

# SECCIONADORES DE MEDIA TENSIÓN

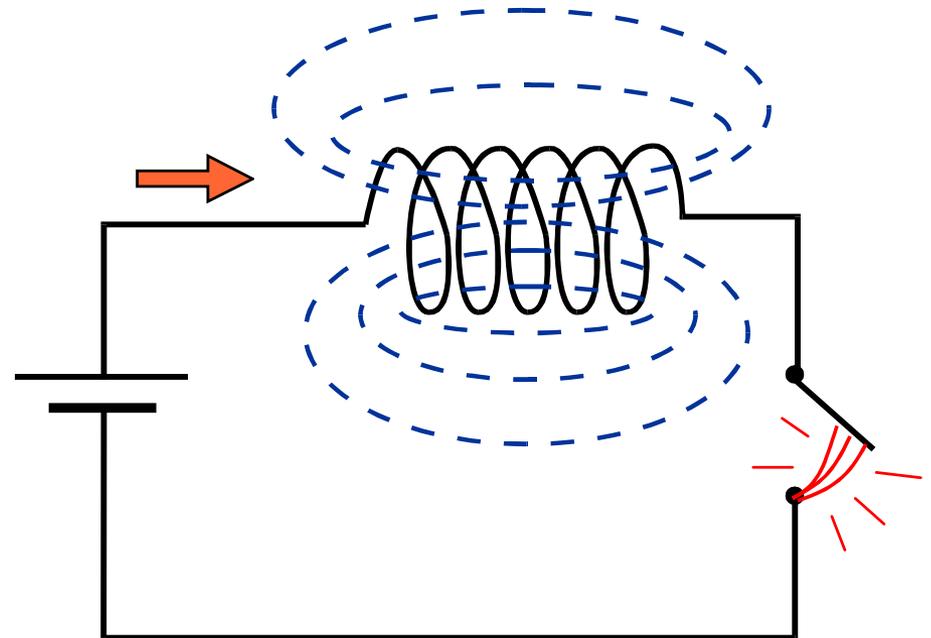


Los seccionadores se caracterizan por su:

- $U_n$ : tensión nominal
- $I_n$  : corriente nominal
- $I_{ter}$ : corriente térmica de corta duración
- $I_s$ : corriente límite dinámica (y cierre sobre cortocircuito)

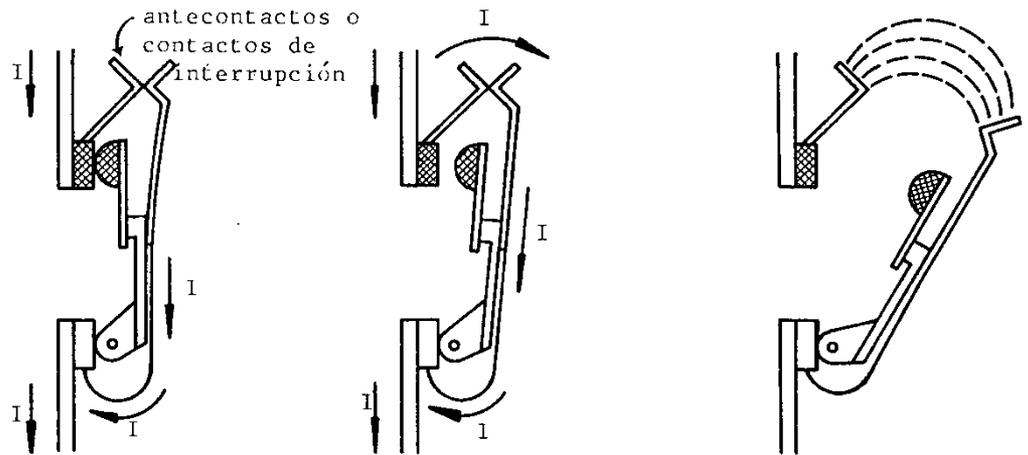
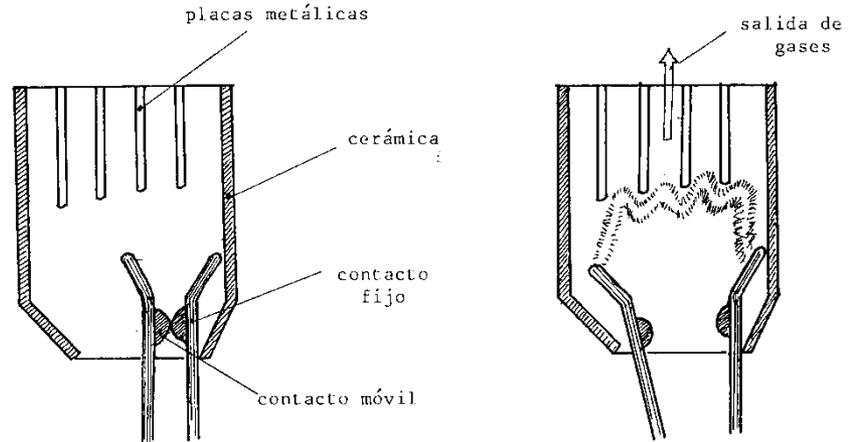
### I. Seccionadores "de aislación"

