

materiales didácticos de aula  
formación profesional específica

# Técnico en Montaje y Mantenimiento de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor

CICLO FORMATIVO DE GRADO MEDIO

FORMACIÓN PROFESIONAL A DISTANCIA

Unidad **1**

Conocimiento del Material



MÓDULO

Instalaciones Eléctricas y Automatismos



FORMACIÓN PROFESIONAL

Principado de Asturias

**Título del Ciclo: TÉCNICO EN MONTAJE Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES DE FRÍO,  
CLIMATIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CALOR**

**Título del Módulo: INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y AUTOMATISMOS**

**Dirección:** Dirección General de Formación Profesional.  
Servicio de Formación Profesional y Aprendizaje Permanente.

**Dirección de la obra:**

Alfonso Gareaga Herrera  
Antonio Reguera García  
Arturo García Fernández  
Ascensión Solís Fernández  
Juan Carlos Quirós Quirós  
Luis María Palacio Junquera  
Manuel F. Fanjul Antuña  
Yolanda Álvarez Grandá

**Coordinación de contenidos del ciclo formativo:**

Javier Cueli Llera

**Autor:**

Javier Cueli Llera

**Desarrollo del Proyecto: Fundación Metal Asturias**

**Coordinación:**

Javier Maestro del Estal  
Montserrat Rodríguez Fernández

**Equipo Técnico de Redacción:**

Alfonso Fernández Mejías  
Ramón García Rosino  
Luis Miguel Llorente Balboa de Sandoval  
José Manuel Álvarez Soto

**Estructuración y desarrollo didáctico:**

Isabel Prieto Fernández Miranda

**Diseño y maquetación:**

Begoña Codina González  
Sofía Ardura Gancedo  
Alberto Busto Martínez  
María Isabel Toral Alonso

**Colección:**

Materiales didácticos de aula

**Serie:**

Formación Profesional Específica

**Edita:**

**Consejería de Educación y Ciencia**

Dirección General de Formación Profesional  
Servicio de Formación Profesional y Aprendizaje Permanente

**ISBN:** 84-690-1472-2

**Depósito Legal:** AS-0592-2006

**Copyright:**

© 2006. Consejería de Educación y Ciencia  
Dirección General de Formación Profesional  
Todos los derechos reservados.

La reproducción de las imágenes y fragmentos de las obras audiovisuales que se emplean en los diferentes documentos y soportes de esta publicación se acogen a lo establecido en el artículo 32 (citas y reseñas) del Real Decreto Legislativo 1/2.996, de 12 de abril, y modificaciones posteriores, puesto que "se trata de obras de naturaleza escrita, sonora o audiovisual que han sido extraídas de documentos ya divulgados por vía comercial o por Internet, se hace a título de cita, análisis o comentario crítico, y se utilizan solamente con fines docentes".

Esta publicación tiene fines exclusivamente educativos.

Queda prohibida la venta de este material a terceros, así como la reproducción total o parcial de sus contenidos sin autorización expresa de los autores y del Copyright.

## Sumario general

Objetivos .....	4
Conocimientos que deberías adquirir .....	5
Introducción .....	6
Contenidos generales.....	6
Automatismos para máquinas frigoríficas.....	7
Dispositivos de protección .....	9
Dispositivos de mando o control .....	25
Dispositivos de adquisición de datos .....	36
Resumen de contenidos .....	48
Autoevaluación .....	50
Respuestas de actividades .....	52
Respuestas de autoevaluación.....	54



## Objetivos

Al finalizar el estudio de esta unidad serás capaz de:

- Describir el funcionamiento de los dispositivos analizados en la unidad.
- Interpretar las especificaciones técnicas de cada uno de los dispositivos.
- Identificar las partes principales constitutivas de cada elemento.
- Distinguir los distintos sistemas de protección según los receptores que protegen.
- Explicar el principio de funcionamiento de los distintos dispositivos.

## Conocimientos que deberías adquirir

### CONCEPTOS

- Dispositivos más habituales empleados en los automatismos de los sistemas de climatización y refrigeración: contactores, relés, termostatos, presostatos, etc.
- Características técnicas de los dispositivos analizados.

### PROCEDIMIENTOS SOBRE PROCESOS Y SITUACIONES

- Análisis del funcionamiento de los dispositivos descritos.
- Montaje y manipulación de todos los dispositivos, estudiando el comportamiento de los mismos.
- Medida de los parámetros principales de los dispositivos.
- Interpretación de la documentación técnica relativa a los distintos dispositivos analizados.
- Manejo de catálogos de los fabricantes de equipos para elección del dispositivo necesario en cada caso.



## Introducción

El manejo de las máquinas eléctricas requiere el conocimiento de los elementos materiales que nos permitirán proteger y controlar de forma adecuada las mismas. El objeto de todos estos elementos es evitar daños en los equipos receptores y también proteger a los operarios que los manejan.

El conjunto de todos estos automatismos eléctricos o aparataje utilizada en las máquinas e instalaciones de frigoríficas y de climatización está compuesto por una serie de dispositivos de adquisición de datos, protección, control y mando que aunque no intervienen directamente en las funciones básicas de generación y uso de la energía de estas máquinas, su presencia es imprescindible para que el funcionamiento seguro de las instalaciones y equipos.

## Contenidos generales

En esta unidad didáctica se analizan los dispositivos principales utilizados tanto para la maniobra y control como para la protección y adquisición de datos utilizados en las instalaciones frigoríficas y de climatización.

## Automatismos para máquinas frigoríficas

A medida que se han ido perfeccionando las máquinas frigoríficas, también ha sido necesario desarrollar y mejorar el conjunto de aparatos que controlen y protejan dichas máquinas.

¿Qué dispositivos se emplean para que las máquinas sean seguras?

¿Cómo automatizamos las máquinas para controlar distintas funciones como por ejemplo el desescarche?

Aunque en la actualidad los controladores electrónicos realizan muchas de las funciones de protección, control y mando de las máquinas, los dispositivos que analizarás en esta unidad son básicos en el control de las máquinas frigoríficas.

El accionamiento de los equipos eléctricos de las máquinas frigoríficas y de climatización requiere necesariamente de los correspondientes dispositivos o automatismos para controlar y proteger dichos equipos. Estos dispositivos llamados normalmente arrancadores realizan las funciones siguientes:

- **Seccionamiento:** separa eléctricamente la red de alimentación de los circuitos de potencia y control permitiendo manipular las instalaciones o las máquinas y sus respectivos equipos eléctricos con total seguridad. Como ejemplos de estos equipos tenemos los seccionadores o interruptores seccionadores.
- **Protección:** detecta y corta lo antes posible corrientes anómalas con el fin de evitar accidentes que dañen los componentes de la máquina o perturben la red de alimentación. Como ejemplo de equipos para este fin tenemos los fusibles, los relés térmicos, los relés con sondas PTC, los interruptores automáticos o guardamotors entre otros equipos.
- **Conmutación:** establece y corta la corriente que toma el equipo. Como ejemplos de equipos con esta función tenemos los contactores, los variadores, etc.



La figura siguiente muestra un cuadro eléctrico de una instalación frigorífica típica con los principales dispositivos que forman parte de la misma.

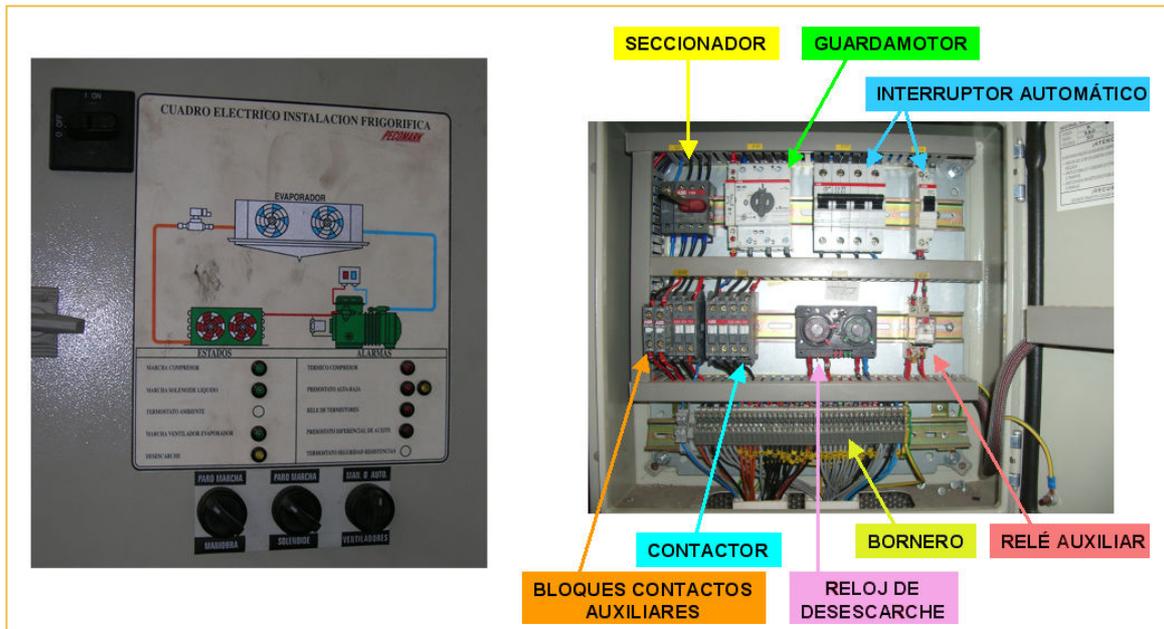


Fig. 1: Cuadro eléctrico de una instalación frigorífica.

Los dispositivos eléctricos mostrados en el cuadro de la figura se pueden clasificar según la función de los mismos en tres bloques:

- La **protección**: fusibles, relés térmicos, guardamotores, seccionadores, etc.
- El **mando o control**: contactores, relés auxiliares, reloj de desescarche, temporizadores, etc.
- La **adquisición de datos** o diálogo con el exterior: termostato, presostato, final de carrera, interruptor, pulsador, bornero, etc.

En los capítulos siguientes se analizan estos y otros dispositivos agrupados en los bloques mencionados.

## Dispositivos de protección

Hoy en día, cualquier circuito eléctrico puede sufrir averías o incidentes ocasionados en el propio circuito, en la red de distribución o bien en la máquina de la que forma parte. Pero, ¿cuáles son los incidentes más típicos que nos podemos encontrar? ¿Qué aparatos son necesarios para evitarlos?

Uno de los fallos más habituales en las máquinas son las sobrecargas, que se manifiestan por un aumento de la corriente absorbida superior a la nominal, provocando el calentamiento de los conductores y el deterioro de los aislantes.



¿Sabías que **una sobrecarga** se produce cuando una intensidad superior a la nominal recorre el circuito?

El calentamiento normal de un motor eléctrico con una temperatura ambiente de 40 °C depende del tipo de aislamiento. Cada vez que se sobrepasa la temperatura límite de funcionamiento, los aislantes se desgastan prematuramente, disminuyendo su vida útil.

La tabla siguiente muestra la temperatura máxima que el material de aislamiento del motor es capaz de soportar sin perder sus propiedades.

CLASE DE AISLAMIENTO	Y	A	E	B	F	H	200	220	250
TEMPERATURA MÁXIMA °C	90	105	120	130	155	180	200	220	250

Tabla 1. Temperaturas máximas soportadas según el tipo de aislamiento.

Por ejemplo, cuando la temperatura de funcionamiento de un motor en régimen permanente sobrepasa en 10 °C la temperatura definida por el tipo de aislamiento, la vida útil del motor se reduce un 50 %.

Una sobrecarga se puede producir como consecuencia de una avería (tensión aplicada inferior a la nominal, pérdida de una fase, etc.) o de una utilización incorrecta de la máquina (carga excesiva, etc.).





La protección adecuada contra las sobrecargas resulta imprescindible para:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.
- Garantizar la continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.
- Arrancar nuevamente después de un disparo con la mayor rapidez y en las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.

El sistema de protección contra sobrecargas se elige según el nivel deseado de protección escogiendo entre distintos relés: térmicos de biláminas, sondas para termistancias PTC, de máxima intensidad o electrónicos con sistemas de protección complementarios.

Otro accidente típico de los circuitos eléctricos son los cortocircuitos.



¿Sabías que **un cortocircuito** es el contacto eléctrico entre dos puntos con un potencial eléctrico distinto generalmente entre fases o entre éstas y el neutro?

Las causas que producen un cortocircuito pueden ser muy variadas: cables rotos, flojos o pelados, presencia de cuerpos metálicos extraños, depósitos conductores (polvo, humedad, etc.), filtraciones de agua u otros líquidos conductores, deterioros en los receptores y errores en el cableado durante la puesta en marcha o la manipulación.

El cortocircuito produce un aumento muy elevado de la corriente cuyo valor dependerá de distintos parámetros de la instalación como son la longitud de los conductores, el transformador, etc. Esta corriente de cortocircuito podría alcanzar en milésimas de segundo valores hasta de 100 veces la intensidad nominal generando efectos térmicos y dinámicos que ocasionarían daños graves en los equipos, cables, etc. Por tanto, es preciso que los dispositivos de protección detecten el fallo e interrumpan el circuito, a ser posible, antes de que la corriente alcance su valor máximo.

Los dispositivos principales de protección frente a los cortocircuitos son los fusibles (interrompen el circuito al fundirse con lo cual deben sustituirse) y los interruptores magneto-térmicos o disyuntores (interrompen el circuito abriendo los polos por lo que al rearmarlos pueden ponerse de nuevo en servicio).

En los apartados siguientes se analizan los principales dispositivos de protección, algunos de los cuales se han citado anteriormente.

## Fusibles

Todas las instalaciones se deben proteger mediante fusibles o interruptores automáticos, que aseguren la apertura del circuito para una intensidad superior a la nominal. Esta interrupción tendrá lugar sin que se produzca un arco eléctrico.

