

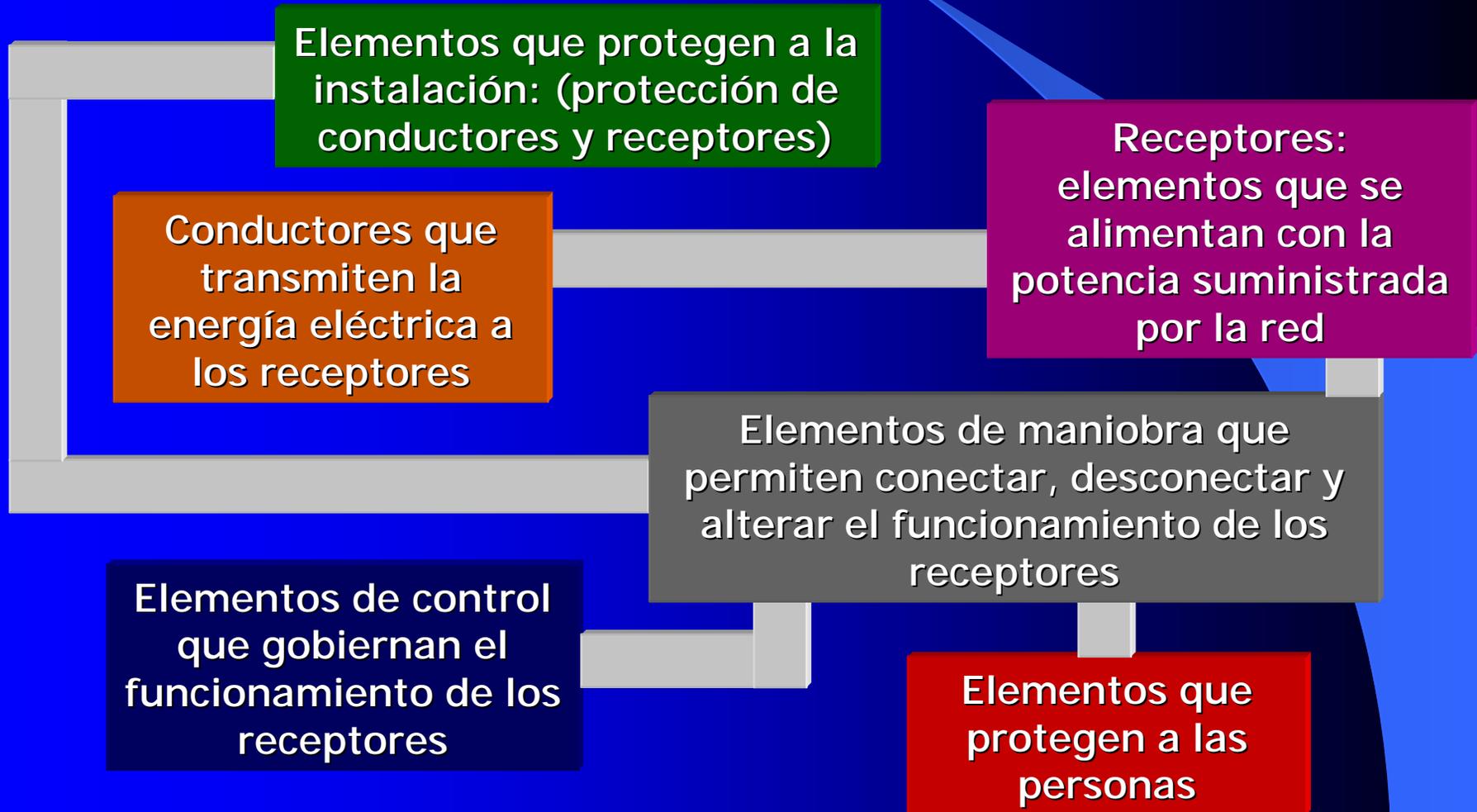


Universidad de Oviedo

Tema IX: Aparata de protección y maniobra asociada a las máquinas eléctricas

***Dpto. de Ingeniería Eléctrica,
Electrónica de Computadores y
Sistemas***

9.1. Elementos de una instalación eléctrica



9.2. Aparamenta eléctrica

- Conjunto de aparatos de **maniobra, protección, medida, regulación, y control**, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas utilizados en instalaciones de baja y alta tensión.
- La aparamenta eléctrica se define a partir de los valores asignados a algunas de sus magnitudes funcionales (tensión corriente, potencia, temperatura, etc.). Estos valores son los llamados **valores nominales o asignados**.
- Se denomina valor nominal de una cualidad determinada de un aparato al valor de la magnitud que define al aparato para esa cualidad.
- El fabricante de la aparamenta, los criterios de diseño y la normativa vigente definen cuales deben ser los valores nominales para las distintas magnitudes de cada aparato.

9.3. Magnitudes de la apararamenta eléctrica I

- **Tensión nominal:** máxima tensión asignada por el fabricante para el material del que está construido el dispositivo. Suele estar ligada al aislamiento y a otras características funcionales dependientes de la tensión.
- **Corriente nominal:** máxima corriente que se puede mantener de forma indefinida sin que supere la máxima temperatura establecida en las normas ni se produzca ningún tipo de deterioro. Existen valores normalizados, por ejemplo, para interruptores automáticos y diferenciales: 6A, 10A, 16A, etc.
- **Máxima intensidad térmica:** máxima corriente que puede circular por un dispositivo durante un tiempo prolongado (especificado por el fabricante) sin producir calentamiento excesivo que genere daños.

9.3. Magnitudes de la apararamenta eléctrica II

- **Máxima corriente de sobrecarga:** valor máximo de la corriente que se puede soportar durante una sobrecarga. Este valor debe ir asociado al tiempo de duración de la sobrecarga.
- **Nivel de aislamiento:** se define por los valores de las tensiones utilizadas en los ensayos de aislamiento a frecuencia industrial y ante ondas tipo rayo. Estos valores indican la capacidad del aparato para soportar dichas sobretensiones.
- **Poder de cierre:** máximo valor de la intensidad sobre la que puede cerrar correctamente un interruptor, contactor o relé.
- **Poder de corte o capacidad nominal de ruptura:** máximo valor de la intensidad que un interruptor, contactor, relé o fusible es capaz de abrir sin sufrir daños.

9.4. Solicitaciones a las que está sometida la aparamenta eléctrica

- **Calentamiento:** la aparamenta eléctrica está sometida al calentamiento derivado del efecto Joule y de las pérdidas causadas por efectos magnéticos (corrientes parásitas) y pérdidas en los aislantes (pérdidas dieléctricas).
- **Aislamiento:** la aparamenta eléctrica padece los problemas derivados de la influencia del medio ambiente y las alteraciones producidas por el tiempo en los materiales aislantes sólidos líquidos y gaseosos.
- **Esfuerzos mecánicos:** el problema de los esfuerzos mecánicos tiene su origen en las fuerzas electrodinámicas que se manifiestan entre conductores próximos cuando son recorridos por corrientes eléctricas y en las dilataciones que experimentan al calentarse.

9.5. Apararamenta de maniobra

- **Objetivo:** establecer o interrumpir la corriente en uno o varios circuitos bajo las condiciones previstas de servicio sin daños para el dispositivo de maniobra y sin perturbar el funcionamiento de la instalación.
- **Aplicación:** conexión y desconexión de consumidores. Revisiones periódicas de la instalación y los elementos del sistema.
- **Tipos de maniobra:** existen dos tipos de maniobra según que circule corriente o no (o la tensión entre contactos sea despreciable) por el elemento de maniobra cuando se produzca ésta: maniobras en vacío y en carga.
- **Dispositivos de maniobra:**
 - Seccionador (maniobras en vacío)
 - Interruptor (maniobras en carga)
 - Contactor (maniobras en carga)

9.5.1 Seccionadores I

Dispositivo mecánico de conexión que, por razones de seguridad, asegura, en posición de abierto, una distancia de seccionamiento que satisface unas determinadas condiciones de aislamiento.

