con contacto de mando.

Al cerrar el contacto de mando Y1 – Y2 el relé conmuta, permaneciendo así durante un tiempo  $t$ ., independientemente de la posición del contacto de mando Y1 – Y2.

- Temporizador para estrella – triángulo.

Al aplicar la tensión de mando se cierra el contacto para estrella. A cabo de un tiempo  $t$ . este contacto abre y con un retardo de 50 ms cierra el contacto triángulo. Con un retardo de 50 ms se evita el riesgo de cortocircuito durante la conmutación estrella – triángulo.

### **DIBUJOS: SIMBOLO**

#### **4. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y SEÑALIZACIÓN**

Son los materiales necesarios para una correcta maniobrabilidad y señalización de instalaciones. Citamos varios tipos de materiales:

- **Pulsadores.** Abiertos, cerrados, con retención.
- **Pulsadores luminosos.** Abiertos, cerrados, con retención.
- **Conmutadores giratorios.** Dos posiciones, tres posiciones, con llave.
- **Pulsadores multifunción.** Abierto–cerrado, abierto–cerrado–abierto, posibilidad de ampliación de contactos a 2º nivel.
- **Pulsadores multifunción luminosos.** Abierto–cerrado + piloto.
- **Pulsadores de emergencia.** Desbloqueo por rotación, desbloqueo por rotación de llave.
- **Botoneras.** Espacio físico donde montar los anteriores elementos. Vertical (dobles, triples), horizontal (dobles, triples).
- **Finales de carrera.** Elementos accionados por presión de cualquier parte móvil. En la parte externa, la zona de presión (a presionar), puede tener diversos elementos factibles a la presión (bastago, frontal, rodamiento, etc.) que accionarían el o los contactos interiores.
- Estos contactos pueden ser de múltiples tipos; conexión, desconexión, conexión doble, desconexión doble, conexión–desconexión, etc.

#### **5. REFERENCIADO DE BORNAS EN LÍNEAS Y RECEPTORES**

Conforme con las Normas Internacionales el referenciado es el siguiente:

- Alimentación: L1 – L2 – L3 – N – Pe
- Hacia un motor: U – V – W
- Hacia resistencias de arranque: A – B – C – D, etc.

Clasificación por letras del referenciado:

<b>Referenciados</b>	<b>Ejemplos</b>
<b>A</b> Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie)	Amplificador de tubos o de transmisores, amplificador magnético. Regulación de velocidad, autómatas programables.
<b>B</b> Transductores de una magnitud no eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa	Par termo–eléctrico, célula termo–eléctrica, célula fotoeléctrica, dinamómetro eléctrico, presostato, detector de proximidad.
<b>C</b> Condensadores	
<b>D</b> Operadores binarios, dispositivos de temporización, dispositivos de memoria	Operador combinador, línea de retardo, balanza biestable, balanza monoestable, registrador, memoria magnética.
<b>E</b> Materiales diversos	Alumbrado, calefacción, elementos no definidos en esta tabla.
<b>F</b> Dispositivos de protección	Corta–circuito de fusible, limitador, pararrayos, relés de protección de máxima intensidad, de umbral de tensión.
<b>G</b> Generadores dispositivos de alimentación	Generatriz, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería, oscilador, oscilador de cuarzo.
<b>H</b> Dispositivos de señalización	Avisadores luminosos y sonoros.
<b>K</b> Relés y contactores	(en los equipos importantes utilizar KA y KM)

<b>KA</b> Contactores auxiliares, relés	Contactores auxiliares temporizados, toda clase de relé.
<b>KM</b> Contactores principales	
<b>L</b> Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo.
<b>M</b> Motores	
<b>N</b> Subconjuntos (fuera de serie)	
<b>P</b> Instrumentos de medida, dispositivos de prueba	Aparato indicador, aparato registrador, contador, conmutador horario.
<b>Q</b> Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntor, seccionador.
<b>R</b> Resistencias	Resistencia regulable, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia.
<b>S</b> Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de mando	Auxiliares de mando manual, pulsadores, interruptores de posición, conmutador.
<b>T</b> Transformadores	Transformadores de tensión, transformadores de intensidad.
<b>U</b> Moduladores, convertidores	Discriminador, demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor rectificador, ondulador autónomo.
<b>V</b> Tubos electrónicos, semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador.
<b>W</b> Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Conductor de reenvío, cable, juego de barras.
<b>X</b> Bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, punta de prueba, regleta de Bornas.
<b>Y</b> Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Freno, embrague, electro-válvula neumática, electroimán.
<b>Z</b> Cargas correctivas, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro.