Los fusibles aseguran una protección fase por fase en un volumen relativamente pequeño y se pueden utilizar como complemento de otros aparatos de protección. Son la parte más débil del circuito, para que en el caso de que se produzca un cortocircuito sea el fusible el que se rompa.

Un fusible está formado por un conductor, de menor sección que los componentes del circuito, rodeado por material aislante no combustible (lecho de arena). Estos elementos están encerrados en una carcasa.

La figura siguiente muestra distintos fusibles y la sección de uno de ellos con sus partes.

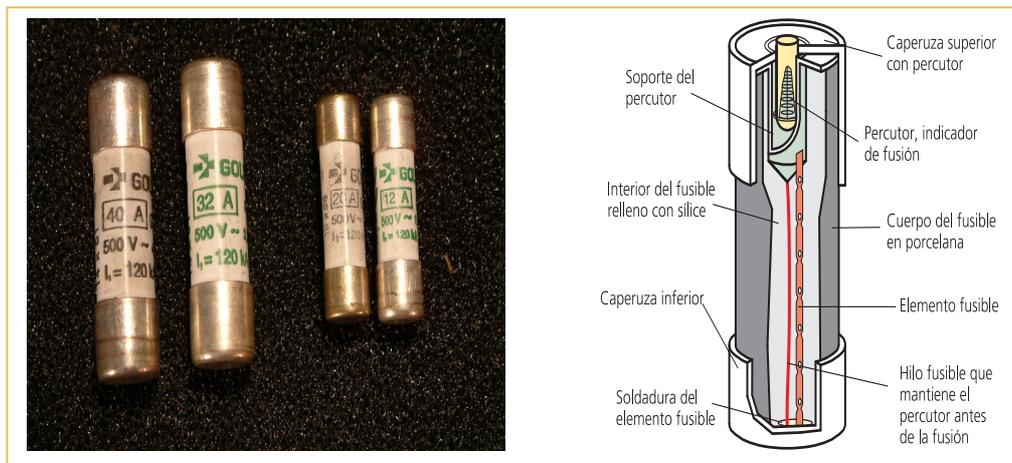


Fig. 2: Fusibles y sección de uno de ellos.

Los fusibles basan su funcionamiento en el **calentamiento** que experimenta un conductor al ser recorrido por la corriente eléctrica. Cuando una corriente superior a la nominal recorre el circuito, el conductor se calienta. Si este calentamiento sobrepasa un determinado valor, el hilo se funde y abre el circuito. Por lo tanto, este dispositivo **se destruye cada vez que actúa**.

El fusible está calibrado para una intensidad, y viene preparado para fundirse en un tiempo determinado denominado tiempo de respuesta. Cada fusible posee una curva de fusión determinada, que relaciona la intensidad con el tiempo de paso.



Como su operación depende de la generación de calor por efecto Joule, se obtiene una característica de fusión intensidad-tiempo del tipo inversamente proporcional, de manera que ante una elevada corriente actúa en un tiempo muy reducido, y ante una corriente ligeramente superior a la nominal opera en un tiempo mas prolongado.

La figura siguiente muestra gráficas características de distintos tipos de fusibles junto con el símbolo del mismo y su representación tripolar en el esquema de un circuito trifásico.

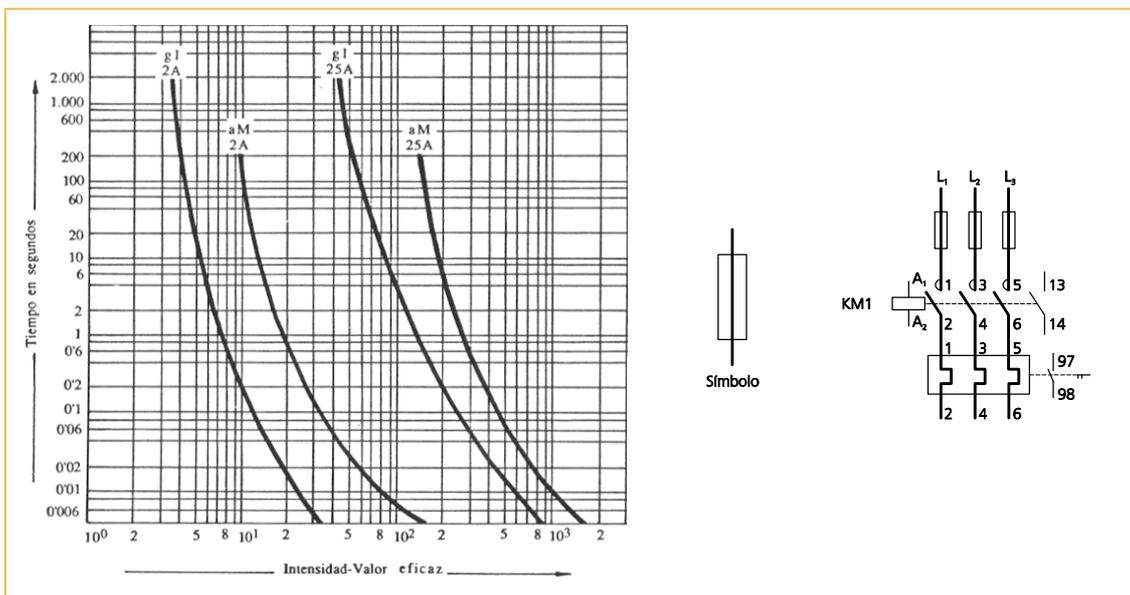


Fig. 3: Gráficas de fusibles y representación de un circuito trifásico con protección de fusibles.

En la clasificación de los fusibles se pueden distinguir dos tipos:

- Fusibles **tipo distribución (gL o gG)**: Desconectan a partir de su intensidad nominal o la calibrada permitiendo indistintamente la protección contra cortocircuitos y sobrecargas en circuitos en los que no hay picos de intensidad importantes, como por ejemplo ocurre en calefacción.
- Fusibles **tipo motor (aM)**: Desconectan a partir de 4 a 5 veces su intensidad nominal o calibrada protegiendo solamente contra cortocircuitos en aparatos en los que se produzcan puntas de intensidad elevadas, como ocurre por ejemplo en los motores asíncronos trifásicos. Por tanto, el circuito no queda totalmente protegido con este dispositivo, sino que hará falta otro aparato de protección frente a sobrecargas.

Para la selección de los fusibles puede emplearse una tabla que nos proporciona la intensidad del mismo en función de la intensidad de los motores a plena carga.

En las máquinas frigoríficas los fusibles se utilizan solamente para protección contra cortocircuitos ya que la protección contra las sobrecargas emplea otros dispositivos como veremos más adelante.

En la figura 4 se muestran portafusibles para fase (incorpora cartucho fusible) y para neutro (incorpora cilindro material conductor que no se funde). En este tipo de portafusibles el neutro no está protegido aunque si es posible su seccionamiento.



Fig. 4: Portafusibles.

En el portafusibles de la derecha de la figura anterior se puede observar como aparece indicado el tipo de fusible (aM) y (gG) con su calibre correspondiente adecuado a dicho portafusible.

1 actividad

¿Podría usarse un fusible tipo gG para la protección de un motor de intensidad nominal 10 A?

En caso afirmativo indica el calibre del mismo.



## Relés térmicos

Los relés térmicos son aparatos que protegen los circuitos o equipos, principalmente motores, contra sobrecargas, tanto débiles como prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Sus características más habituales son:

- Tripolares y con rearme automático o manual.
- Compensados, es decir, insensibles a los cambios de la temperatura ambiente.
- Sensibles a una pérdida de fase, o sea evitan la operación monofásica del motor.

Un relé térmico consta básicamente de una lámina bimetálica por fase (formada por dos metales distintos). Esta lámina se calienta cuando circula por ella la corriente eléctrica del circuito. Como los metales que la forman tienen distinto coeficiente de dilatación, la lámina se deforma por el calor.

Si la corriente es superior a la regulada, la deformación dará lugar a que la lámina desplace un contacto que abrirá el circuito de mando.



La actuación del relé térmico desconecta el circuito y detiene la máquina !

La figura siguiente muestra un relé térmico tripolar junto con los esquemas del mismo.

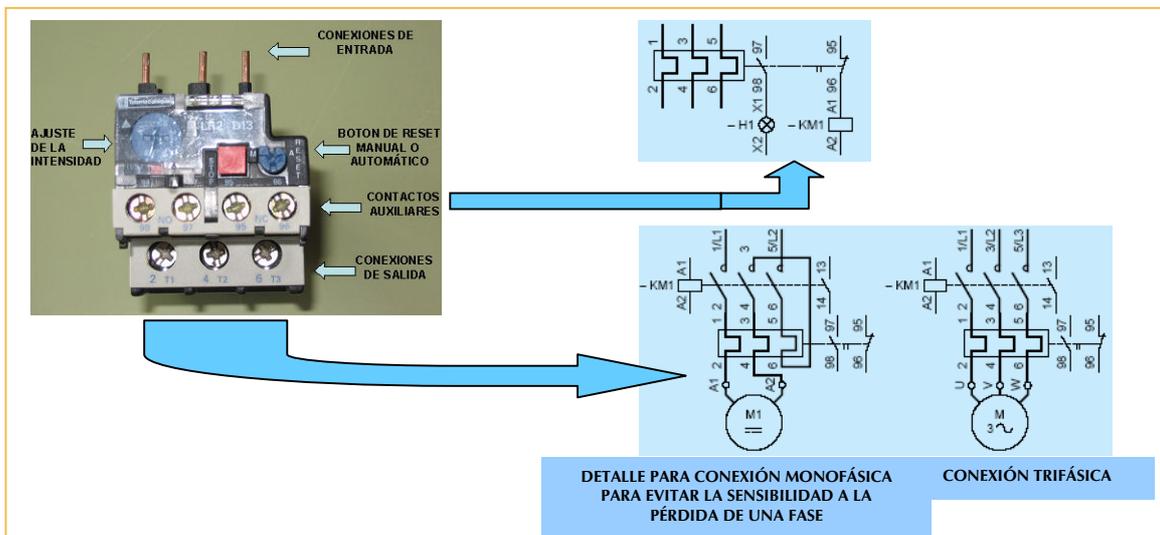


Fig. 5: Relé térmico y esquema de instalación del mismo.

Una vez que se ha disparado el relé térmico, sólo se podrá rearmar después que los bi-metales estén lo suficientemente fríos.

Los relés térmicos son regulables ya que se puede elegir la intensidad de disparo y se emplean para proteger motores de mediana y pequeña potencia.



¡El relé térmico constituye un método indirecto de protección ya que opera en función de la corriente que el motor está absorbiendo y a partir de ella evalúa un determinado estado de calentamiento de los arrollamientos del motor!

El relé térmico ofrece una imagen térmica del motor al que se ha conectado, pero desconoce su temperatura, por lo que podría ocurrir que la imagen térmica fuese correcta, pero que la temperatura de los devanados hubiese superado el límite máximo admisible. Esta situación podría darse si, siendo la intensidad consumida igual o inferior a la ajustada en el relé, por ejemplo, se obstruye la circulación de aire, el motor gira a velocidades muy bajas, etc.

Por la razón anterior, en los motores de los compresores herméticos y semi-herméticos, debe complementarse o sustituirse el relé térmico por una protección interna a base de sondas de temperatura capaces de medir exactamente la temperatura interior del mismo, ya que la refrigeración de los devanados se realiza con el refrigerante procedente del evaporador que puede encontrarse a temperaturas muy distintas, incluso podría faltar el refrigerante por lo que el enfriamiento de los devanados sería insuficiente.

La disposición del relé térmico en un cuadro eléctrico puede ser alguna de las mostradas en la figura de al lado.



Fig. 6: Colocación del relé térmico en un cuadro eléctrico.



**2**  
**Actividad**

¿Por qué en las instrucciones de los fabricantes de compresores herméticos (por ejemplo Scroll) advierten del peligro de utilizar el compresor sin refrigerante?

Si con el motor en marcha se produce un fallo de una fase, éste continuará funcionando aunque se produce un aumento en el consumo de corriente en función de la carga que podría superar la nominal, en cuyo caso, el relé térmico se dispararía. En caso que la corriente no superase el valor nominal el térmico debe desconectar, ya que si el motor se parase, no podría arrancar nuevamente por encontrarse en dos fases. A esta capacidad del relé térmico se la denomina sensibilidad a la pérdida de una fase.



En caso de disparo, el relé térmico actúa sobre el circuito de mando accionando un contacto auxiliar que gobierna al contactor y desconecta de la red al equipo correspondiente, a diferencia del fusible que actúa directamente sobre el circuito de fuerza.

El relé térmico siempre debe estar regulado al valor de la intensidad nominal de funcionamiento del motor que aparecerá indicada en la placa de características del mismo; y nunca a un valor superior al nominal. En caso de arranque tipo estrella- triángulo debe prestarse una atención especial como se indicará en otras unidades.

La figura siguiente muestra la placa característica de un motor con indicación de la intensidad nominal según el tipo de conexión: estrella (Y) o triángulo ( $\Delta$ ).

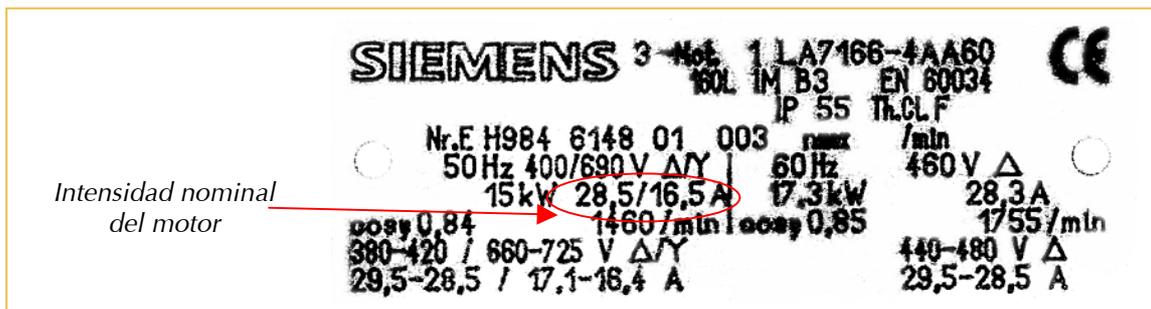


Fig. 7: Detalle de la placa característica del motor.