El seccionador SÓLO es capaz de abrir o cerrar el circuito cuando la corriente es despreciable o no hay diferencia de potencial entre sus contactos.

Las condiciones DE AISLAMIENTO que debe satisfacer se refieren a la capacidad de soportar determinados valores de las tensiones tipo rayo y de maniobra.

NO TIENE PODER DE CIERRE NI DE CORTE, debe trabajar sin carga. Se utiliza para garantizar la desconexión de la instalación cuando se realizan trabajos sobre ella

9.5.1 Seccionadores II

Los seccionadores tienen 2 estados lógicos: abierto y cerrado

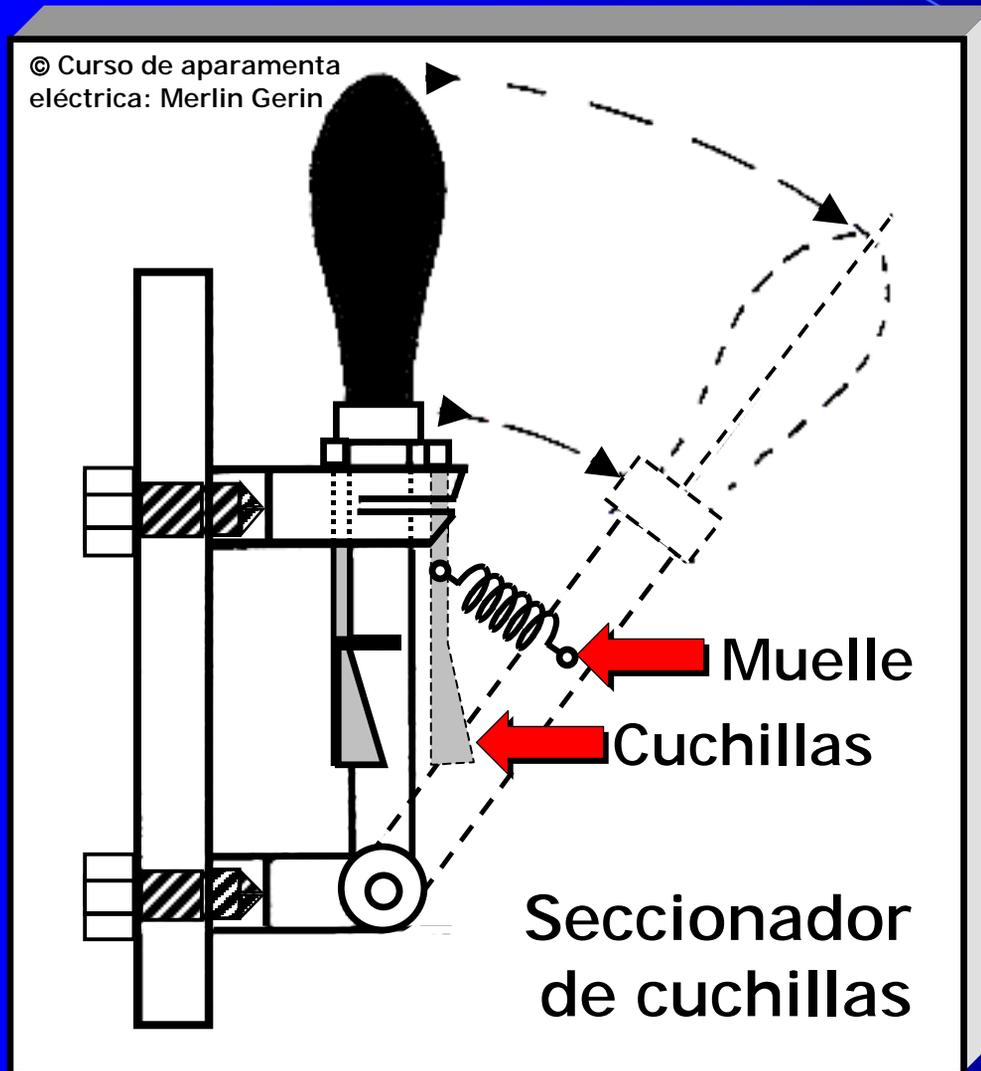
Físicamente están constituidos por un conjunto de cuchillas y unos elementos aislantes.

Se accionan manualmente y su velocidad de operación es la que les aplique el operador (en ocasiones se emplean muelles para acelerar la maniobra).

Son dispositivos de seguridad que indican claramente la posición de sus contactos para mostrar si la instalación está conectada o no

Si se maniobran con la instalación en carga se produce su destrucción (salvo en seccionadores especiales diseñados para trabajar en carga)

9.5.1 Seccionadores III

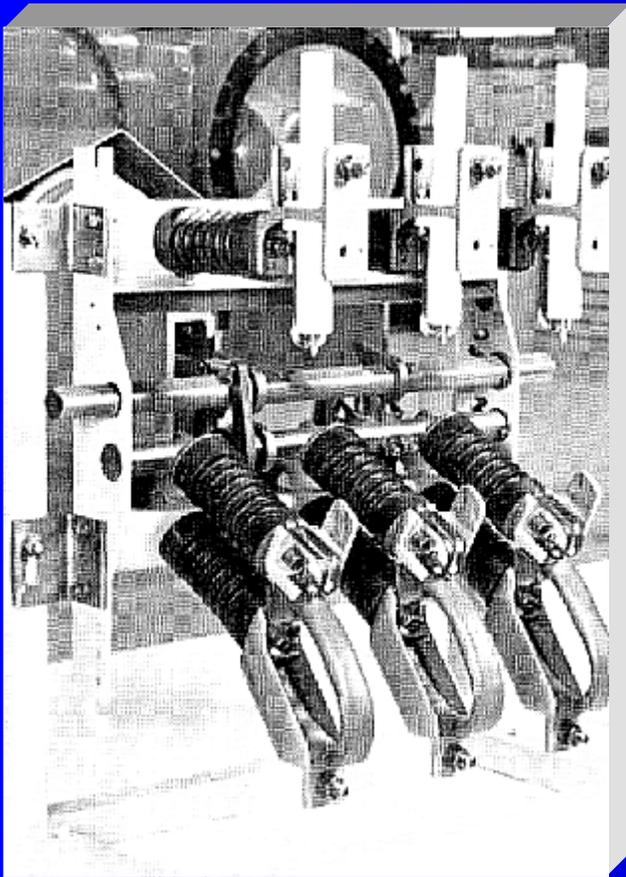


Cuanto más rápido se realice la maniobra antes se extingue el arco

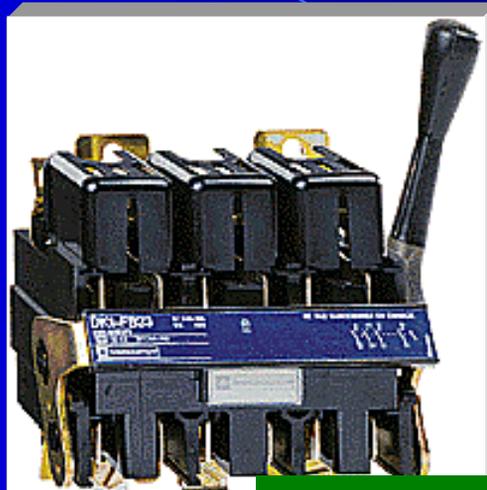
Se introducen resortes de forma que la separación de las cuchillas de los contactos tiene lugar cuando se vence la fuerza recuperadora del muelle

La apertura se produce "de golpe" aunque el usuario desplace la palanca lentamente