Referenciado en un esquema desarrollado.

El marcado de las bornas de los aparatos permite realizar ahorros importantes a la hora de la concepción del esquema y del cableado del equipo. Facilita igualmente las operaciones de ensayo, de mantenimiento y reparación.

Referenciado de las bornas de conexión de los aparatos.

Las referencias indicadas son las que figuran sobre las bornas, o sobre la placa de características del aparato.

Cada órgano de mando, cada tipo de contactos, principal, auxiliar, instantáneo o temporizado posee dos referenciados alfanuméricos o numéricos.

- Contactos principales.

Sus bornas están referenciadas por una sola cifra:

- De 1 a 6 en tripolar.
- De 1 a 8 en tetrapolar.



Las cifras impares se colocan en la parte superior y la progresión se efectúa de arriba abajo y de izquierda a derecha.

- Contactos auxiliares.

Las bornas de los contactos de circuitos auxiliares están referenciadas por números de dos cifras. Las cifras de unidades o cifra de función, indican la función de un contacto auxiliar:

- 1 y 2 contacto de apertura (NC).
- 3 y 4 contacto de cierre (NA).

Contactos principales Contactos auxiliares

## **6. TIPOS DE CONEXIONES DE MOTORES TRIFÁSICOS EN ARRANQUE DIRECTO E INDIRECTO**

Los motores trifásicos dependiendo de su bobinado interno es posible la conexión de sus bobina en estrella o en triángulo.

La diferencia está en que la conexión en estrella no es una conexión entre las diferentes fases directamente sino que existe en cada una de las bobinas una caída de tensión igual a: la tensión entre fases dividida por la raíz de tres. Así pues podemos conectar motores de 230V a una línea trifásica de 230V.

Y en el caso de la conexión en triángulo si que tenemos la tensión entre los bornes de las bobinas del motor a la tensión de la línea.

En la conexión en triángulo uniremos los principios y finales de las diferentes bobinas para obtener el resultado antes mencionado.

En la conexión en estrella uniremos los finales de las bobinas para obtener este reparto de potencia antes comentado.

Las bobinas siempre deberán funcionar a 230V, en la conexión en estrella las bobinas funcionan a 230V, pero en la conexión en triángulo el valor es de  $400/\sqrt{3}$ , que son 230V.

Conexión en triángulo Conexión en estrella

## **7. INSTALACIONES DE MOTORES SEGÚN EL R.B.T.**

### **7.1 CONDICIONES GENERALES DE INSTALACIÓN**

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20460 y las especificaciones aplicables a los locales donde hayan de ser instalados.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de éstas.

### **7.2 CONDUCTORES DE CONEXIÓN**

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

- **Un solo motor.**

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125% de la intensidad a plena carga del motor. En los motores de rotor devanado, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque deben estar dimensionados también para el 125% de la intensidad a plena carga del motor.

- **Varios motores.**

Los conductores de conexión que alimenten a varios motores deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

- **Carga combinada.**

Los conductores de conexión que alimentan a motores y otros receptores deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada como antes se ha indicado.

### **7.3 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES**

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

### **7.4 SOBREENTENSIDADES DE ARRANQUE**

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar previstos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

<b>Motores de corriente continua</b>		<b>Motores de corriente alterna</b>	
Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de plena carga	Potencia nominal del motor	Constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente de arranque y de plena carga
De 0,75Kw a 1,5Kw	2,5	De 0,75Kw a 1,5Kw	4,5

De 1,5Kw a 5Kw	2	De 1,5Kw a 5Kw	3
De más de 5Kw	1,5	De 5Kw a 15Kw	2
		De más de 15Kw	1,5

En los motores de ascensores, grúas y aparatos de elevación en general, tanto de corriente continua como de alterna, se computara como intensidad normal a plena carga, a los efectos de las constantes señaladas de los cuadros anteriores, la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a velocidad de régimen una vez pasado el periodo de arranque, multiplicado por el coeficiente de 1,3.

No obstante lo expuesto, y en casos particulares, podrán las empresas prescindir de la limitaciones impuestas, cuando las corrientes de arranque no perturben el funcionamiento de sus redes de distribución.