La selección del relé térmico deberá realizarse teniendo en cuenta que la intensidad nominal del motor debe encontrarse aproximadamente en la mitad de la zona de reglaje del relé térmico. Para ello, es preciso consultar los catálogos de los fabricantes.

A continuación se muestra un catálogo de relés térmicos donde se selecciona el tipo de relé adecuado al motor de la placa anterior según la intensidad nominal y el tipo de conexión del motor (Y o  $\Delta$ ).

Clase 10 A (1)						
0,10...0,16	0,25	2	-	D09...D32	D09...D32	LR2-D1301
0,16...0,25	0,5	2	-	D09...D32	D09...D32	LR2-D1302
0,25...0,40	1	2	-	D09...D32	D09...D32	LR2-D1303
0,40...0,63	1	2	-	D09...D32	D09...D32	LR2-D1304
0,63...1	2	4	-	D09...D32	D09...D32	LR2-D1305
1...1,6	2	4	8	D09...D32	D09...D32	LR2-D1306
1,6...2,5	4	6	10	D09...D32	D09...D32	LR2-D1307
2,5...4	6	10	16	D09...D32	D09...D32	LR2-D1308
4...6	8	16	16	D09...D32	D09...D32	LR2-D1310
5,5...8	12	20	20	D09...D32	D09...D32	LR2-D1312
7...10	12	20	20	D09...D32	D09...D32	LR2-D1314
9...13	16	25	25	D12...D32	D12...D32	LR2-D1316
12...18	20	35	32	D18...D32	D18...D32	LR2-D1321
17...25	25	50	50	D25...D32	D25 y D32	LR2-D1322
23...32	40	83	83	D25...D32	D25 y D32	LR2-D2353
30...40	40	80	80	D32 y D32	D32	LR2-D2355

Fig. 8: Catálogo de tipos de relés térmicos.

### Ejemplo

El relé térmico elegido según el catálogo anterior para el caso de la conexión en estrella que en la figura 7 indica 16,5 A será el correspondiente a una intensidad entre 12 - 18 A o sea el modelo LRD2-D1321 y para la conexión en triángulo que indica 28,8 A el relé térmico estará entre 23 - 32 A o sea el LRD2-D2353.



En otras unidades didácticas se analizarán la placa de características de los motores y los distintos tipos de conexiones.

### 3 Actividad

Supongamos que una en una instalación se obstruye la ventilación del motor eléctrico estando el relé térmico correctamente ajustado según la intensidad del motor.

¿Desconectará el relé térmico el motor?

¿Se quemará el motor?

¿Qué ocurriría si el motor girase a baja velocidad?

## Relés con termistancias

El relé con una sonda de termistancias es un sistema de protección que permite controlar la temperatura real del elemento protegido. Este sistema se compone de:

- Una o varias sondas de termistancias con coeficiente de temperatura positivo (PTC). La resistencia de estos componentes estáticos aumenta bruscamente cuando la temperatura alcanza el umbral llamado “Temperatura Nominal de Funcionamiento” (TNF) o ( $\vartheta_{NAT}$ ) como se muestra en la figura siguiente.

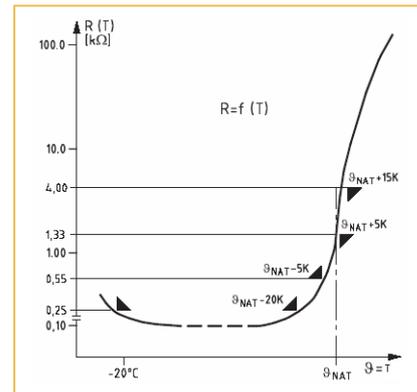


Fig. 9: Curva característica de una PTC.

- Un dispositivo electrónico, alimentado en corriente alterna o continua que mide permanentemente la resistencia de las sondas asociadas. Un circuito detecta el fuerte aumento del valor de la resistencia que se produce cuando se alcanza la “TNF” y ordena el cambio de estado de los contactos de salida.

Los relés con sondas de termistores PTC controlan de forma precisa y directa la temperatura de los devanados y lo desconectan si se alcanza una temperatura excesivamente alta. Por tanto, protegen realmente los motores en caso de calentamientos debidos a sobrecargas, aumentos de la temperatura ambiente, fallos en la ventilación, excesivo número de arranques o bien muy prolongados, mal estado de los cojinetes, etc.

La figura 9 muestra la ubicación del relé con termistancias en la caja de conexiones de un compresor semihermético.



Fig. 10: Ubicación del relé con termistancia.



En las máquinas frigoríficas generalmente se emplea como relé de protección del motor uno de los módulos de la firma “KRIWAN” como el que aparece en la figura siguiente. Aunque existen varios modelos, aquí se presenta es el más sencillo que incluye contacto de salida (11-12-14), entrada para sondas (1-2) y alimentación (L-N).

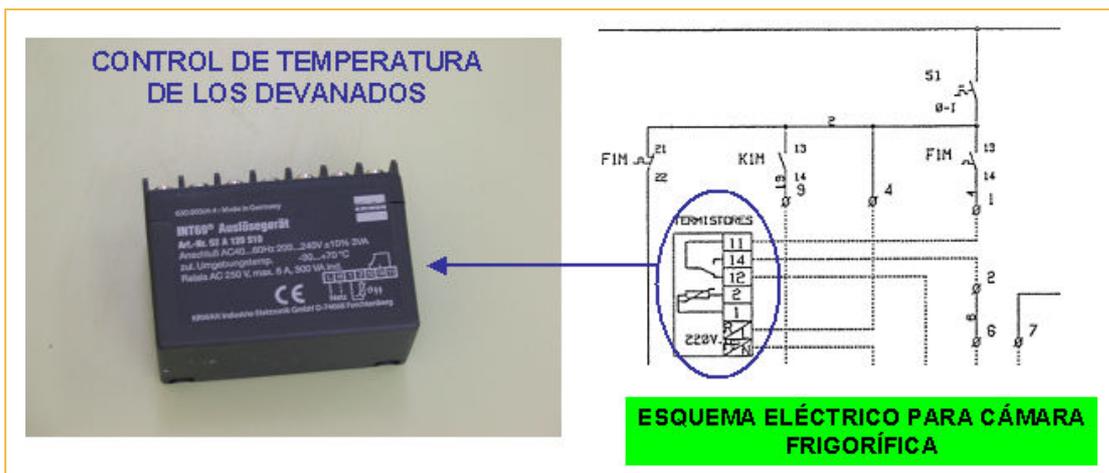


Fig. 11: Módulo de control de temperatura del motor y su esquema en una instalación.

Por otra parte, existen modelos de relés con termistancias como el mostrado en la figura 12 que además del control de la temperatura de los devanados eliminan la necesidad del relé térmico ya que impiden la rotación del motor en sentido contrario al controlar también la secuencia de fases del sistema y la pérdida de una fase.

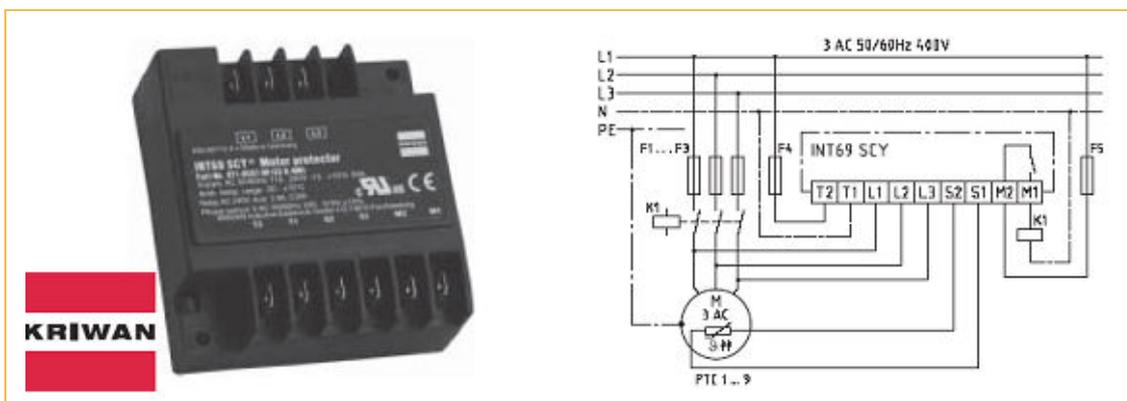


Fig. 12: Relé con termistancia y control de fases junto a su esquema en una instalación.

En caso que la temperatura del motor supere al valor de la temperatura nominal de disparo de la sonda, la resistencia PTC aumenta y el relé K1 de la figura anterior conmuta sus contactos desconectando el motor.

## Interruptores automáticos magnetotérmicos: Guardamotores

Los disyuntores o interruptores automáticos magnetotérmicos son elementos de protección de los circuitos eléctricos que interrumpen el paso de la corriente mediante la maniobra automática de un dispositivo mecánico, accionado por efectos térmicos o electromagnéticos producidos por la propia sobreintensidad. Estos equipos se pueden usar en sustitución de los fusibles con la ventaja que se rearman después de haberse disparado.

Un interruptor automático magnetotérmico puede dispararse de dos formas:

- **Disparo térmico** (lento) ante sobrecargas: actúa de manera similar al corte del relé térmico.
- **Disparo magnético** (rápido) para protección contra cortocircuitos: el disparo se produce debido al campo magnético creado por la corriente de cortocircuito al circular por una bobina incorporada al interruptor.



Fig. 13: Interruptor automático magnetotérmico.

Los interruptores automáticos se pueden clasificar en distintos tipos según su curva de disparo, algunos de los más representativos se muestran en la figura siguiente.

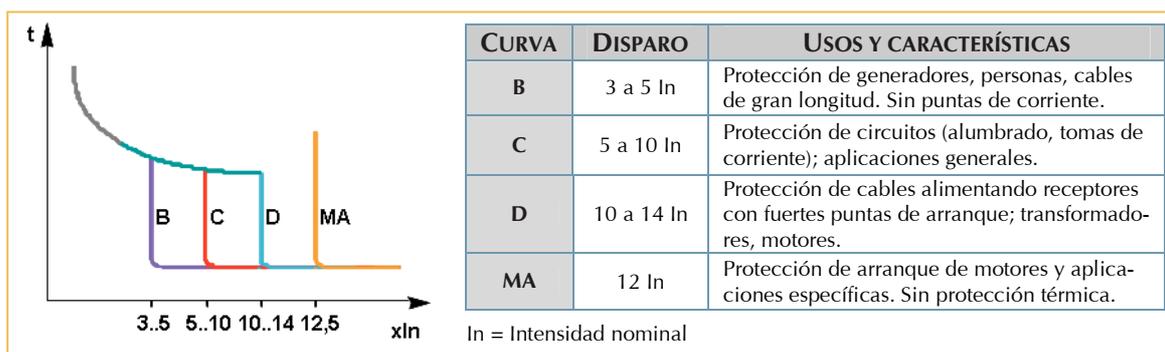


Fig. 14: Tipos de curvas de disparo de los interruptores automáticos.

La denominación de **PIA** (Pequeño Interruptor Automático) se emplea para los interruptores magnetotérmicos, de dimensiones normalizadas, usados en los cuadros de distribución de los circuitos interiores de baja potencia.

Los **guardamotores** o disyuntores magnetotérmicos son aparatos de control y protección magnetotérmica tripolar que reúnen en un solo dispositivo todas las necesidades de un arranque directo del motor.



La protección térmica del guardamotor tiene compensación de temperatura y sensibilidad a la pérdida de una fase y al igual que en los relés térmicos se ajusta a la corriente nominal del motor.

En los guardamotores existe la posibilidad de añadir bloques de contactos auxiliares con distintas funciones: señalización marcha-paro, disparo térmico o magnético, mecanismos de disparo por disminución de la tensión, conmutadores auxiliares, avisadores, etc.



Fig. 15: Guardamotor.

El guardamotor permite el seccionamiento y el enclavamiento en la posición paro y además debe ir asociado a un contactor.

La figura de la derecha muestra las curvas de disparo de los disyuntores magnetotérmicos o guardamotores donde se pueden apreciar dos tramos distintos, el de la izquierda correspondiente al funcionamiento del dispositivo como relé térmico y el otro como magnético. El límite entre ambas curvas nos indica el valor de la sobreintensidad que produce el disparo magnético.

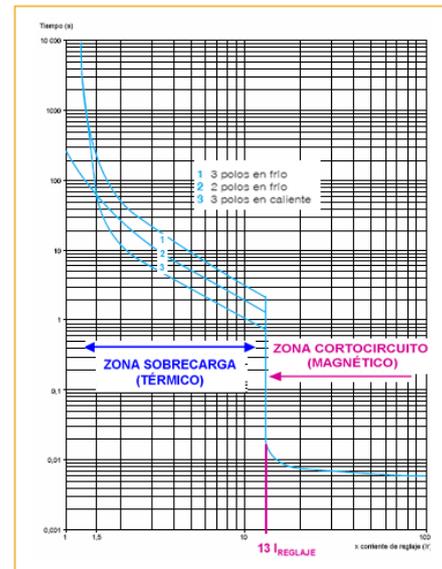


Fig. 16: Curvas disparo guardamotor.

El reglaje de la intensidad en los guardamotores se efectúa de igual forma que en los relés térmicos.

En algunos modelos de guardamotores, también es posible regular la intensidad de disparo magnética (zona de cortocircuito).

La elección del modelo de guardamotor como podemos observar en el catálogo de la figura 17 sobre disyuntores magnetotérmicos o guardamotores se realizará en función de la potencia y la tensión del motor.