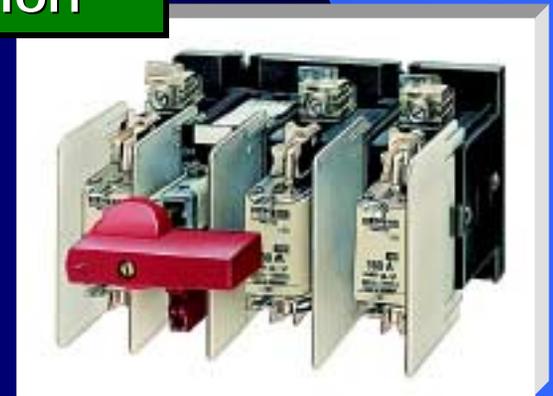
9.5.1 Seccionadores IV



Seccionador de alta tensión



Seccionadores con fusibles para baja tensión



9.5.2 Interruptores I

- **Interruptor**: aparato mecánico de conexión capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente del circuito en condiciones normales y circunstancialmente en condiciones de fallo (cortocircuito).
- **Interruptor automático o disyuntor**: interruptor diseñado para interrumpir corrientes anormales como las de cortocircuito.
- **Pequeño interruptor automático**: aparato mecánico de conexión destinado a abrir y cerrar manualmente un circuito y abrirlo en funcionamiento automático cuando la intensidad excede un valor determinado. (aplicable cuando $V < 415V$ e $I < 82A$: instalaciones BT).
- **Contactador**: aparato mecánico de conexión con una sola posición de reposo estable (abierto o cerrado) capaz de ser accionado por diferentes tipos de energía pero no la manual. Pueden establecer, interrumpir y soportar las corrientes normales de la instalación y en ocasiones las de cortocircuito.

9.5.2 Interruptores II

Catálogos comerciales



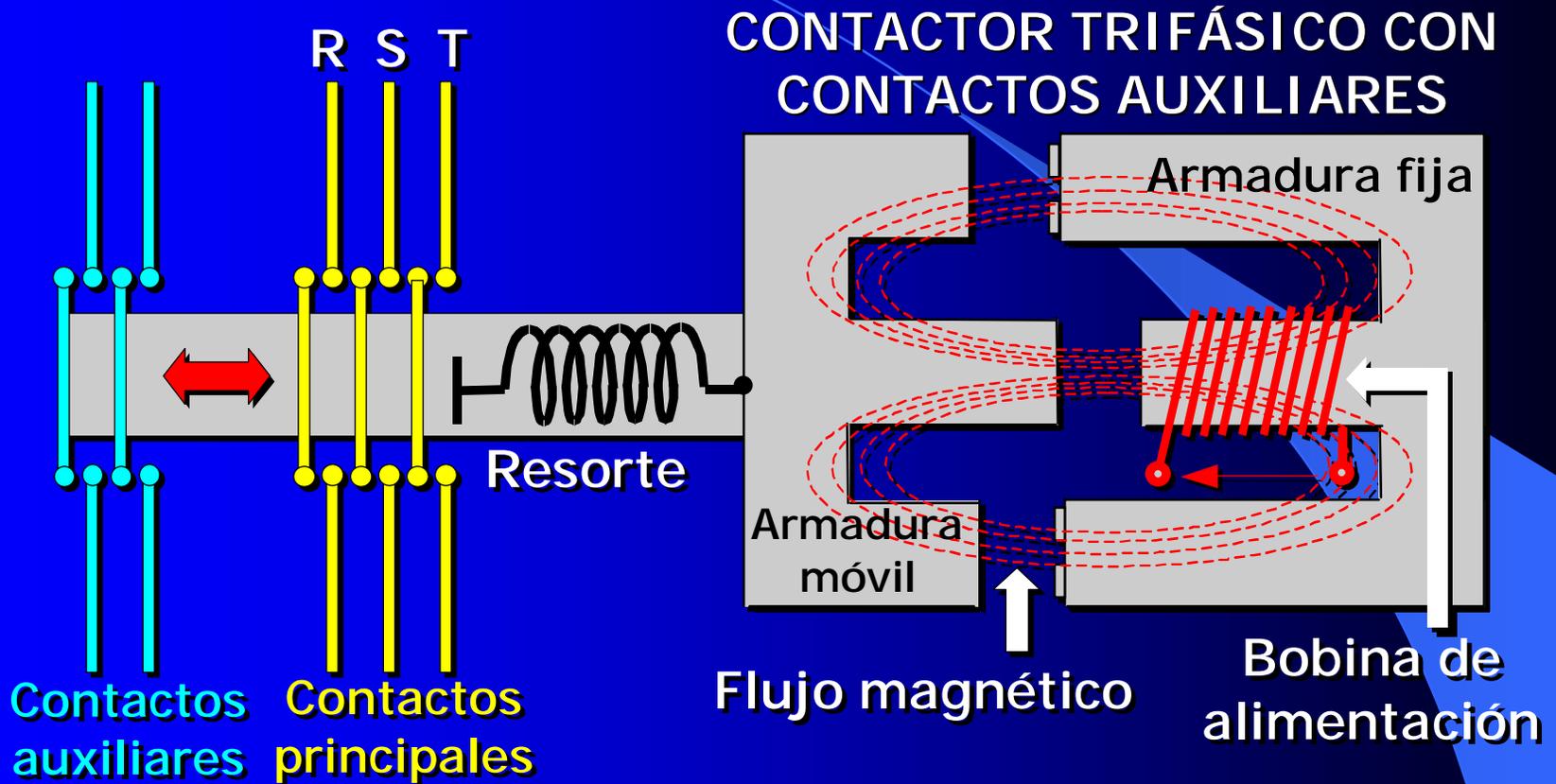
Interruptores de mando y parada de emergencia:
SON DISPOSITIVOS DE MANIOBRA

Catálogos
comerciales



Interruptores
automáticos:
**SON
DISPOSITIVOS DE
PROTECCIÓN**

9.5.3 Contactores I



Sólo tiene una posición de trabajo estable

Sólo permanece en la posición activa mientras recibe energía

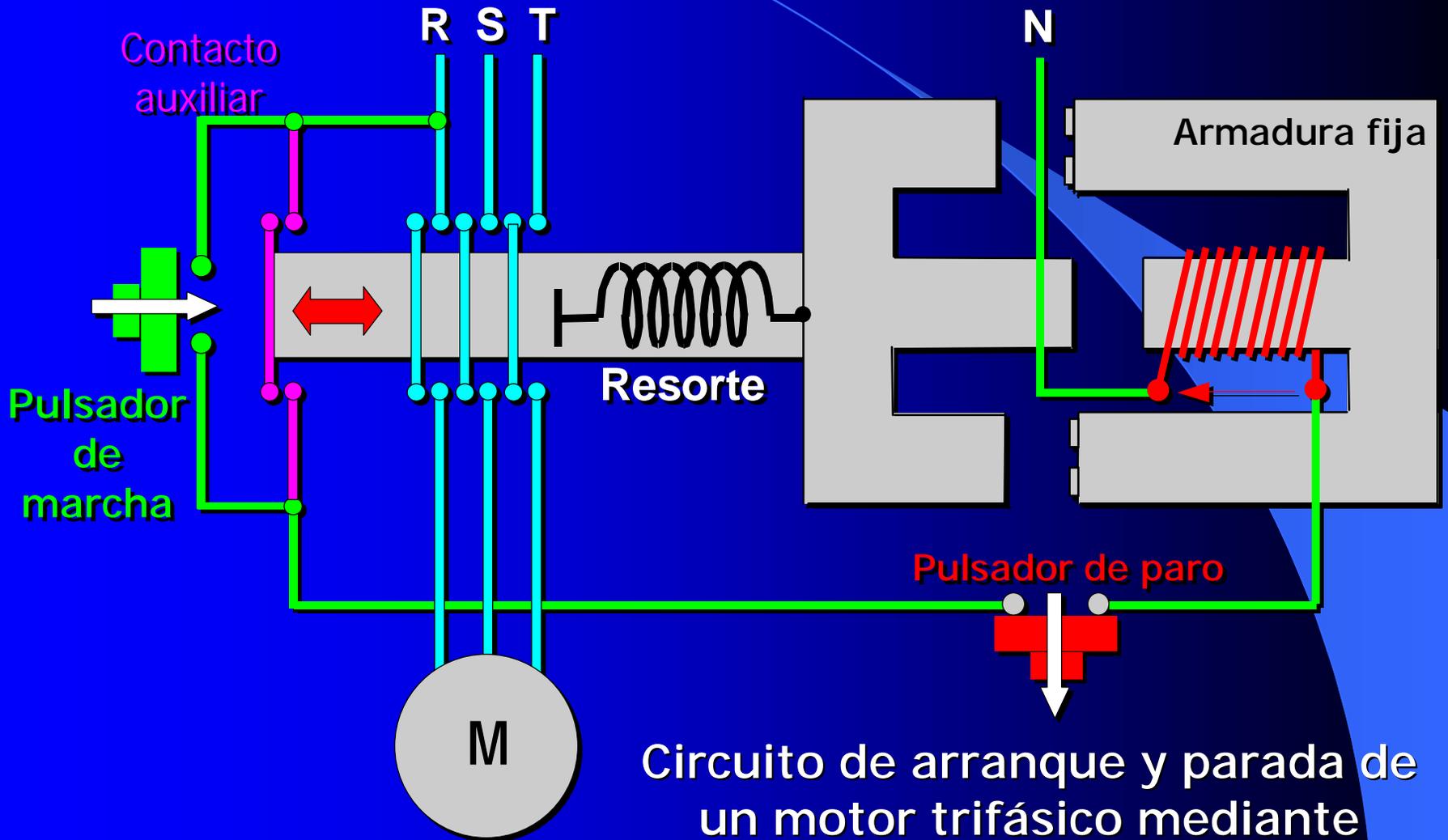
Soporta un elevado nº de ciclos de cierre y apertura