Los seccionadores "de aislación" son dispositivos de maniobra que no se pueden accionar bajo carga (con corriente) porque la interrupción de una corriente en un circuito forma arco voltaico especialmente si el circuito es inductivo.



## II. Seccionadores bajo carga

• Para lograr seccionadores que se puedan operar bajo carga (o sea, poder abrir la corriente nominal) habrá que hacer que la apertura se produzca en forma rápida, independizando la velocidad de separación de los contactos de la velocidad con que el operador ejecute la maniobra. Esto se logra colocando resortes precargados que accionen la cuchilla al liberar una traba.

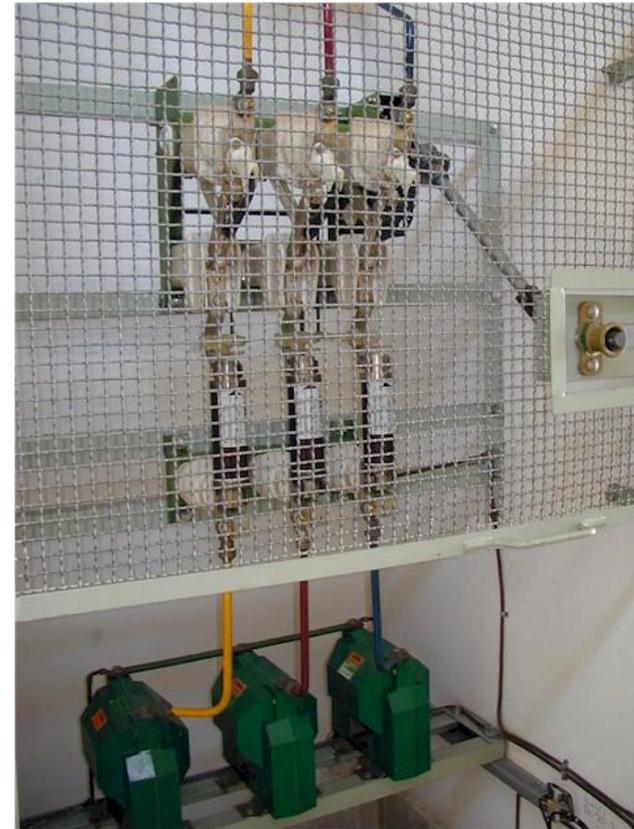


• Típicamente, para el apagado del arco en aire los seccionadores bajo carga tienen pantallas o pequeñas cámaras apaga-chispas en los contactos fijos, también se usan contactos principales y contactos “de sacrificio” (antecontactos)