Disyuntores magnetotérmicos GV2-P						
Control mediante mando giratorio						
Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3					Zona de reglaje de los disparadores térmicos	Corriente de disparo magnético $I_d \pm 20\%$
220 V	400 V	440 V	500 V	690 V		
kW	kW	kW	kW	kW	A	A
-	-	-	-	-	0,1...0,16	1,5
-	0,08	0,08	-	-	0,16...0,25	2,4
0,08	0,09	0,09	-	-	0,25...0,40	5
-	0,12	0,18	-	0,37	0,40...0,63	8
0,09	0,25	0,25	0,37	0,55	0,63...1	13
0,12	0,37	0,37	-	-	-	-

Fig. 17: Catálogo de guardamotores.

A continuación, en la figura siguiente se muestra la representación gráfica de los guardamotores o interruptores automáticos magnetotérmicos dentro de un esquema eléctrico de potencia y mando de motores.

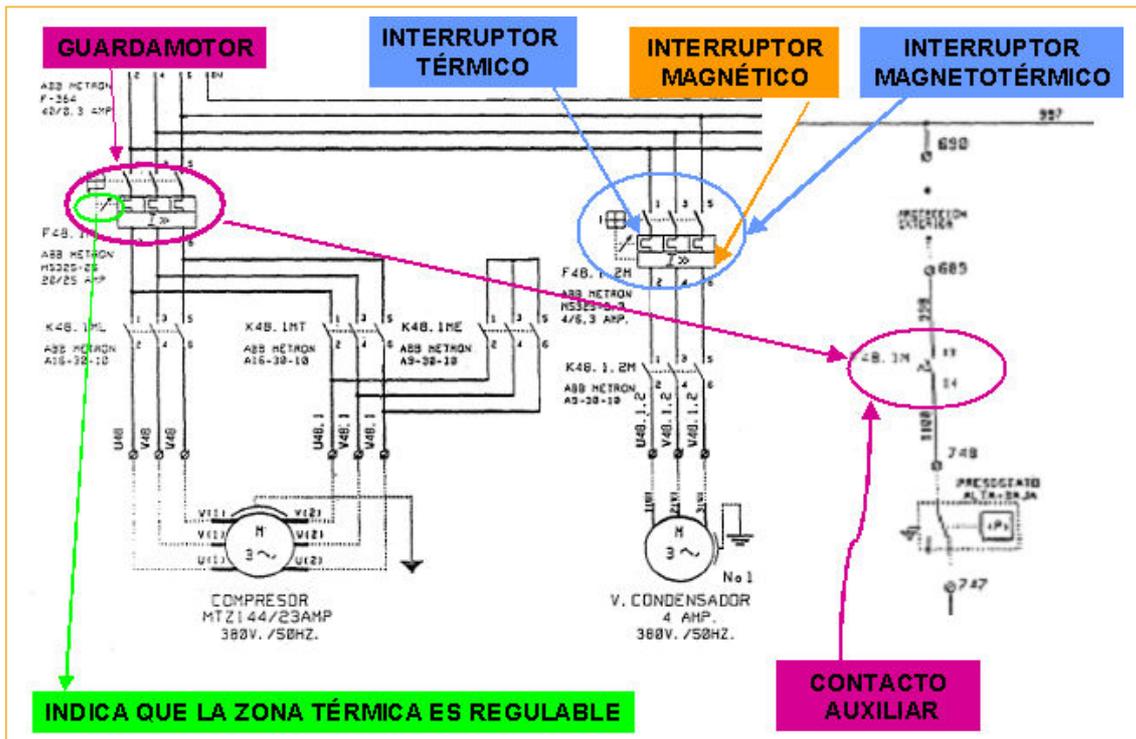


Fig. 18: Esquema de una instalación con interruptores magnetotérmicos y guardamotores.

4 actividad

En caso de tener que sustituir el interruptor automático ABB METRON del plano de la figura 18 por otro de Telemecanique como el de la figura 15. ¿Qué contacto auxiliar sería el 13-14 en el nuevo interruptor?



## Seccionadores

Los seccionadores son dispositivos mecánicos de conexión cuya función es aislar dos partes del circuito entre sí, de forma que no sea posible la transferencia de tensión entre ambas secciones. Sus principales elementos son un bloque tripolar o tetrapolar, uno o dos contactos auxiliares de precorte y un mando lateral o frontal que permite abrir o cerrar los polos manualmente.

Un seccionador abierto asegura que la distancia entre los dos puntos que separa sea tal, que imposibilite la formación de un arco eléctrico, es decir, la circulación de corriente a través del aire. A esta distancia se le denomina **distancia de seccionamiento**.



Fig. 19: Seccionador.



Los seccionadores pueden accionarse bajo tensión pero sin carga, o sea que no tienen poder de ruptura, con lo cual no es capaz de establecer o interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito. Por ello, **no se debe abrir nunca el seccionador con la máquina en marcha**.

El seccionamiento se puede completar con una medida de protección adicional como el enclavamiento del seccionador en posición abierta para impedir que la instalación se ponga bajo tensión de forma imprevista y garantizando de ese modo la seguridad de las personas y equipos. No obstante, se debe poder comprobar visualmente el estado de apertura o cierre del seccionador y si esta comprobación no es posible, se dispondrá de un sistema que indique su posición.

Dado que el seccionador es un aparato que nunca se debe usar con carga, la corriente del circuito deber cortarse previamente con un aparato de conmutación, generalmente un contactor.

La figura siguiente muestra los símbolos de los seccionadores y de un interruptor-seccionador.

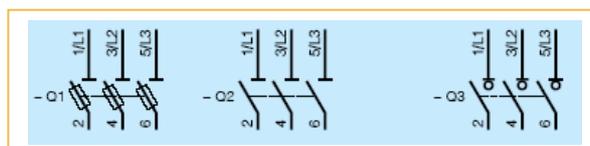


Fig. 20: Símbolos del seccionador con y sin fusibles (izda) y de un interruptor-seccionador (dcha).

## Dispositivos de mando y control

Las máquinas frigoríficas son sistemas automáticos cuya complejidad varía en función del tamaño de las mismas.

En cualquier caso existen dispositivos que se emplean en todas las instalaciones y otros cuya aplicación dependerá del nivel de complejidad. En este capítulo se analizarán aquellos dispositivos comunes a todas ellas y los destinados a las máquinas que no llevan control electrónico.

El objetivo de los aparatos de maniobra y control consiste en evitar daños en los propios equipos así como facilitar su manejo de forma segura. Además, para el manejo de cualquier máquina, es necesario un dispositivo que controle las corrientes de fuerte consumo que se originan en ellas.

Los aparatos encargados del mando y control permiten actuar sobre el funcionamiento de la instalación estableciendo e interrumpiendo la alimentación de los receptores o sea conectando o desconectando el circuito de maniobra o mando y que éste, a su vez, lo haga sobre las máquinas que gobierna.

Como su propio nombre indica, los dispositivos de mando están destinados a ser manejados manualmente por el usuario. Además, suelen ser visibles por el operador y estar accesibles en las máquinas. No obstante, en muchos casos, es necesario el control a distancia para facilitar la tarea del operario que suele estar alejado de los mandos del control de la potencia. Normalmente, en esos casos las acciones desarrolladas se pueden visualizar a través de pilotos luminosos o por otros circuitos de señalización realizados con contactos auxiliares que se incorporan a los contactores.

Los contactores son los equipos más usados para transformar las señales procedentes de otros dispositivos (detectores, pulsadores, etc.) en una orden a la máquina para ejecutar una tarea.

Otros dispositivos, como los pulsadores, que al ser accionados vuelven a su posición inicial, y los que requieren de otra acción para anular la orden anterior como los interruptores, conmutadores etc, se analizan en el capítulo de dispositivos para adquisición de datos ya que aunque intervienen en el mando de las máquinas, sirven también como intercambio de información.



## Contadores

Los contactores son dispositivos de conmutación accionados a distancia que pueden abrir o cerrar circuitos eléctricos tanto en vacío como en carga para arrancar/parar motores, conectar/desconectar resistencias de desescarche, etc.

Los principales elementos que forman un contactor son los siguientes:

- **Circuito electromagnético o electroimán:** Está compuesto por un circuito magnético y una bobina. Se encarga de actuar sobre los contactos principales y auxiliares cuando está bajo tensión.
- **Polos o contactos principales:** establecen y cortan las corrientes que van a los circuitos de potencia, o sea a los elementos de consumo (motores, resistencias de desescarche, etc).
- **Polos o contactos auxiliares:** realizan las funciones de enclavamiento del contactor, es decir, mantienen al contactor con tensión durante el tiempo necesario. Además pueden utilizarse para activar el circuito de señalización.

El circuito magnético del imán consta de dos partes, una fija y otra móvil, como puedes ver en el detalle de la figura siguiente.

La **parte fija** del circuito magnético está en la base del contactor.

La **parte móvil** está unida solidariamente a los contactos que permitirán el paso de la corriente de la máquina a través de ellos cuando el contactor sea activado.

Dentro del aparato, existe un resorte o muelle que permite mantener los contactos en situación de reposo.

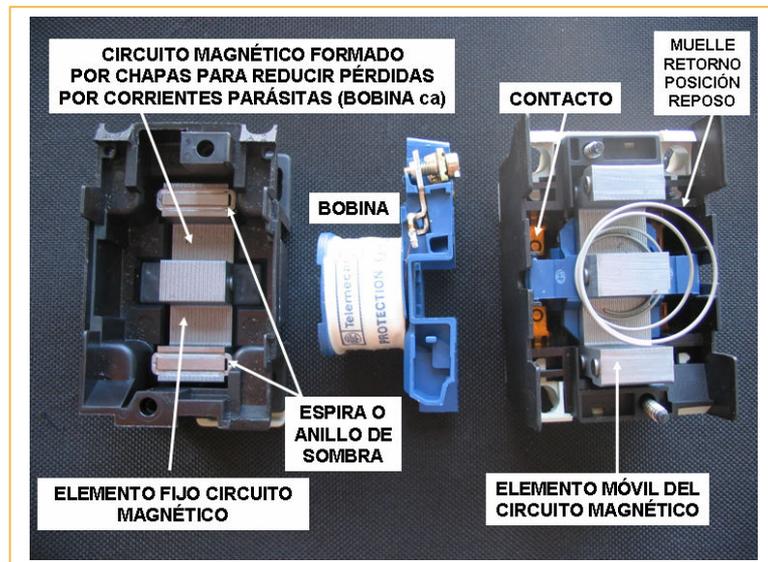
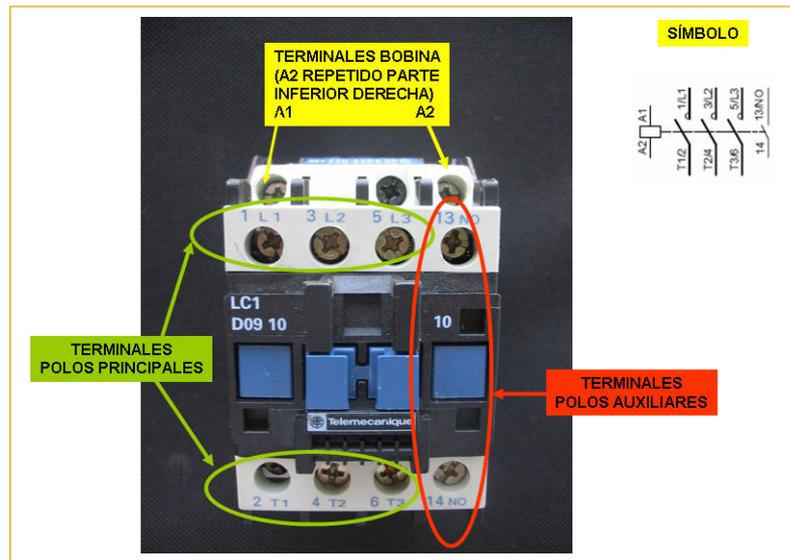


Fig. 21: Despiece de un contactor.

Al circular la corriente por la bobina del electroimán, la parte móvil se desplaza hacia la parte fija y los contactos principales se cierran. Los auxiliares se cierran o abren según sean normalmente abiertos (NA) o normalmente cerrados (NC).

La figura de la derecha muestra un contactor con la indicación de sus terminales así como la representación normalizada del mismo dentro de un esquema eléctrico.

Fig. 22: Contactor y simbología gráfica del aparato.



A continuación, la figura siguiente nos permitirá analizar distintos aspectos del funcionamiento del contactor comprobando la indicación del polímetro en cada caso.

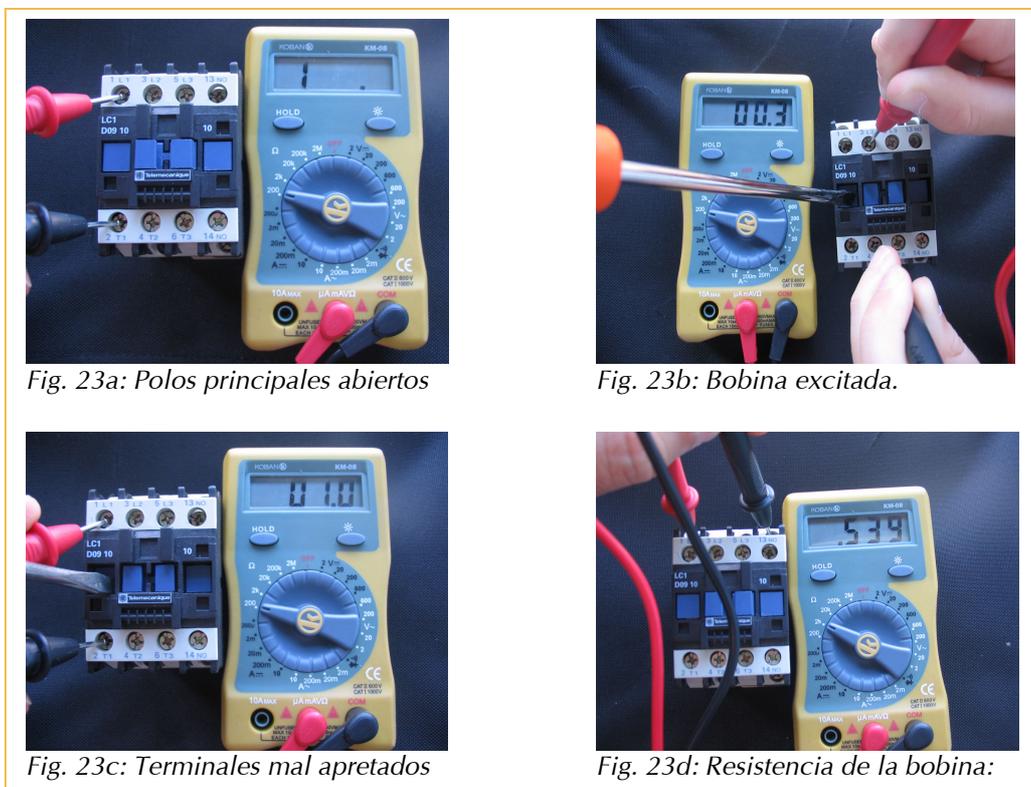


Fig. 23: Distintas mediciones en el contactor.