9.5.3 Contactores II

TIPOS DE CONTACTORES

- Electromagnéticos: la fuerza necesaria para cerrar el circuito proviene de un electroimán.
- Neumáticos: La fuerza para efectuar la conexión proviene de un circuito de aire comprimido.
- Electroneumático: muy similar al anterior: el circuito de aire comprimido está gobernado por electroválvulas.
- Contactador con retención: es aquel en el que, alcanzada la posición de trabajo, al ser alimentado el dispositivo de accionamiento, un sistema de retención impide su retorno cuando se deja de alimentar. La retención y liberación para recuperar la posición de reposo pueden ser mecánicas, magnéticas, eléctricas, neumáticas etc.

9.5.3 Contactores III



Circuito de arranque y parada de un motor trifásico mediante contactor con contactos auxiliares

9.5.3 Contactores IV

Catálogos comerciales



Contactor AC 250 A



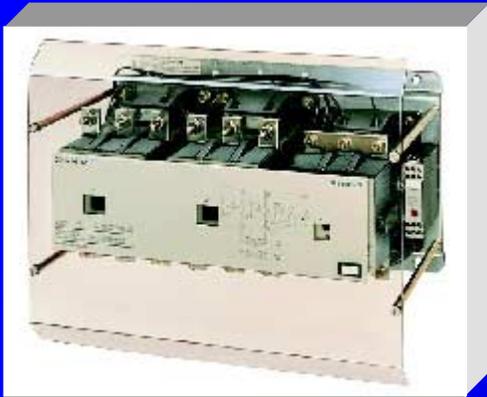
Contactor modular de propósito general



Combinación de contactores para inversión sentido giro 300 A



Contactor trifásico motor 5 kW



Combinación de contactores para arranque estrella – triángulo 350 kW



Contactor trifásico motor 450kW



Combinación de contactores para inversión sentido giro 200 kW



Contactor trifásico motor 45 kW

9.5.4 Dispositivos para la protección contra sobreintensidades

SOBREINTENSIDADES

Sobrecargas: corrientes mayores que la nominal que se mantienen durante largo tiempo. Proviene de un mal dimensionado de la instalación. Producen aumento de las pérdidas y de la temperatura

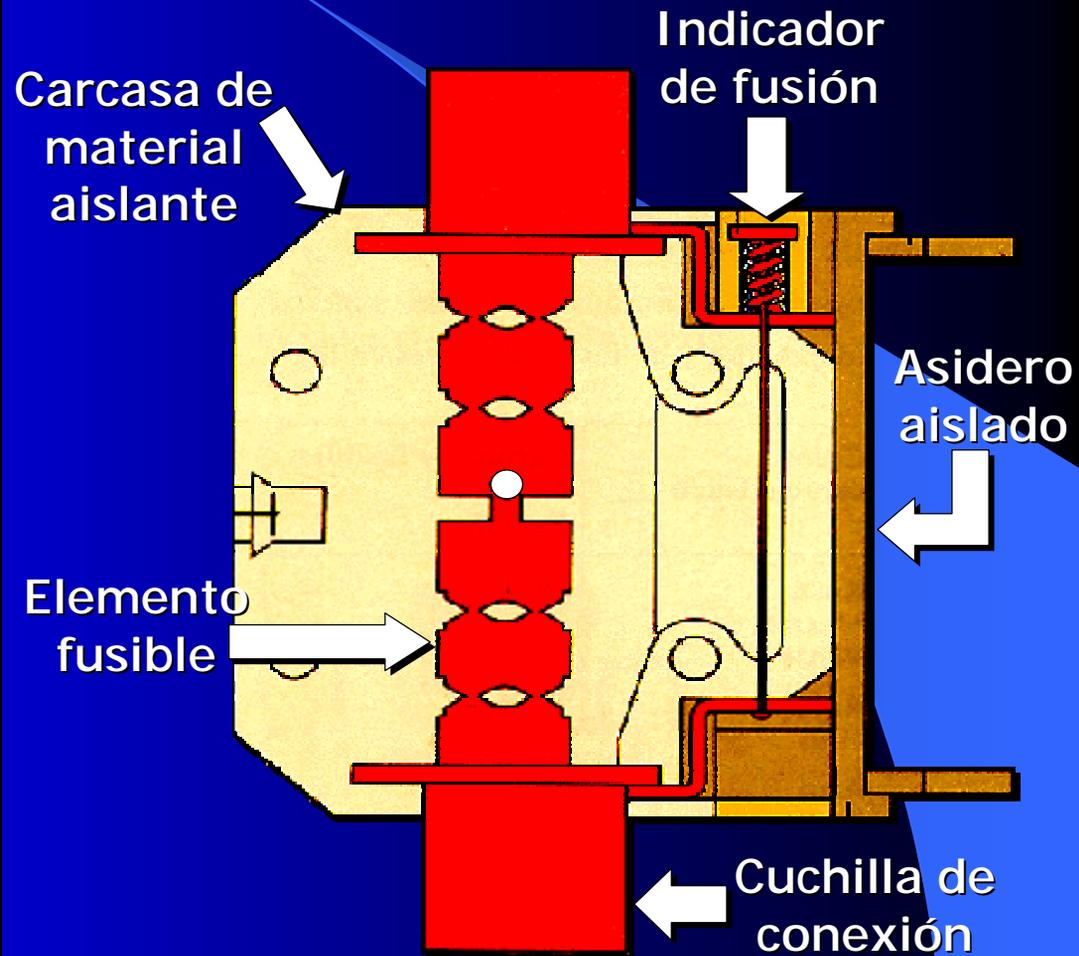
Cortocircuitos: corrientes muy elevadas debidas a fallos de aislamiento, rotura de conductores, averías en equipos, errores humanos etc.