## II. Seccionadores bajo carga

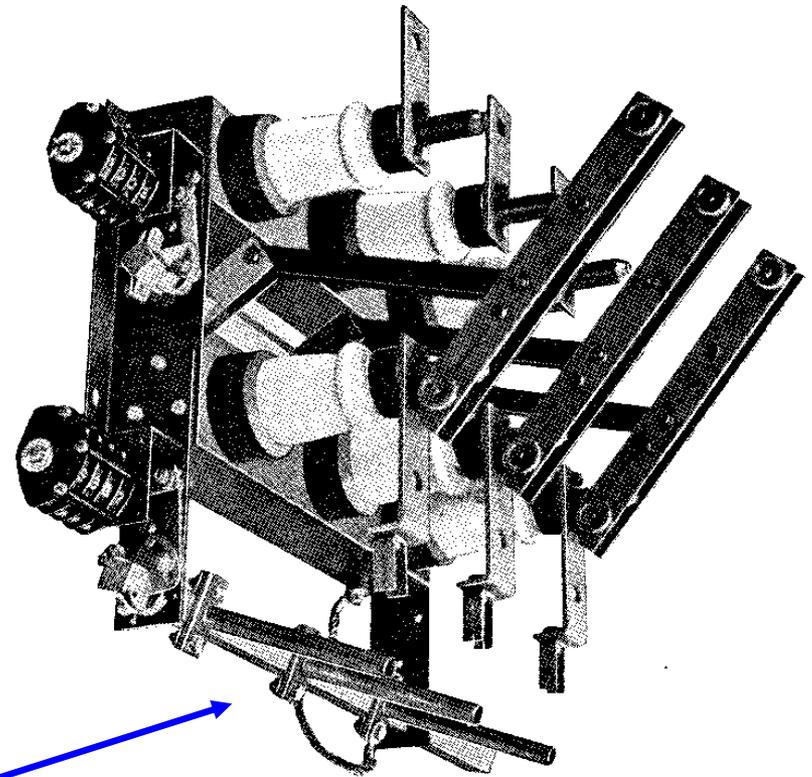
•Para lograr seccionadores que se puedan operar bajo carga (o sea, poder abrir la corriente nominal) habrá que hacer que la apertura se produzca en forma rápida, independizando la velocidad de separación de los contactos de la velocidad con que el operador ejecute la maniobra. Esto se logra colocando resortes precargados que accionen la cuchilla al liberar una traba.

Cámara “apagachispas”



### III. Seccionadores de “puesta a tierra”

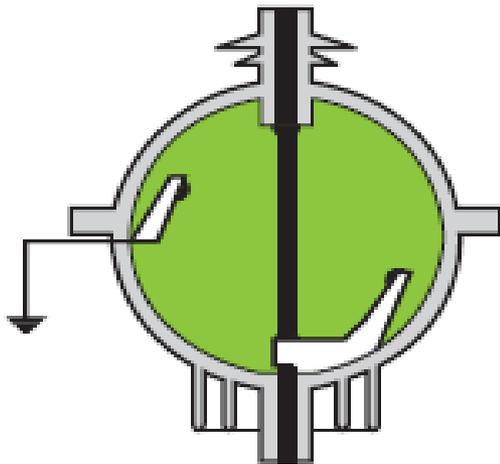
- Elemento de seguridad, para trabajar en forma segura en un cierto sector de la red a consignar
- Se le exigirá que pueda soportar el cierre sobre un cortocircuito de un cierto valor de pico dinámico (esfuerzos dinámicos)
- Soportará durante cierto tiempo la componente de régimen del cortocircuito (efecto térmico)



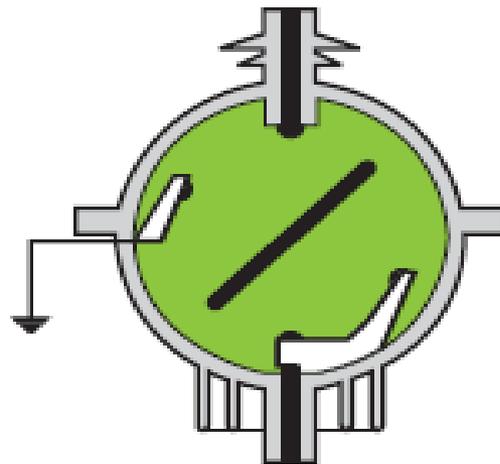
Seccionador de “puesta a tierra”