Cuando la bobina del contactor no se encuentra excitada los contactos principales se encuentran abiertos (fig. 23a ). Al excitar la bobina (en este caso, la excitación se ha simulado presionando el elemento móvil manualmente con un destornillador) los contactos principales se cierran (fig. 23b).

En caso de un apriete incorrecto en los terminales (fig. 23c) el efecto que se produce es que la resistencia del contacto aumenta.

Por último, en la fig. 23d se comprueba la medida de la resistencia de la bobina del contactor, que para este modelo tiene un valor es de 539 Ω. En caso que se haya producido un deterioro de la bobina deberá sustituirse.

Los contactores son los elementos más utilizados para el gobierno de motores y otros aparatos de potencia. Su dimensionado debe corresponderse con la potencia del receptor que se utilizará.

Los fabricantes suelen facilitar la selección adecuada de los contactores si se conocen las características del receptor al que se conectará. Para ello, basta con fijarse en la potencia y tensión de alimentación, luego se decide si el contacto auxiliar es “NA” o “NC” y finalmente la tensión de la bobina (•• de la referencia de la figura 24).

En la figura siguiente se muestra un catálogo de contactores tripolares para motores.

**Contactores**

Elección: páginas 1/10 a 1/45  
 Características: páginas 1/78 a 1/91  
 Dimensiones: páginas 1/112 a 1/116  
 Esquemas: páginas 1/118 y 1/117

Contactores para control de motores de 9 a 150 A, en AC-3  
 Circuito de control en corriente alterna

Referencias

Contactores tripolares con conexión para cables con o sin terminal

Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz en categoría AC-3	Corriente asignada de empleo instantáneos en AC-3 hasta	Contactos auxiliares	Referencia básica a completar con el código de la tensión (2) Fijación (1)	Peso
220V 380V 415V 440V 500V 660V 1.000V kW kW kW kW kW kW kW	A		Tensiones habituales	kg
2.2 4 4 4 5.5 5.5 - 9	9	- -	LC1-D0900•• B7 E7 F7 M7 Q7	0,34
		1 -	LC1-D0910•• B7 E7 F7 M7 Q7	0,34
		- 1	LC1-D0901•• B7 E7 F7 M7 Q7	0,34

Voltios	24	42	48	110	115	220	230	240	380	400	415	440	500	660
LC1-D09...D115														
50 Hz	B5	D5	E5	F5	-	M5	P5	U5	Q5	V5	N5	R5	S5	Y5
60 Hz	B6	D6	E6	F6	-	M6	-	U6	Q6	-	-	R6	-	-
LC1-D09...D150 (bobinas D115 y D150 antiparasitadas de origen)														
50/60 Hz	B7	D7	E7	F7	FE7	M7	P7	U7	Q7	V7	N7	R7	-	-

**TENSIÓN DE LA BOBINA**

Fig. 24: Catálogo de contactores.

*Ejemplo*

En el catálogo de motores de CA de la figura anterior aparece destacado el modelo de contactor adecuado para una bobina alimentada a 220 V CA y 50 Hz que en ese caso es el M5.

Existen distintos accesorios que se colocan sobre los contactores, algunos de los cuales se muestran en la figura siguiente: bloques de contactos auxiliares instantáneos, bloques de contactos auxiliares temporizados neumáticos a la conexión y desconexión.

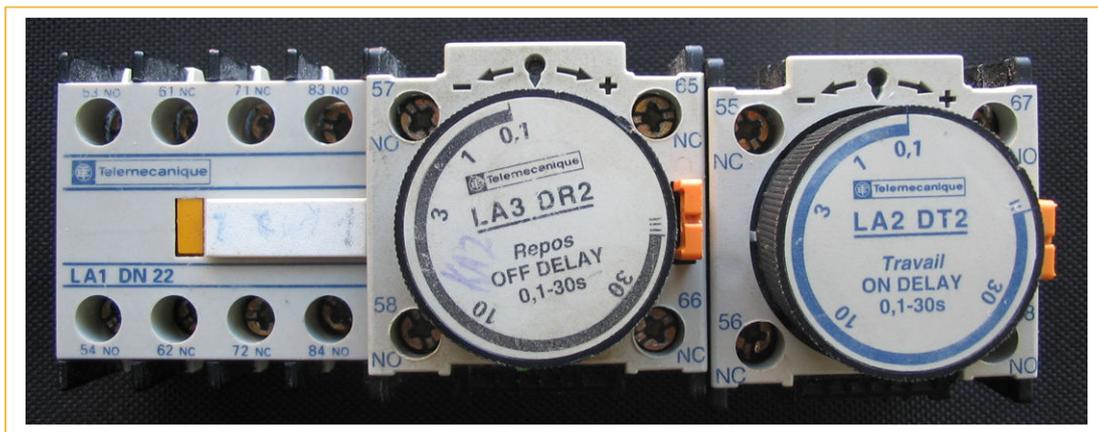


Fig. 25: Bloques de contactos auxiliares.

5 actividad

¿Qué modelo de contactor elegirías según el catálogo de la figura 24 para un motor trifásico de alterna de 20 A cuya tensión de la bobina es de 400 V a 50 Hz?

Razona tu respuesta.





## Relés auxiliares

Los relés auxiliares actúan de forma similar a los contactores y sirven como auxiliares en maniobras de mando, señalización, etc. Estos elementos se componen de un circuito magnético y de varios contactos abiertos y cerrados de igual forma que el contactor. La diferencia principal es que carecen de polos principales ya que **todos son auxiliares**.

La figura siguiente muestra distintos modelos de relé auxiliar y contactor. Observa los dos modelos situados más a la izquierda ya que a veces suelen confundirse; parece que son iguales, sólo cambia el color, pero uno es un contactor y otro un relé auxiliar.



Fig. 26: Relés auxiliares junto a un contactor.

Existen otros modelos de relés auxiliares no tan robustos como los anteriores, pero con la ventaja de ocupar menos espacio, lo que puede resultar importante, por ejemplo en equipos de aire acondicionado. Además, por una parte tienen una base fija o zócalo, donde va el cableado y por otra parte el relé enchufable con las bobinas y contactos que se encajan sobre la base, lo cual puede facilitar las operaciones de mantenimiento.

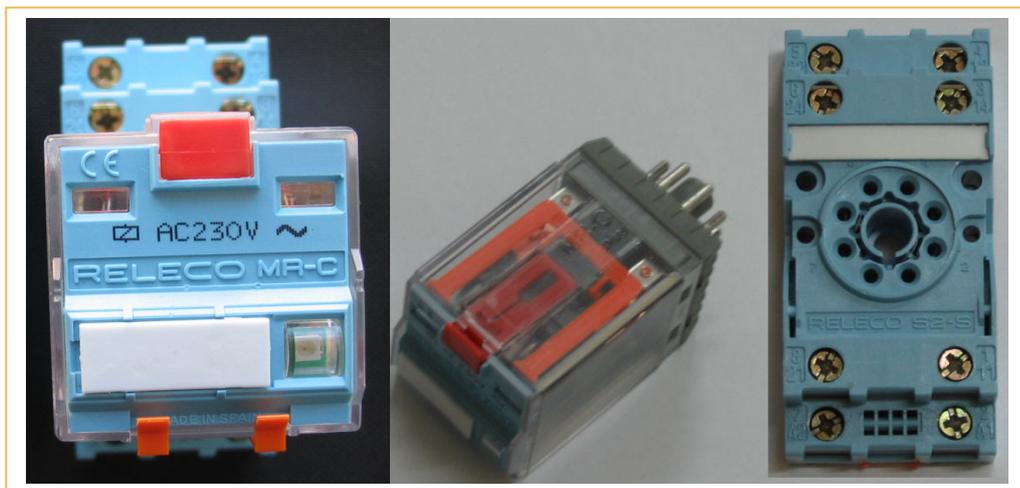


Fig. 27: Relé auxiliar con base fija.

## Relés temporizados o temporizadores

Los temporizadores son relés auxiliares en los que la acción de los contactos se produce un tiempo después de que la bobina haya ordenado la conexión o la desconexión.

Según el tipo de procedimiento empleado para conseguir el retardo se clasifican en neumáticos, térmicos, de motor síncrono, electrónico y de relojería.

La figura de al lado muestra dos modelos distintos de relés temporizados.



Fig. 28: Relés temporizadores.

Fundamentalmente existen dos tipos de relés temporizados: a la conexión y a la desconexión. En el caso de modelos electrónicos además de estos dos tipos existen numerosas funciones incorporadas a los mismos como por ejemplo intermitencias.

### o Relés temporizados a la conexión (al trabajo)

En estos elementos los contactos actúan un tiempo "t", regulable, después de la excitación de la bobina magnética.

En el caso de los relés electrónicos que suelen estar alimentados permanentemente (red) la temporización se inicia al cerrarse un contacto (interruptor K). Una vez transcurrido el tiempo programado los contactos de salida cambian de posición (carga) tal como muestra el cronograma de la figura 29. Cuando el contacto (interruptor K) abre los contactos de salida vuelven a la posición original.

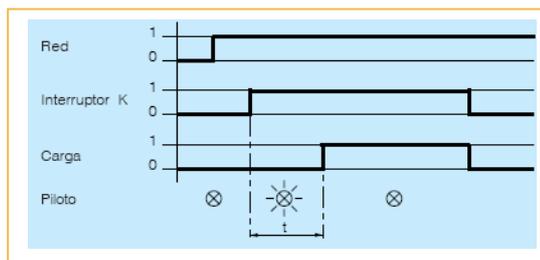


Fig. 29: Cronograma del relé temporizado a la conexión.



En la figura adjunta se muestra la simbología de este tipo de relés junto con la imagen de un relé de este tipo.

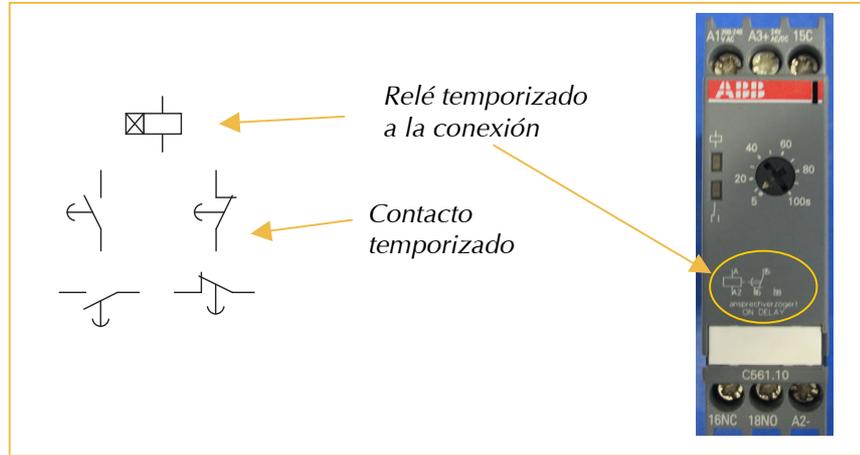


Fig. 30: Simbología e imagen de un relé temporizado a la conexión.

### o Relés temporizados a la desconexión (al reposo)

Los contactos actúan un tiempo después que cese la excitación de la bobina. En este caso, el relé no puede ponerse de nuevo en marcha hasta que no haya transcurrido un tiempo desde la finalización de la maniobra anterior, fijado por la bobina del relé temporizado.

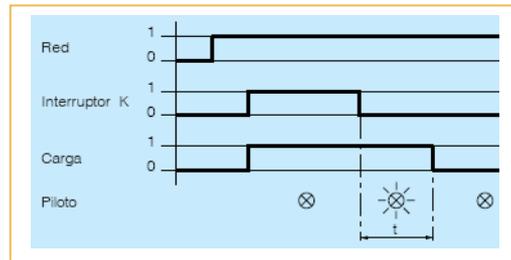


Fig. 31: Cronograma del relé temporizado a la desconexión.

En la figura siguiente se muestra la simbología de este tipo de relés junto con la imagen de un relé de este tipo.

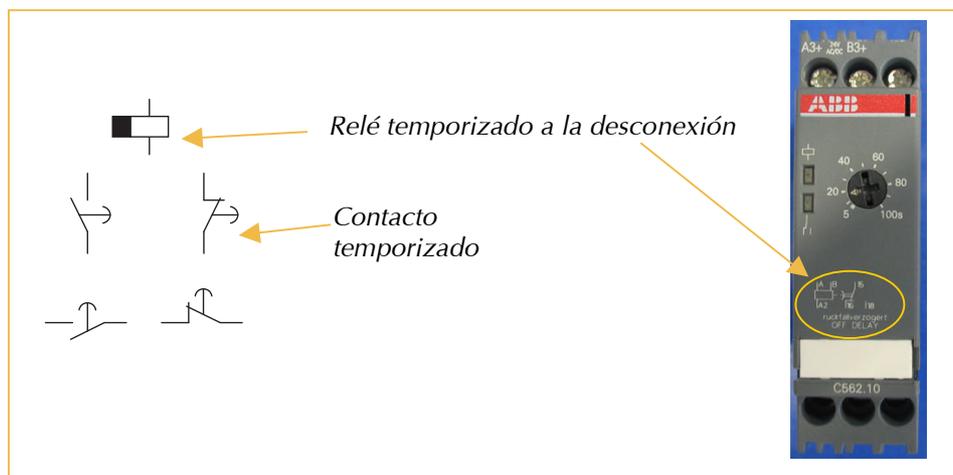


Fig. 32: Simbología y relé temporizado a la desconexión.