- Cortacircuitos fusibles
- Interruptores de potencia
- Combinaciones de maniobra

Los cortocircuitos producen los máximos esfuerzos térmicos y electrodinámicos de la instalación, por tanto, deben ser eliminados en un tiempo lo más breve posible

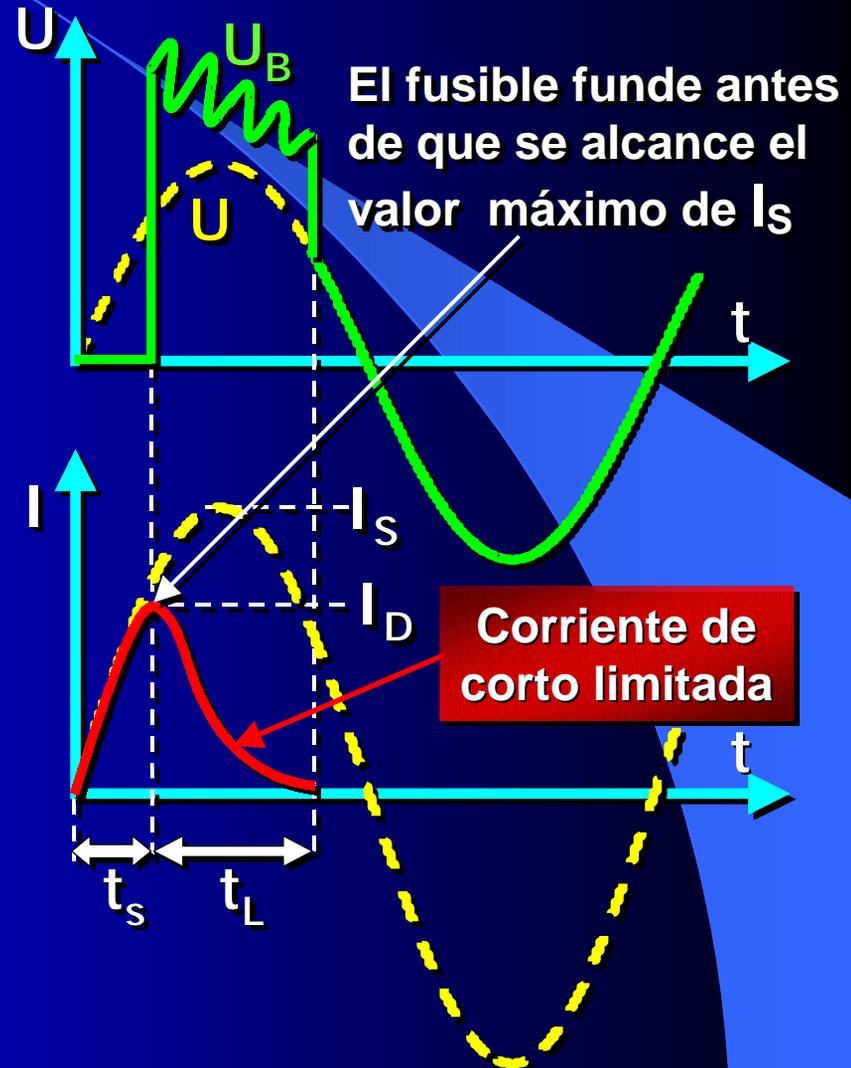
9.5.4.1. Cortacircuitos fusibles I

- Permiten desconectar corrientes muy elevadas en un espacio mínimo.
- Constan de un elemento fusible y de un medio de extinción del arco (arena de cuarzo).
- Cuanto mayor sea la corriente de defecto antes se funde el elemento fusible.
- Sólo se pueden utilizar una vez.
- Se caracterizan por su elevada capacidad de ruptura.

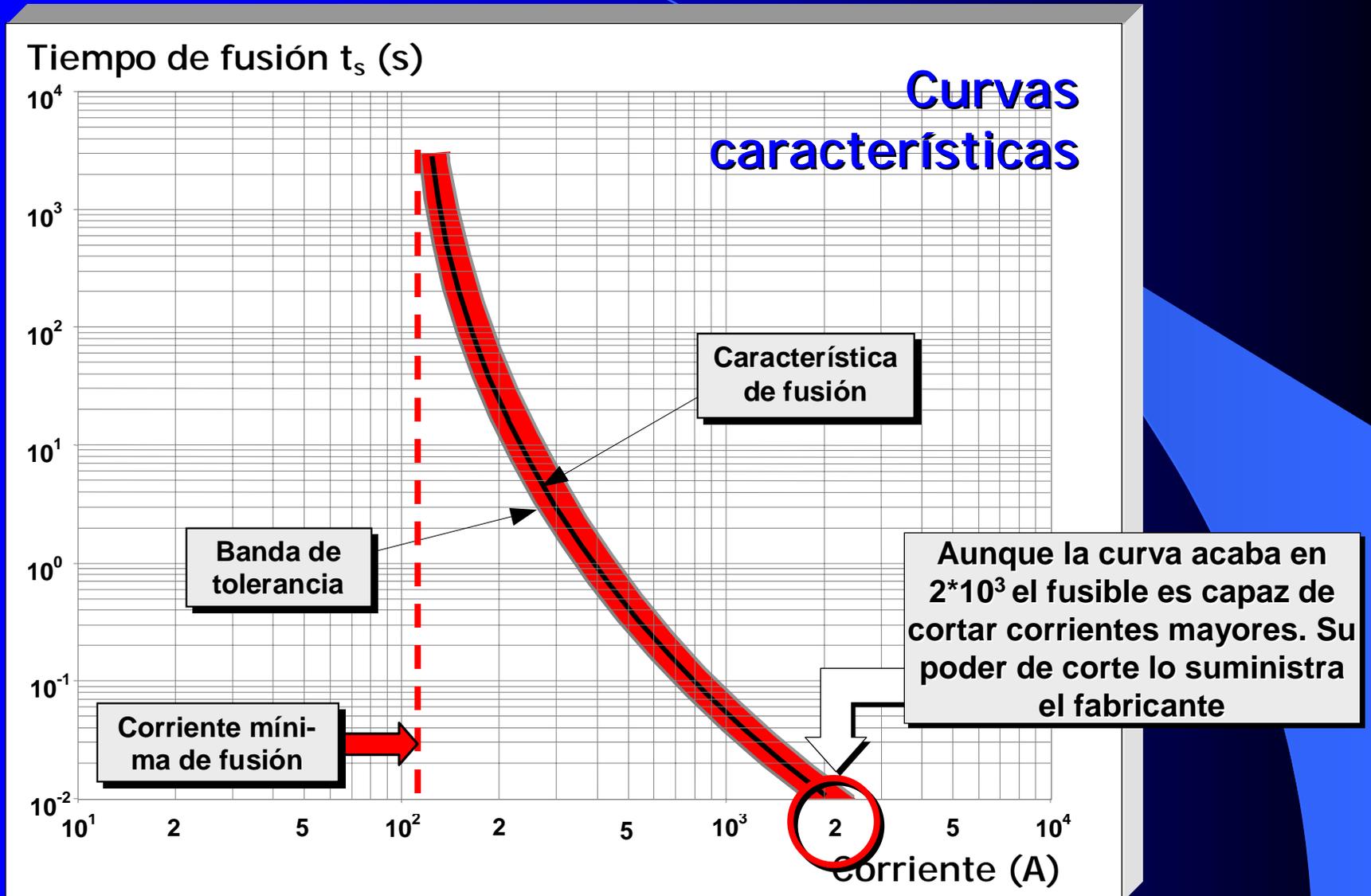


9.5.4.1. Cortacircuitos fusibles II

- **U**: tensión que soporta el fusible en condiciones normales
- **U_B**: tensión durante la formación del arco de fusión del elemento fusible.
- **I_S**: Corriente de cortocircuito
- **I_D**: Corriente de cortocircuito limitada
- **t_s**: Tiempo de fusión
- **t_L**: Tiempo de extinción del arco