## Seccionadores de “tres posiciones”

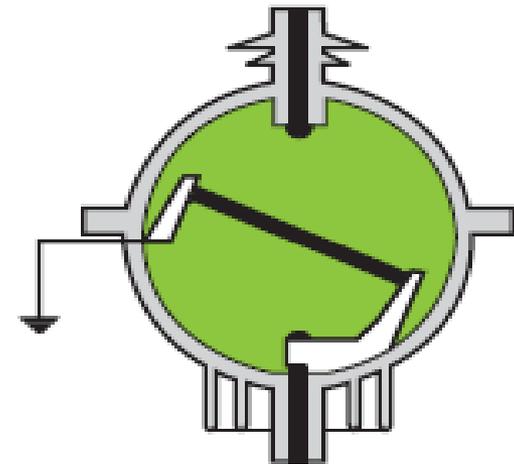
- Seccionador de doble función, corte en carga (o seccionamiento “de aislación”) y puesta a tierra
- Típico de celdas que incluyen medio de aislamiento y corte en SF6
- El enclavamiento entre el seccionador y la puesta a tierra, ya existe por su propio diseño



Contactos cerrados



Contactos abiertos



Contactos puestos a tierra

# DISYUNTORES DE MEDIA TENSIÓN



Mando Lateral



Mando Frontal

# Ejemplos disyuntores de uso interior

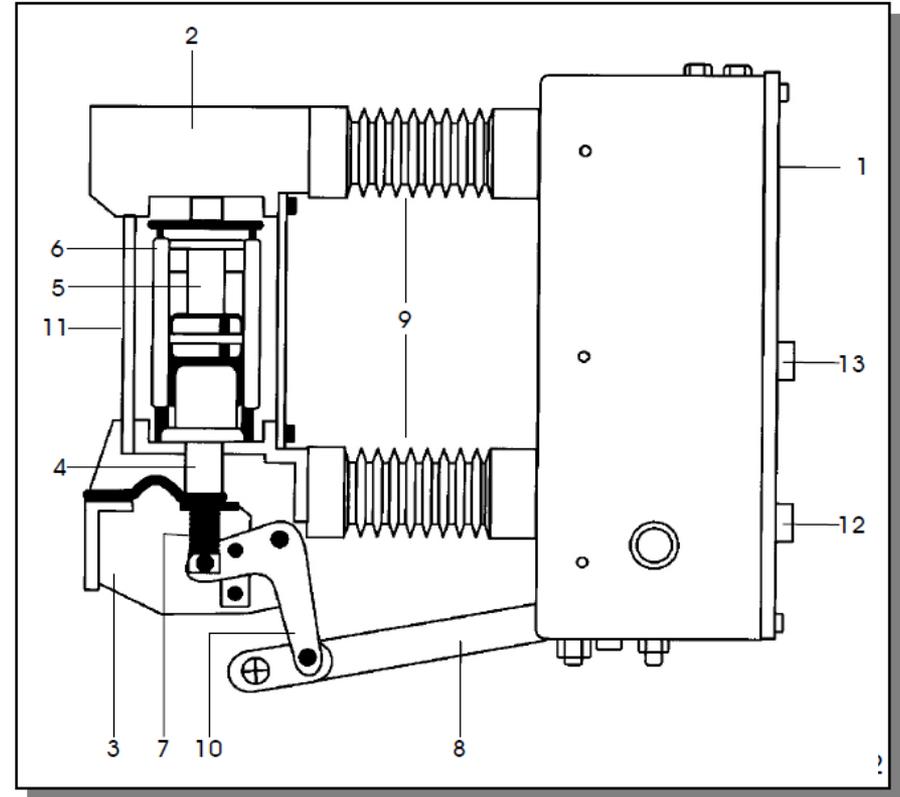
Con relé y transformadores de intensidad incorporados (SF6)