Cuando se realicen las conexiones de un relé temporizado a la desconexión de tipo electrónico se debe prestar especial atención a la “bobina” del relé ya que va alimentada de forma permanente entre fase y neutro (suponiendo alimentación a 220 V ca).

La figura de la derecha muestra un módulo temporizado de un relé auxiliar “RELECO”.



Fig. 33: Temporizador Releco.

6 actividad

Observa la imagen de la figura anterior y a partir de la misma indica ¿Cómo deduces el tipo de temporizado de que se trata? ¿Cómo lo conectarías?



## Reloj de desescarche

La función del reloj o programador de desescarche es la de controlar la duración del tiempo de desescarche de la máquina y los instantes en que se realizará esta función.

En el mercado existen varios modelos, aunque básicamente son todos similares. A continuación, en la figura siguiente, se indican las características de uno de ellos, que podemos considerar como más general.

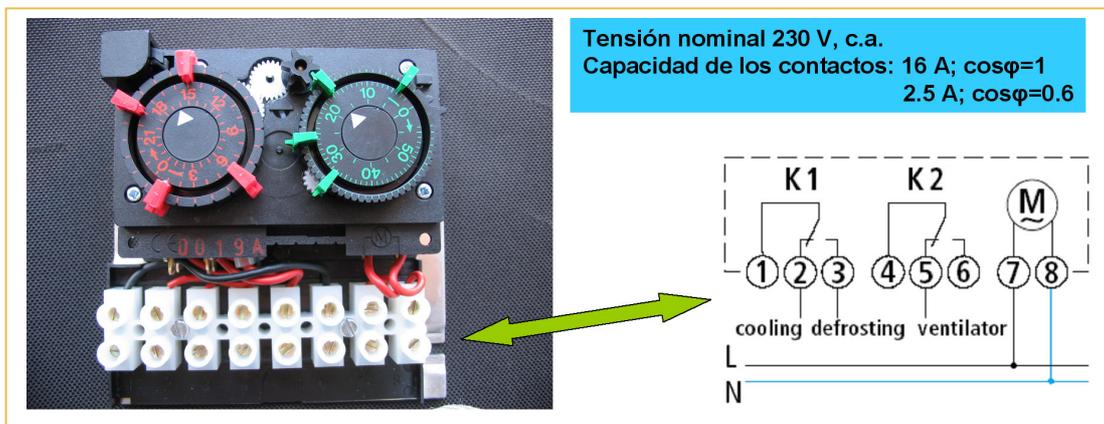


Fig. 34: Reloj de desescarche y esquema de contactos del equipo.

La figura 34 muestra el esquema de conexiones del modelo "Frigga 77 h" en el que solamente se dispone de un contacto de salida que se conecta al compresor de enfriado (cooling) o a las resistencias de descongelación (defrosting), suponiendo un deshielo o desescarche por este método. En el cronograma de la parte inferior de la figura se aprecia la duración del desescarche que puede programarse entre 2 y 56 minutos.

Durante el desescarche el contacto K1 conecta los bornes 1 y 3 parando el compresor y conectando el dispositivo de aporte de calor.

Como se observa en el esquema de conexiones de la figura, los bornes 7 y 8 llevan la alimentación al motor del programador para poner en marcha el reloj.

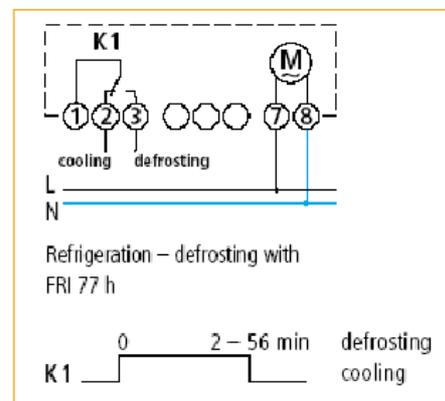


Fig. 35: Esquema de conexiones y cronograma del funcionamiento del modelo THEBEN FRI 77 h.

Por otra parte, existen otros modelos, cuyo esquema de conexiones se muestra en la figura siguiente, que a diferencia del anterior, incorporan un contacto adicional que permite retardar la puesta en marcha de los ventiladores del evaporador al finalizar al tiempo de desescarche. De esta forma, se evita el choque térmico que se produciría entre el aire frío de la cámara y el aire, aún caliente, del interior del evaporador, como consecuencia del aporte de calor que se ha producido.

En el cronograma de la parte inferior de la figura se observa que el retardo mínimo de los ventiladores es de 2 minutos.

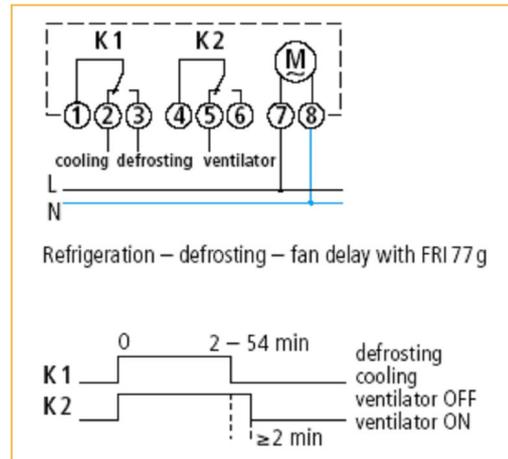


Fig. 36: Conexiones y funcionamiento del modelo THEBEN FRI 77 g.

Aunque se analizará en unidades posteriores avanzaremos aquí que en la práctica suele conectarse el modelo “Fri 77 g” tal como se indica en el esquema de conexionado de la figura siguiente.

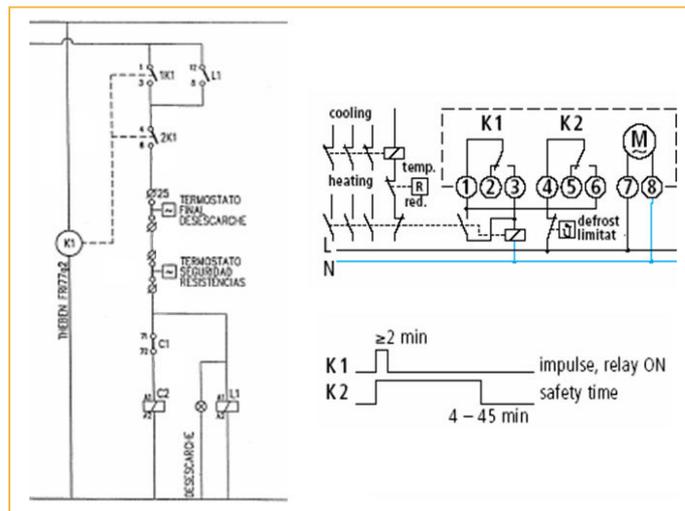


Fig. 37: Conexión práctica del modelo FRI 77 g.

Como se aprecia en el cronograma de la parte inferior de la figura anterior, en este caso es K2 el contacto que marca la duración del desescarche, mientras que K1 sólo indica el instante en el que se inicia.



## Dispositivos para adquisición de datos

La adquisición de datos engloba al conjunto de dispositivos que proporciona información del estado de una instalación, producto, máquina, etc. Estos componentes pueden detectar una posición, controlar un umbral, identificar un objeto, indicar un parámetro, etc.

¿Qué aparatos conoces con esta utilidad?

Durante mucho tiempo, los únicos dispositivos que permitían al operador recibir información del estado de una máquina junto con el envío de órdenes y consignas eran los pulsadores y los pilotos. Actualmente, el desarrollo de los automatismos permite ampliar el intercambio de información ofreciendo posibilidades muy amplias de gestión.

Como se ha mencionado, en muchos casos los pulsadores e interruptores además de servir como elementos de mando tienen la función de proporcionar una información de tipo todo - nada al sistema, por lo cual se han incluido como dispositivos de adquisición de datos en este capítulo. Además, los interruptores de posición electromecánicos y otros detectores controlan la presencia, la posición, el paso y otros estados.

Los interruptores de presión y temperatura (presostatos y termostatos) respectivamente, indican variaciones de estos parámetros proporcionando información cuando se alcanzan unos umbrales previamente fijados.

A continuación, se presentan los principales dispositivos de este tipo presentes en los circuitos de refrigeración y climatización como son:

- Pulsadores.
- Interruptores.
- Presostatos.
- Termostatos.
- Finales de carrera.
- Borneros.

Los dispositivos electrónicos como por ejemplo los transmisores de presión, de temperatura y otros se analizarán en otra unidad didáctica.

## Pulsadores

Un pulsador es un contacto accionado manualmente que una vez que cesa su fuerza de accionamiento recupera su posición inicial, siendo ésta su característica principal.

En función del tipo de maniobra que deben realizar, existen dos tipos de pulsadores:

- Pulsador de marcha (A). Normalmente abierto (fig. 25a): no deja pasar la corriente hasta que no es accionado volviendo a su posición inicial una vez finalizado el accionamiento.
- Pulsador de paro (P). Normalmente cerrado (fig. 25b): deja pasar la corriente hasta que es accionado volviendo a su posición inicial una vez finalizado el accionamiento.

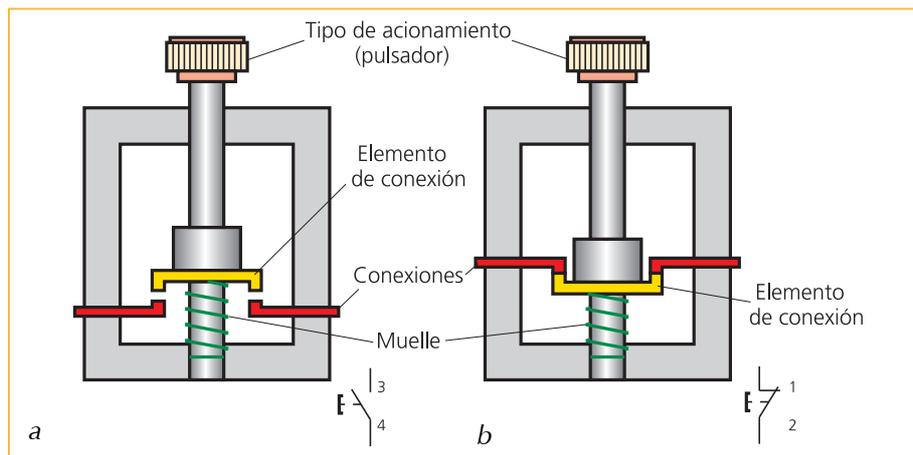


Fig. 38a: Pulsador normalmente abierto. Fig. 38b: Pulsador normalmente cerrado.

Como se aprecia en la figura anterior una lámina conductora o elemento de conexión establece contacto con los dos terminales o conexiones para permitir o interrumpir el paso de la corriente al oprimir el botón del pulsador. Además, un muelle hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón.

La figura siguiente muestra un pulsador de tipo saliente entre los distintos modelos que existen como pueden ser los rasantes, de seta, de llave, etc.



Fig. 39: Pulsador saliente.



## Interruptores

El interruptor es un dispositivo de maniobra que permite la conexión o desconexión del circuito y que está accionado por medio de una palanca o de forma rotativa.

Al contrario que el pulsador, el interruptor conserva su posición hasta que vuelva a ser accionado.

El interruptor tiene poder de ruptura y permite cerrar el circuito cuando circulan por él las corrientes de cortocircuito, aunque no es capaz de interrumpirlas ya que el elemento que corta este tipo de corrientes es el disyuntor o interruptor automático.



Un dispositivo de maniobra tiene poder de ruptura cuando es capaz de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones nominales del circuito.

Los componentes principales que forman parte de los interruptores junto con los símbolos de los mismos se indican en la figura siguiente.

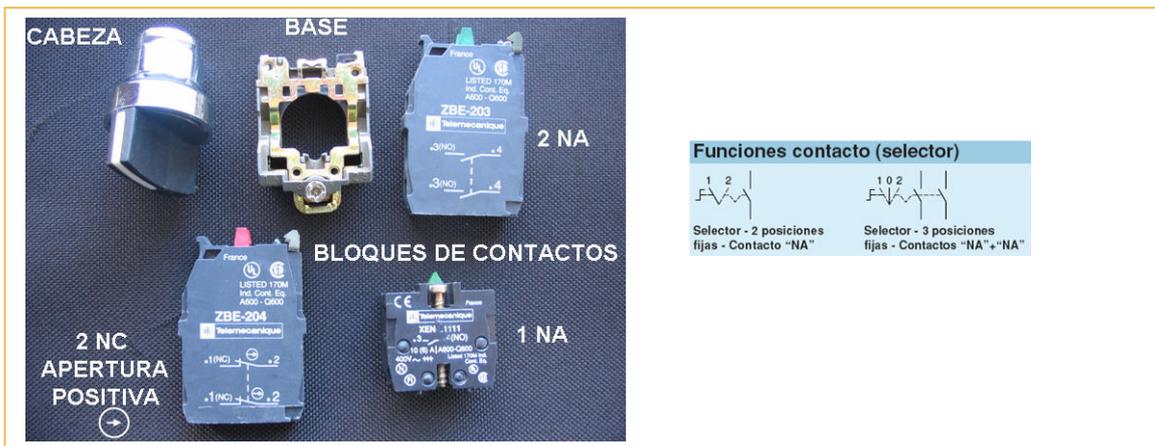


Fig. 40: Componentes de un interruptor y simbología con las funciones del contacto.

El número de contactos para un interruptor puede ser variable, según el número de bloques que se asocien a la base.