9.5.4.1. Cortacircuitos fusibles III



9.5.4.1. Cortacircuitos fusibles IV

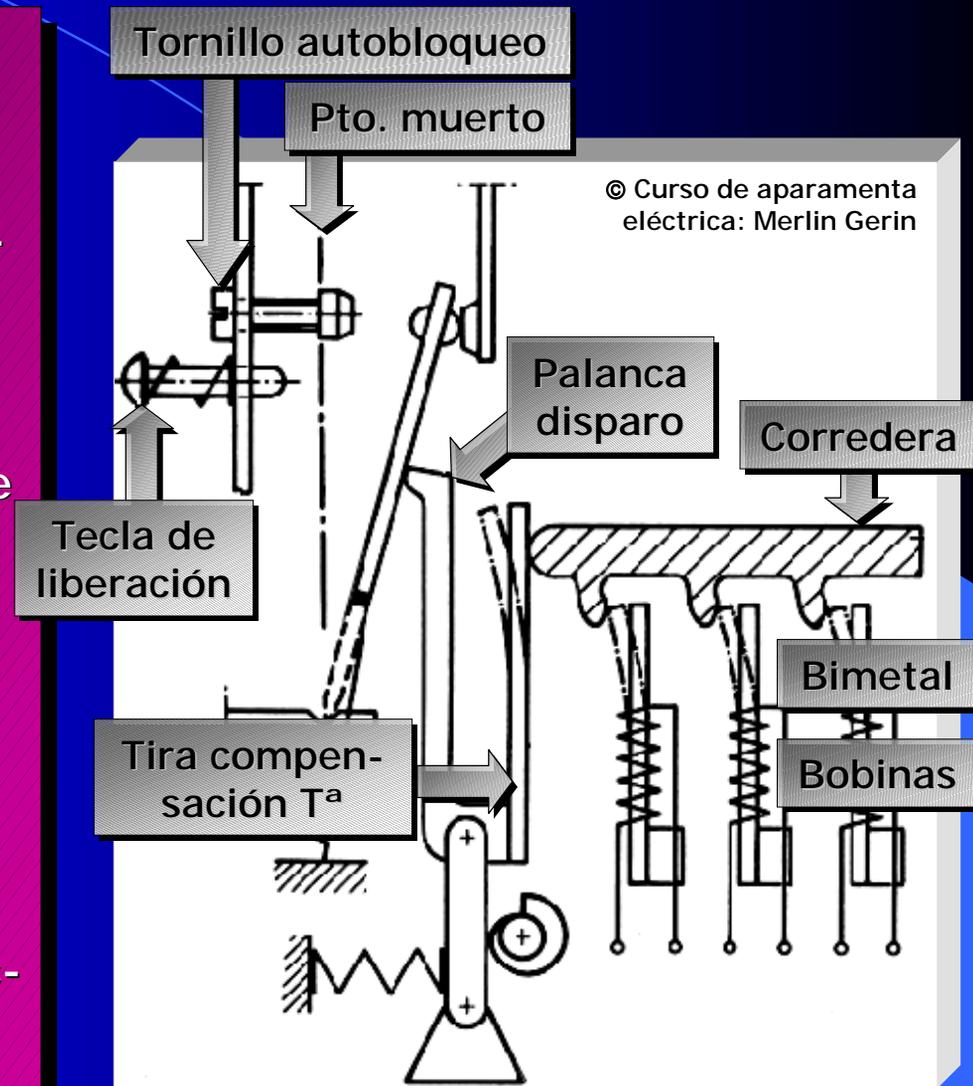
CLASE DE FUNCIONAMIENTO			CLASE DE SERVICIO	
Denominación	Corriente permanente hasta	Corriente de interrupción	Denominación	Protección de
Fusibles de rango completo				
g	I_N	$\geq I_{\min}$	gL gR gB	Cables y conductores Semiconductores Equipos de minas
Fusibles de rango parcial				
a	I_N	$\geq 4I_N$ $\geq 2,7I_N$	aM aR	Aparatos de maniobra Semiconductores

■ **Fusibles de rango completo:** pueden ser cargados permanentemente con su corriente nominal y son capaces de interrumpir corrientes desde la corriente mínima de ruptura hasta su poder de corte.

■ **Fusibles de rango parcial:** pueden ser permanentemente cargados con su corriente nominal e interrumpen corrientes a partir de un determinado múltiplo de su intensidad nominal hasta el poder de corte.

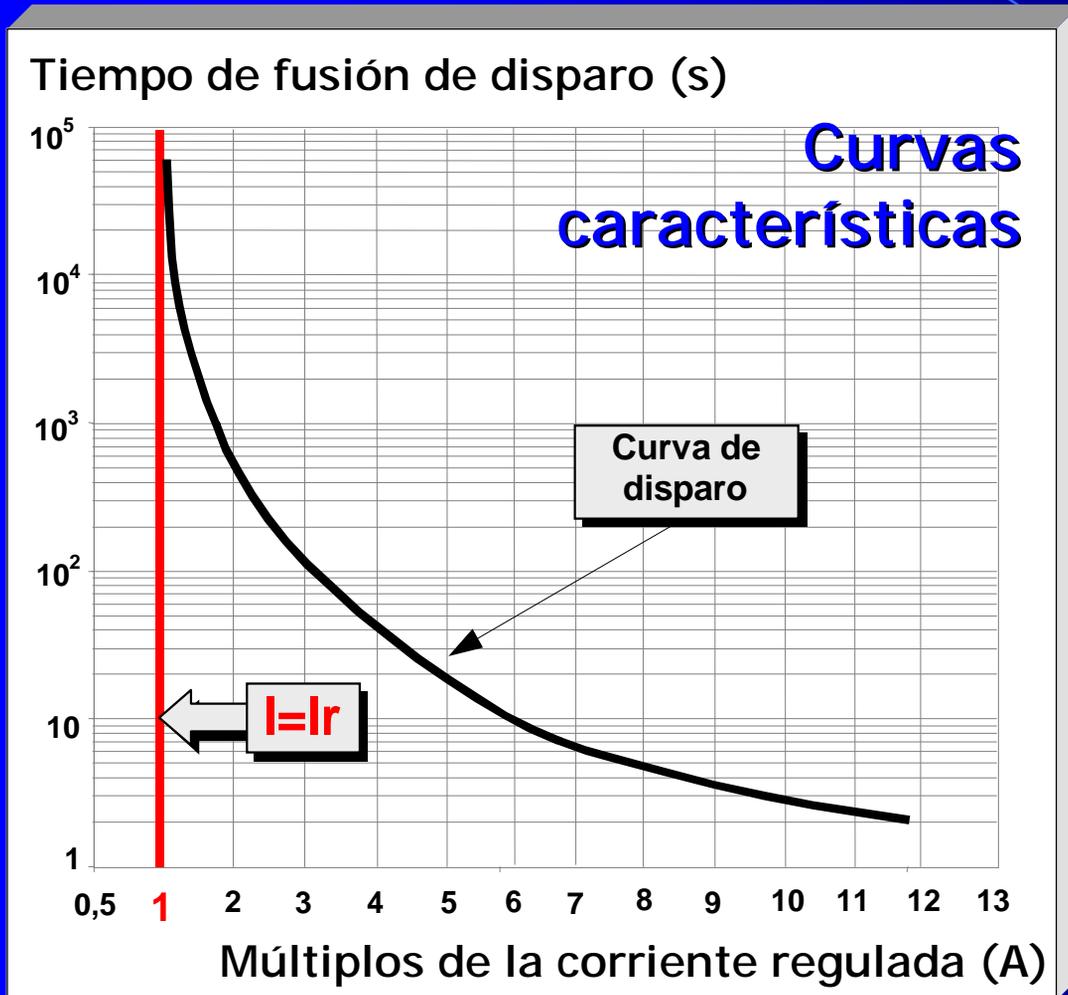
9.5.4.2. Relés térmicos I

- La corriente de la instalación circula por la bobina de calentamiento.
- Si la corriente sufre un incremento debido a una sobrecarga las tiras bimetálicas se calientan proporcionalmente a ella.
- Las tiras bimetálicas al calentarse se deforman produciendo el desplazamiento de la corredera que abre los contactos.
- El posicionamiento inicial de la palanca de disparo determina la corriente necesaria para la apertura.
- La temperatura ambiente no afecta porque la palanca de disparo también es bimetálica y se deforma con T^a exterior.



Relé térmico bimetálico

9.5.4.2. Relés térmicos II



- La corriente regulada es aquella para la que se ha ajustado el disparo del relé térmico I_r .
- Para valores de la corriente menores que I_r el relé no dispara.
- Para corrientes mucho mayores que I_r el tiempo necesario para el disparo es cada vez menor.

9.5.4.3. Interruptores magnetotérmicos o de potencia I

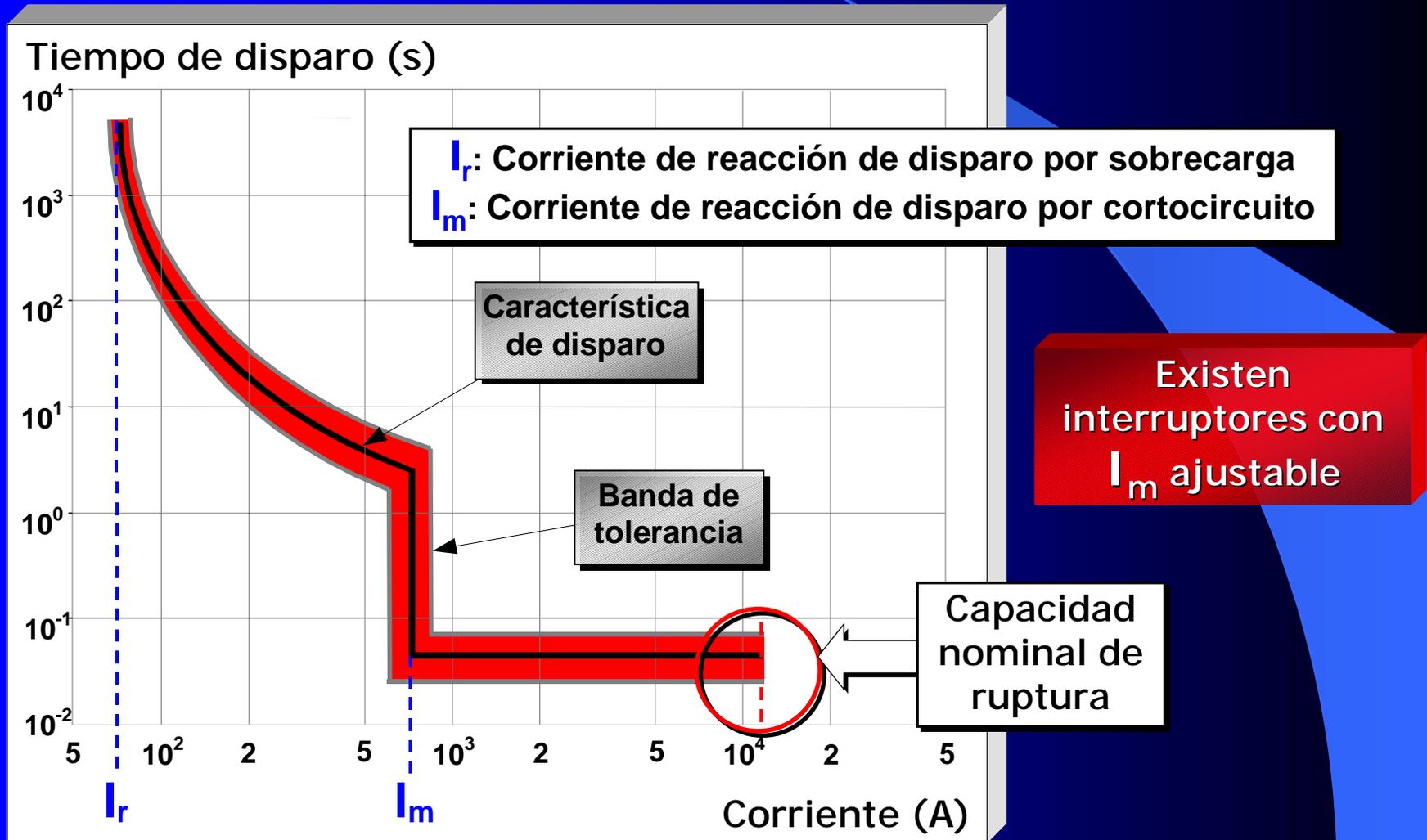
- Tienen como función proteger los circuitos contra sobrecargas, cortocircuitos o subtensión
- Llevan incorporados dispositivos que miden la corriente y la tensión de la instalación para detectar las situaciones anómalas y actuar en consecuencia desconectando los circuitos
- El cierre suele ser manual y la apertura automática
- Su capacidad nominal de ruptura o poder de corte debe ser mayor que la corriente inicial simétrica de cortocircuito (corriente de cortocircuito que se establece en los primeros ciclos a continuación de producirse el fallo)

Para realizar la protección simultánea contra sobrecargas y cortocircuitos los interruptores incorporan un dispositivo de protección térmico como los relés y uno de tipo magnético

9.5.4.3. Interruptores magnetotérmicos o de potencia II

- Elemento de disparo térmico: el elemento de disparo térmico es un relé térmico que se encarga de actuar cuando se produce una sobrecarga.
- Elemento de disparo magnético: el elemento de disparo magnético es una bobina por la que circula la corriente a controlar. Cuando la corriente alcanza un determinado múltiplo de la intensidad nominal la bobina "atrae" a una pieza metálica cuyo movimiento provoca el disparo de la protección. Su misión es la protección contra cortocircuitos.
- La curva característica de respuesta de un interruptor magnetotérmico consta de dos zonas una para el disparo térmico y otro para el magnético.

9.5.4.3. Interruptores magnetotérmicos o de potencia III



9.5.4.3. Interruptores magneto- térmicos o de potencia IV

1 Polo
36000 A



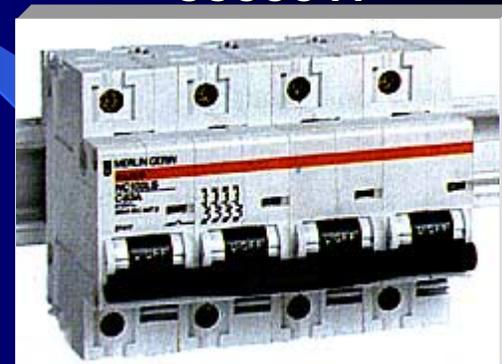
2 Polos
70000 A



3 Polos
70000 A

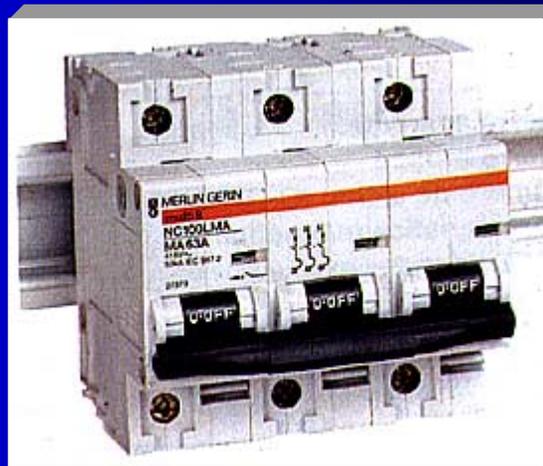
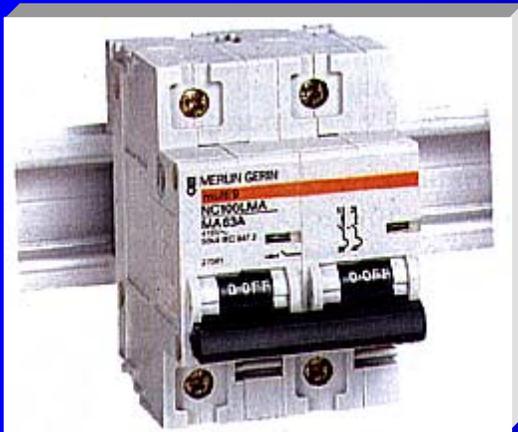