En las máquinas frigoríficas suelen emplearse interruptores de dos o tres posiciones como los indicados en la figura siguiente. Estos interruptores pueden llevar uno o varios bloques de contactos normalmente abiertos (NA) o normalmente cerrados (NC).

Generalmente los interruptores en las máquinas frigoríficas se emplean para:

- Realizar la parada de la máquina cerrando la solenoide (vaciado evaporador).
- Controlar el ventilador del evaporador.
- La marcha o paro del circuito de mando.



Fig. 41: Interruptores de dos y tres posiciones (vista frontal arriba y posterior debajo).

Cada uno de los elementos de un interruptor se pueden adquirir de forma independiente como se muestra en la figura siguiente la reproducción del catálogo de un fabricante.

Cabezas para selectores (1)		Número y tipo de posiciones		Número y tipo de posiciones	
Forma de la cabeza	Dispositivo de mando				
		2 fijas	∨	3 fijas	∨
ZB4-BD4	Con maneta corta negra	2 con vuelta de derecha a izquierda	∩	3 con vuelta de derecha al centro	∩

Bloques de contacto con conexión mediante tornillos de estribo (1)					
Designación	Tipo de contacto		Venta por cantidad indivisible	Referencia unitaria	Peso
	NA	NC			kg
Bloques de contacto estándar simples	1	-	5	ZBE-101	0,011
	-	1	5	ZBE-102	0,011

Base de fijación			
Utilización para	Venta por cant. indiv.	Referencia unitaria	Peso
			kg
Bloque eléctrico (función contacto o luminosa)	10	ZB4-BZ009	0,039

(1) Se puede componer un número máximo de 3 niveles de cuerpos de contactos con los bloques. Es decir 3 x 3 contactos simples o 3 contactos dobles + 3 contactos simples (los contactos dobles ocupan 2 niveles).  
 (2) La lámpara se debe pedir por separado.

Fig. 42: Catálogo de componentes de un interruptor.



## Presostatos

El presostato es un dispositivo que actúa sobre los contactos de un circuito eléctrico en función de la presión que circula por un conducto o que está contenida en un recipiente.

Cuando la presión en el lugar dónde está conectado el presostato aumenta o disminuye, por encima o por debajo del valor de ajuste o consigna (*set – point*) del dispositivo, los contactos cambian de posición.

La figura siguiente muestra dos modelos de presostatos de la marca “Danfoss”: el de la izquierda es un presostato combinado de alta y baja presión con el lado de baja con diferencial ajustable mientras que el de la derecha es un presostato simple de alta presión y con diferencial ajustable.



Fig. 43: Presostatos.

Los principales criterios de selección de los presostatos se analizarán en el módulo correspondiente a las “Máquinas y Equipos Frigoríficos”.

En las instalaciones de refrigeración y climatización son empleados como elementos de seguridad y control para:

- Arranque y parada del compresor.
- Arranque y parada de los ventiladores del condensador.
- Control del desescarche.
- Control de la presión en depósitos y tuberías.

Algunas de las aplicaciones anteriores se muestran en la figura siguiente:



Fig. 44: Ejemplos de aplicación de presostatos.

En la figura siguiente se muestra en detalle el presostato combinado para alta y baja presión con todos sus ajustes y el esquema eléctrico equivalente con sus terminales para las conexiones eléctricas A, B, C y D como se indican en la imagen.

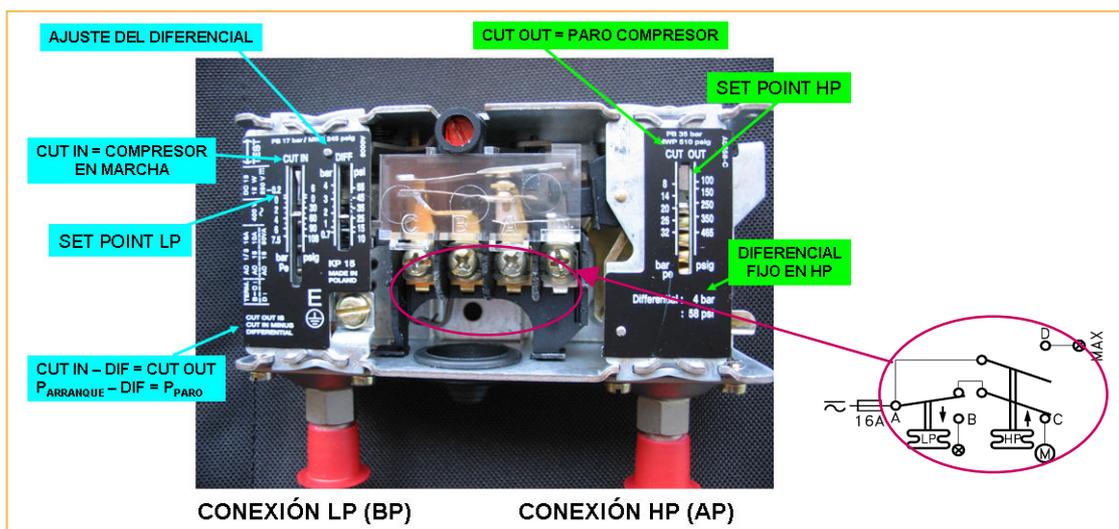


Fig. 45: Presostato con su esquema eléctrico.

En el esquema eléctrico del presostato combinado de alta y baja de la figura anterior se puede observar las flechas que indican la variación de la presión en alta o baja para que se produzca el cambio en los contactos correspondientes.



A continuación se muestran los esquemas eléctricos de un presostato de baja presión (LP) en el cual el contacto eléctrico cambia de posición para parar el motor al disminuir ( $\downarrow$ ) la presión por debajo del valor de ajuste y otro de alta en el cual el contacto eléctrico cambia de posición al aumentar ( $\uparrow$ ) la presión por encima del valor de ajuste.

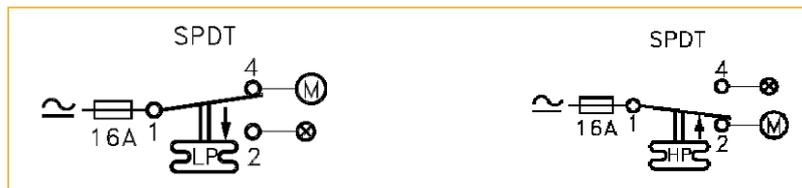


Fig. 46: Esquemas eléctricos de un presostato de baja y otro de alta presión.

En ocasiones para indicar cuando cambia el contacto con la presión en lugar de colocar una flecha se utiliza el símbolo de mayor ( $>$ ) o menor ( $<$ ) cuya equivalencia es  $\geq$  o  $\leq$  respectivamente.

7  
actividad

Si el presostato de la figura anterior se emplease para poner en marcha un ventilador cuando la presión aumenta. ¿Cómo conectarías el presostato al contactor del motor? ¿Por qué?

## Termostatos

El termostato es un dispositivo que actúa sobre los contactos de un circuito eléctrico en función de la temperatura del entorno.

En la figura siguiente se muestran dos modelos distintos de termostatos.



Fig. 47: Termostatos.

Cuando la temperatura en el lugar dónde está colocado el bulbo del termostato aumenta o disminuye, por encima o por debajo del valor de ajuste (*set – point*) los contactos del termostato cambian de posición.

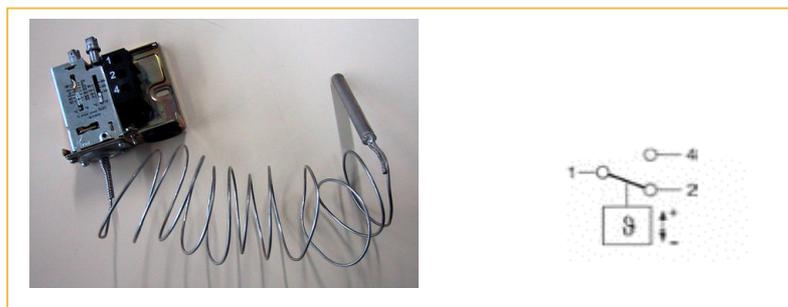


Fig. 48: Termostato con su bulbo y esquema eléctrico de los contactos.

En las instalaciones de refrigeración y climatización son empleados como elementos de seguridad y control para:

- Controlar la temperatura ambiente de las cámaras frigoríficas.
- Arranque y parada de los ventiladores del evaporador.
- Final del desescarche.
- Seguridad de las resistencias de desescarche.
- Seguridad de la temperatura del aceite del compresor y de la línea de descarga.



A continuación se muestra el detalle de un termostato con todos sus ajustes y su esquema eléctrico correspondiente.

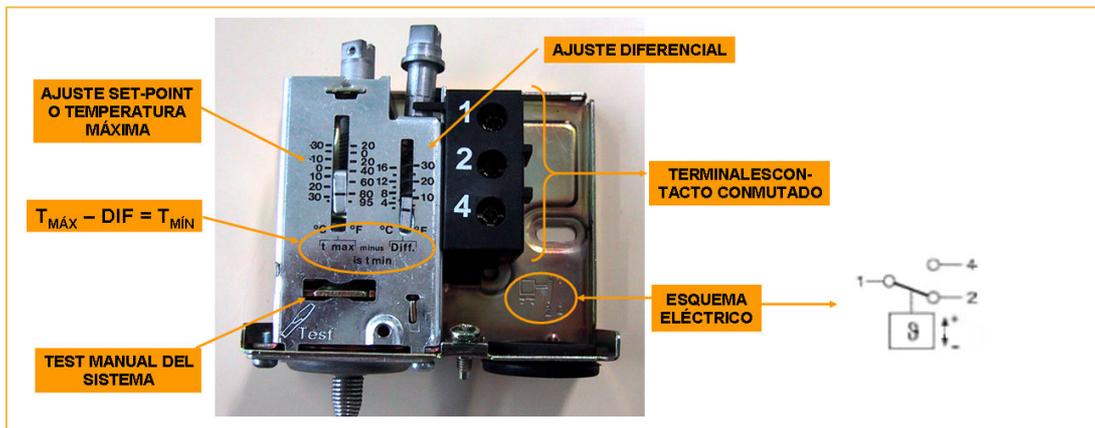


Fig. 49: Termostato con sus ajustes y su esquema eléctrico.

Un aumento de la temperatura por encima del valor de consigna (*set 1 - point*) abre los contactos 1 - 2 del circuito y cierra el 1 - 4 cambiando de posición.

La figura de al lado muestra el interior de un termostato con su esquema eléctrico y el selector automático -paró.



Fig. 50: Termostato con selector.

En el esquema eléctrico de la figura 47 se muestran dos de las aplicaciones típicas del termostato como son el control de la válvula solenoide en función de la temperatura ambiente y el control de los ventiladores del evaporador tras un desescarche, en cuyo caso el ventilador sólo se pondrá en marcha cuando la temperatura en el interior del evaporador sea la ajustada.

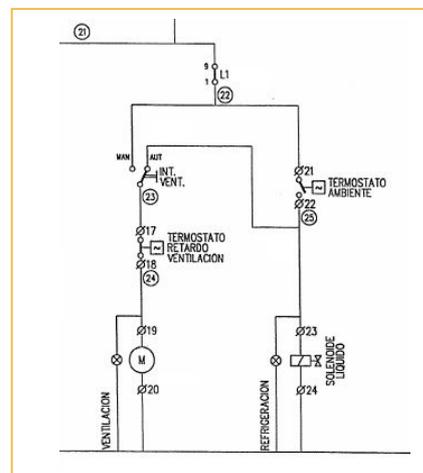


Fig. 51: Plano eléctrico con termostatos.

## Finales de carrera

El final de carrera es un interruptor de posición cuya función principal es la detección de una situación determinada. En muchos casos esta función esta asociada a la seguridad del equipo o de las personas.

Los contactos del final de carrera son actuados por un mecanismo o elemento móvil que varia su posición al ser accionado y recupera la misma al cesar la acción que originó el cambio.

En el caso de instalaciones frigoríficas los finales de carrera suelen estar asociados a la detección de puertas abiertas en cámaras frigoríficas.

La figura de la derecha muestra varios modelos de finales de carrera con distintos dispositivos de ataque

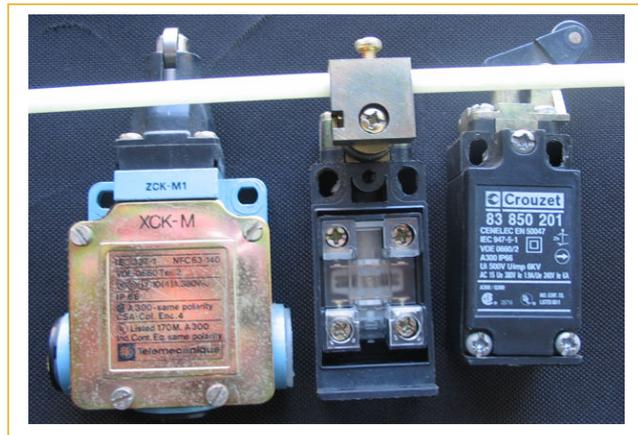


Fig. 52: Finales de carrera.

El final de carrera consta de los siguientes elementos:

- Contacto eléctrico: puede ser 1 NO/NC, 2 NO/NC, ...
- Cuerpo: donde se alojan los contactos y la cabeza de ataque
- Cabeza y dispositivo de ataque: según la aplicación existen numerosas posibilidades pulsador de bola, varilla rígida, etc.

La figura siguiente muestra las partes principales del final de carrera y el detalle del tipo de contacto.

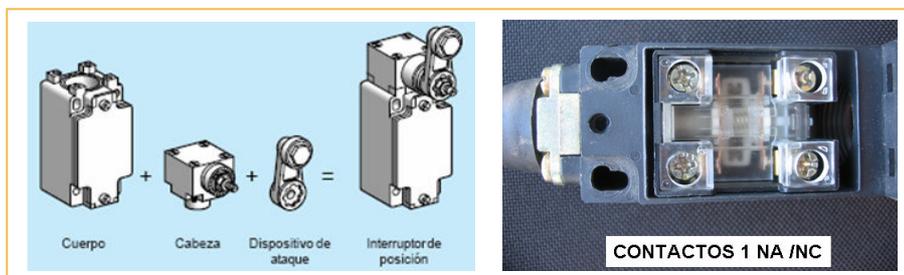


Fig. 53 Componentes de un final de carrera.