4 Polos
36000 A



Interruptores automáticos para la protección
de circuitos con elevadas corriente de corto

2 Polos
50000 A

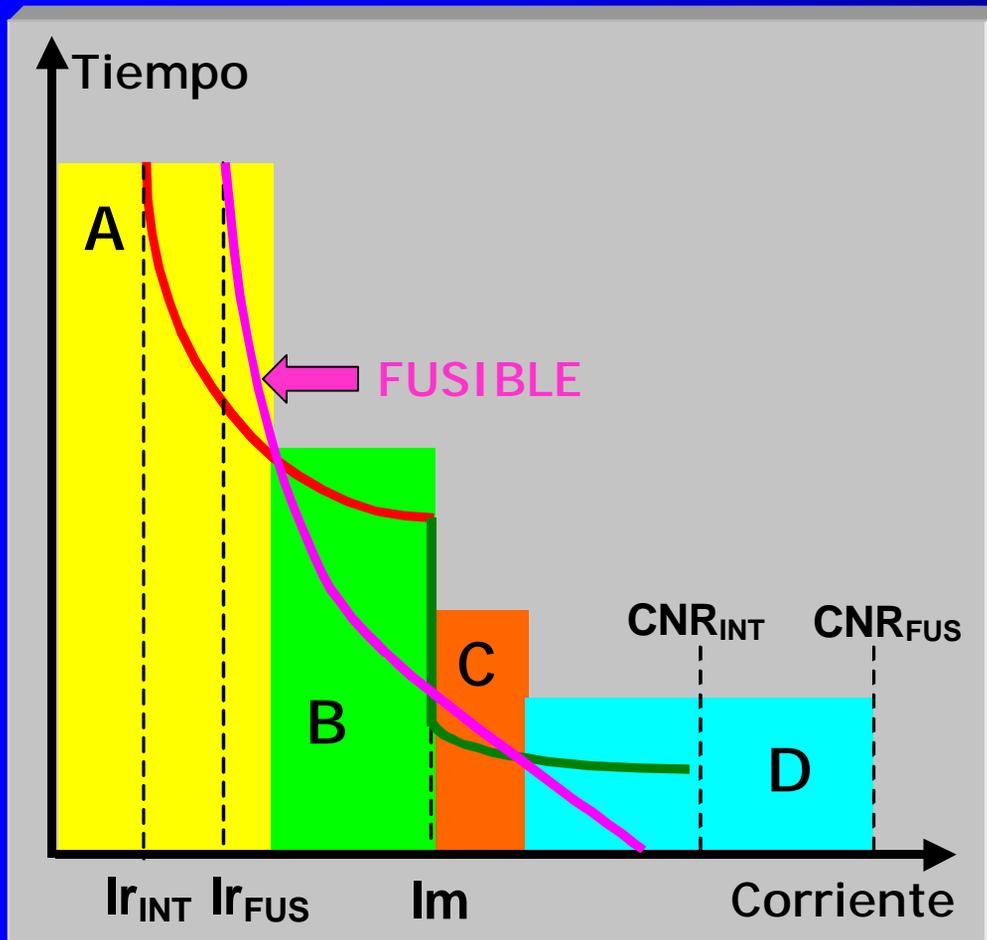


Catálogos comerciales

Interruptores
automáticos para
la protección de
motores contra
cortocircuitos

3 Polos
50000 A

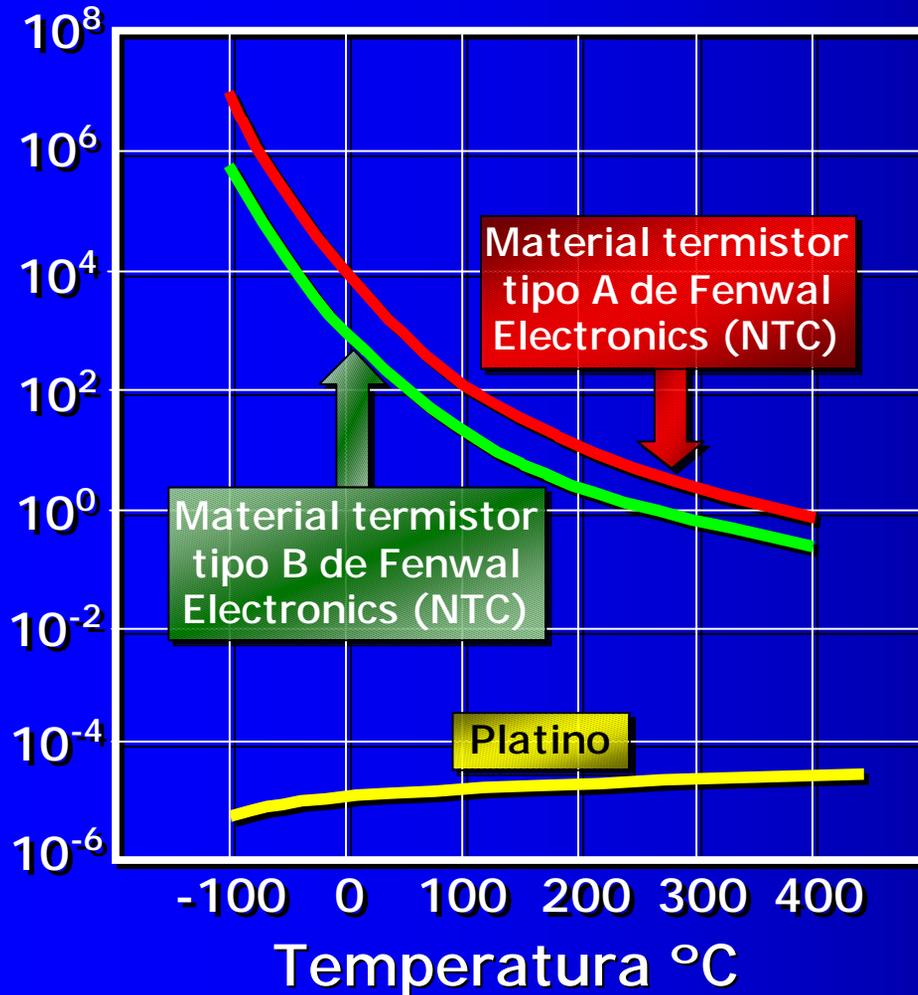
9.5.4.4. Comparativa entre la protección mediante fusibles e interruptores de potencia



- **Zona A:** mejor protección del interruptor magnetotérmico: corriente de disparo por sobrecarga menor, posibilidad de ajuste.
- **Zona B:** tiempo de disparo más bajo para el fusible.
- **Zona C:** en la proximidad del disparo magnético del interruptor su protección es más rápida.
- **Zona D:** a partir de la zona C, el tiempo de fusión del fusible es más corto que el de actuación del interruptor, además su poder de corte es mayor con lo que hasta CNR_{FUS} la protección más eficaz la proporciona el fusible.

9.5.4.5. Termistores

Resistencia específica Ω/Cm



Termistores NTC y PTC:
semiconductores con comportamiento equivalente a resistencias de alto coeficiente térmico (negativo/positivo)

Su resistencia eléctrica decrece muy bruscamente con la subida de T^a

Esta variación permite detectar la evolución térmica del equipo que protegen

Se conectan al circuito de mando y partir de una cierta T^a (resistencia) realizan la desconexión