## Borneros

El bornero tiene como misión conectar las aparatos que se encuentran en el exterior del armario (en campo) con el resto de los componentes del automatismo situados en el armario. Además, permite comprobar de forma simple y fácil si la señal procedente de los elementos de campo (termostatos, presostatos, etc) es la que se espera en el caso de mal funcionamiento.

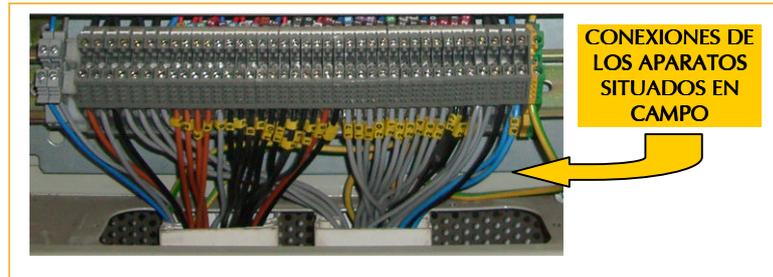


Fig. 54: Bornero.

### Ejemplo

Si el compresor no arranca y sospechamos que el fallo es del presostato de baja podemos hacer un puente en los bornes correspondientes a dicho presostato y si con ello arranca el compresor habremos limitado la avería a una zona muy concreta: el presostato y las conexiones hasta el bornero.

En la figura de la derecha puedes observar que los cables procedentes de campo vienen marcados con un numero que se corresponde con el indicado en el plano de bornes de la instalación de ahí la utilidad de la numeración de dichos cables.

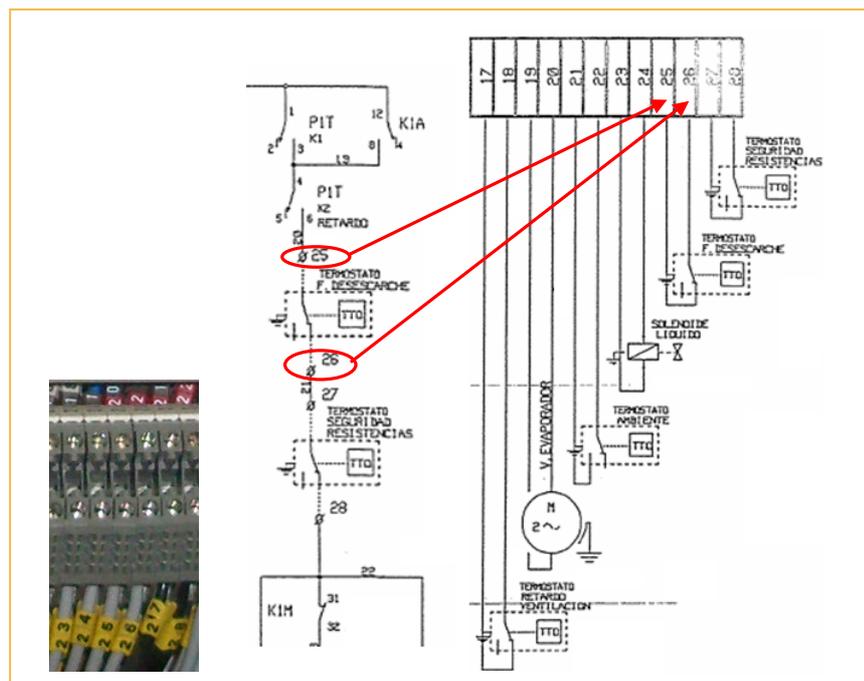


Fig. 55: Detalle del bornero y esquemas eléctricos del mismo.

8  
actividad

¿Cómo conectarías el final de carrera mostrado en la figura 53 (1 NA /NC) para conseguir parar el ventilador del evaporador cuando se abre la puerta de una cámara frigorífica?  
Nota: El motor del ventilador es monofásico



## Resumen

<b>Fusible</b>	Dispositivo que protege de sobrecargas y cortocircuitos. Se basa en el calentamiento que sufre un conductor al ser recorrido por la corriente. Se destruye al actuar.
<b>Relé térmico</b>	Está destinado a la protección contra sobrecargas. Actúa sobre el circuito de mando a través del contacto auxiliar de un contactor. Permite regular la intensidad de disparo.
<b>Relé con termistancia</b>	Mediante sondas de termistancias PTC y dispositivos electrónicos pueden controlar la temperatura real de los devanados del motor, desconectándolo si es excesiva.
<b>Interruptor automático magnetotérmico o guardamotor.</b>	El disyuntor o interruptor automático magnetotérmico protege contra sobrecargas y cortocircuitos en sustitución de los fusibles ya que se rearma sin necesidad de ser sustituido.
<b>Seccionador</b>	Permite abrir y cerrar el circuito para aislar dos partes o sea tiene capacidad de corte pero no se puede abrir en carga.
<b>Contactor</b>	Dispositivo electromecánico accionado a distancia que puede abrir o cerrar circuitos tanto en vacío como en carga. Vuelve a su posición de reposo al cesar la fuerza que lo mantenía conectado.
<b>Relé auxiliar</b>	Sirve de ayuda al contactor en distintas maniobras como mando, control, señalización, etc.
<b>Relé temporizado</b>	El temporizador es un relé auxiliar cuyos contactos se accionan un tiempo después de que la bobina haya dado la orden de conexión o desconexión.
<b>Reloj de desescarhe</b>	Equipo de control del tiempo y del instante en que la máquina frigorífica realiza la función de desescarhe.
<b>Pulsador</b>	Es un contactor con accionamiento manual en el que, cuando desaparece la fuerza de accionamiento recupera la posición de reposo.

<b>Interruptor</b>	Permite maniobrar circuitos por los que circula la corriente nominal. Conserva su posición cada vez que se actúa sobre él.
<b>Presostato</b>	Interruptor de presión que actúa los contactos de un circuito en función de la presión de un conducto o recipiente.
<b>Termostato</b>	Interruptor de temperatura que abre o cierra un circuito dependiendo del valor de la temperatura ambiente.
<b>Final de carrera</b>	Interruptor de posición actuado por un mecanismo o elemento móvil que cambia de posición al ser accionado y la recupera cuando cesa la fuerza que lo accionó.
<b>Bornero</b>	Dispositivo de unión de los conductores de entrada y salida al cuadro eléctrico de una instalación.



## Autoevaluación

1. ¿Cuál es la diferencia entre un contactor y un relé auxiliar?

2. Completa las siguientes frases con las palabras adecuadas correspondientes:

- a. Los ..... son dispositivos en que la acción de los contactos se produce un tiempo después del cese de la excitación de la bobina.
- b. Los ..... son aparatos que accionan contactos, en función de la presión que actúa sobre una instalación.
- c. Los ..... controlan de forma precisa la temperatura de los devanados del motor desconectándolo si se alcanza un valor excesivo.

3. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

	V	F
a. El fusible actúa directamente sobre el circuito de fuerza mientras que el relé térmico lo hace sobre el de mando.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. El interruptor, al igual que el pulsador, una vez que cesa la fuerza de accionamiento recupera su posición original.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Los disyuntores o interruptores automáticos magnetotérmicos se pueden emplear en sustitución de los fusibles.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Un seccionador tiene poder de ruptura.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. ¿Cuáles son las partes principales de un contactor?

5. Asocia cada elemento según corresponda:

- |   |  |
|---|--|
| a. Termostato.                            | 1. Interruptor de posición que nos permite actuar cuando es accionado previamente mediante un contacto.                        |
| b. Final de carrera.                      | 2. Dispositivo que permite la apertura o cierre de un circuito en función de la temperatura que le rodea.                      |
| c. Interruptor automático magnetotérmico. | 3. Elemento de protección que interrumpen el paso de la corriente automáticamente, actuados por efectos térmicos o magnéticos. |
| d. Relé térmico.                          | 4. Solamente se puede rearmar cuando los bimetales se hayan enfriado.  |

6. ¿Cómo conectarías un relé térmico tripolar a un motor monofásico?  
Razona la respuesta.

7. ¿Cómo conectarías un termostato a una válvula solenoide sabiendo que al subir la temperatura la válvula deber conectarse?  
Razona la respuesta.



## Respuestas Actividades

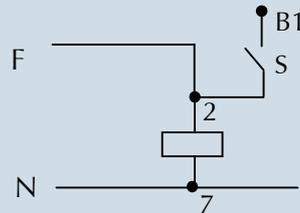
1. Sí, pero no podría ser de 10 A de intensidad nominal ya que durante el arranque el motor consume una intensidad mucho mayor y por ello impediría el arranque del mismo. Por tanto, deberías elegir un fusible de aproximadamente 40 A (consultar el catálogo del fabricante). Generalmente, los catálogos de los fabricantes indican esta posibilidad como se muestra en la figura siguiente.

Protección mediante fusibles o disyuntor magnético de tipo GV2-L, ver las páginas 1/550 a 1/553 y 1/556 a 1/557.

Zona de reglaje del relé	Fusibles para asociar al relé elegido			Referencia
	calibre máximo			
Tipo	Tipo			
	aM	gl	BS88	
A	A	A	A	
Clase 10 A (la norma establece una duración de disparo a 7,2 In comprendida entre 2 y 10 segundos)				
0,11...0,18	0,25	0,5	-	LR2-K0301
0,16...0,23	0,25	0,5	-	LR2-K0302
0,23...0,36	0,5	1	-	LR2-K0303

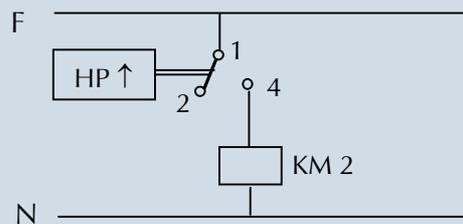
2. Si carece de refrigerante, no es posible el enfriamiento de los devanados del motor del compresor y por tanto podría quemarse el motor aunque estuviese trabajando en vacío.
3. El relé térmico no actuará ya que se activa en función de la corriente absorbida por el motor que no tiene porque aumentar. El motor podría llegar a quemarse si la ventilación permanece taponada durante mucho tiempo por el aumento de temperatura que se generaría. Si girase a baja velocidad el caudal de aire sería insuficiente para enfriarlo y el térmico no actuaría pudiendo quemarse el motor. En este caso debería preverse otro tipo de protección.
4. Deberías seleccionar el que se encuentra abierto en la posición "0" del "Telemechanique" ya que el plano se ha dibujado en reposo con el guardamotor abierto.
5. El modelo de contactor seleccionado según el catálogo de la figura debería ser el V5.
6. Según se indica en la carcasa del aparato se trata de un retardo a la desconexión (OFF DELAY).

La conexión del temporizador aparece se indicada en la parte inferior izquierda del aparato y en todo caso se muestra en la figura siguiente:



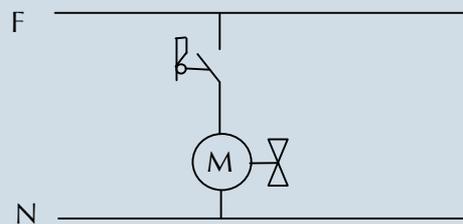
El contacto S inicia la cuenta de temporización como se puede ver en el cronograma de la carcasa del equipo.

7. El presostato se puede conectar de la forma indicada en el esquema siguiente:



La conexión se realiza de la forma indicada en el gráfica anterior porque cuando la presión sube el motor arranca.

8. La conexión adecuada podría ser similar a la del esquema siguiente:



El interruptor final de carrera representado en la gráfica anterior indica que el mismo no está accionado.



## Respuestas Autoevaluación

1. Un **contactor** es un aparato de corte accionado de cualquier modo, menos manualmente, de tal manera que regresa a la posición de reposo cuando se anula la fuerza que lo tenía conectado.

Los **relés auxiliares** son elementos de actuación similares a los contactores; sin embargo, los relés auxiliares acompañan a los contactores puesto que estos últimos no disponen de los contactos auxiliares necesarios para las maniobras.

2. Las palabras adecuadas son:

- Relés temporizados a la desconexión (al reposo).
- Presostatos.
- Relés con sondas de termistancias PTC.

3. Las respuestas correctas son las siguientes:

- Verdadera.**
- Falsa.** El interruptor, al contrario que el pulsador, conserva su posición hasta que vuelva a ser accionado.
- Verdadera.**
- Falsa.** Un seccionador no tiene poder de ruptura, es decir, no es capaz de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones nominales del circuito.

4. Las partes principales de un contactor electromagnético son:

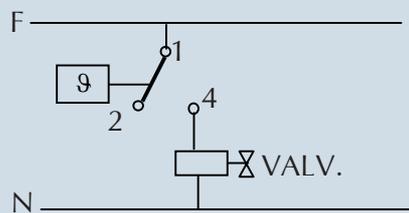
- Contactos principales: cierran o abren el circuito principal o de potencia.
- Contactos auxiliares: realizan las acciones de mando o señalización.
- Circuito electromagnético: cuando está bajo tensión actúa sobre los contactos principales o auxiliares.

5. La relación correcta es la siguiente:

a - 2, b - 1, c - 3, d - 4.

6. Los relés térmicos son sensibles a la pérdida de un fase y con la conexión indicada en la figura 4 de la unidad se consigue que circule por las tres fases del relé térmico la misma intensidad con lo cual este no se dispara.

7. Una conexión posible puede ser la siguiente:



Otra posible conexión aparece indicada en el diagrama de la figura 47.

# Técnico en Cuidados Auxiliares de Enfermería

## materiales didácticos de aula



UNIÓN EUROPEA

Fondo Social Europeo



GOBIERNO DEL  
PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN  
Y CIENCIA



FORMACIÓN PROFESIONAL

Principado de Asturias