## Notas

- 1 Relé de sobrecorriente PR521 o REF 601 (bajo demanda)
- 2 Terminales de media tensión
- 3 Polo interruptor
- 4 Sensores de corriente (si están previstos)
- 5 Bloqueo por llave
- 6 Bidas de fijación
- 7 Placa de bornes de apoyo del circuito de mando del interruptor

Esquema disyuntor con botella de vacío



- 1- Conjunto comando
- 2- Borne superior
- 3- Borne inferior
- 4- Contacto móvil
- 5- Contacto fijo
- 6- Cuerpo cerámico
- 7- Resorte para presión de contactos
- 8- Biela aislante
- 9- Aisladores soporte
- 10- Leva de accionamiento
- 11- Tensores aislantes
- 12- Pulsadores de apertura
- 13- Pulsador de cierre

# El arco eléctrico

- El **arco eléctrico** es una descarga auto sostenida que presenta una caída de tensión baja y que es capaz de sostener corrientes elevadas, actuando como una **resistencia no lineal**.
- Los gases y vapores que sirven como conductores del arco son originados parcialmente a partir del material de los electrodos, parcialmente del ambiente donde éste se desarrolla y de los productos de la reacción.
- El arco alcanza **temperaturas muy elevadas**, entre 5000 y 20000 grados, aproximadamente



# Interrupción en corriente alterna

El proceso de interrupción está constituido por tres períodos:

- el período de espera
- el período de extinción
- el período de post-arco

## Período de espera:

- Se produce la separación de los contactos provocando la ruptura dieléctrica del medio inter contactos y generándose el arco eléctrico
- El arco se auto mantiene por la energía que él mismo disipa por efecto Joule
- Aparece la **tensión de arco  $U_a$**  entre los contactos, la cual está influenciada por la intensidad de la corriente y por los intercambios térmicos con el entorno

### Período de extinción:

- Cerca del cero de corriente, la  $R_{arc}$  aumenta según una curva que depende principalmente de la constante de tiempo de desionización del medio ínter contactos.
- Si la energía disipada por efecto Joule sobrepasa la potencia de enfriamiento característica del dispositivo, el medio no se sigue enfriando, se produce un embalamiento térmico seguido de una nueva ruptura dieléctrica: es una **ruptura térmica**

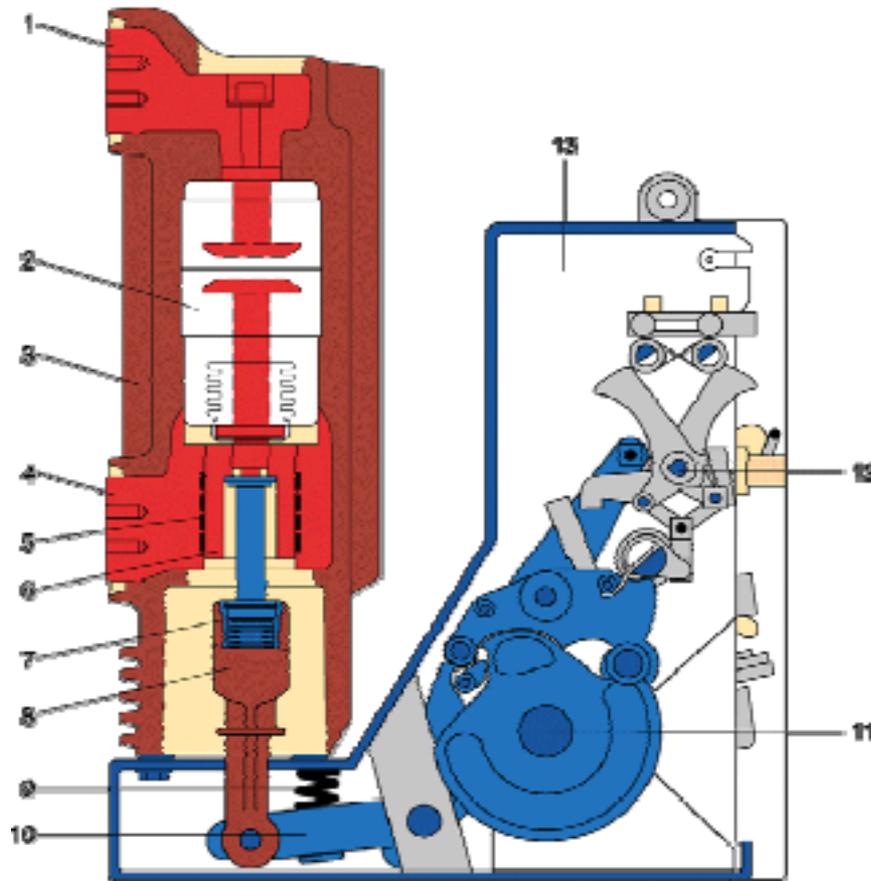
### Período post arco:

- Para que la interrupción tenga éxito, también es necesario que la velocidad de regeneración dieléctrica sea más rápida que la **tensión transitoria de restablecimiento TTR**, de otro modo aparecerá una perforación dieléctrica. Las rupturas dieléctricas post corte pueden ser: **Reencendidos** si tienen lugar en el cuarto período que sigue al cero de corriente o **Recebados** si se producen después

# Las técnicas de corte

- Los Interruptores automáticos (o “disyuntores”) pueden utilizar diversos medios de corte:
  - el aire
  - el aceite
  - el vacío
  - SF6
- En MT, el corte en aire o en aceite tiende a desaparecer, las técnicas usuales actualmente son el corte en vacío o en SF6.

## Disyuntores en vacío

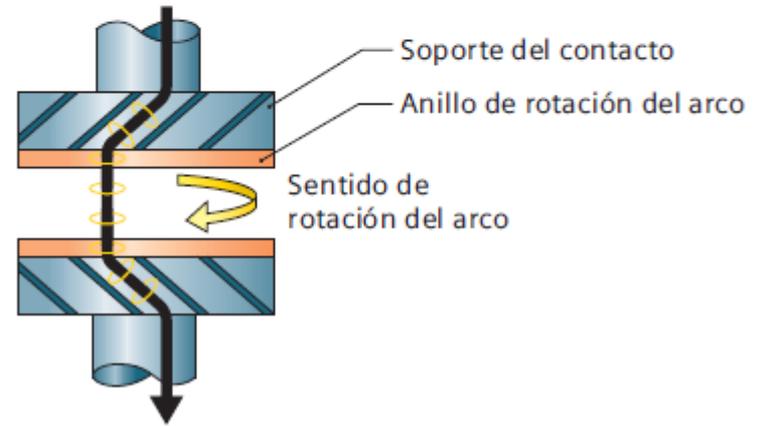
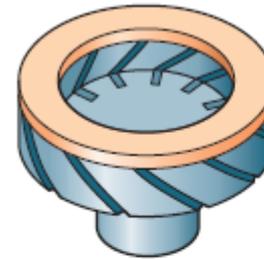
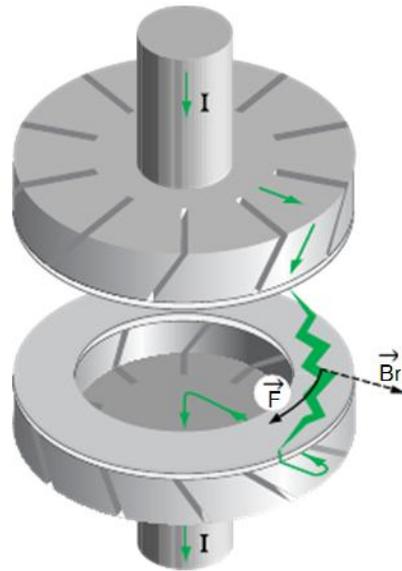
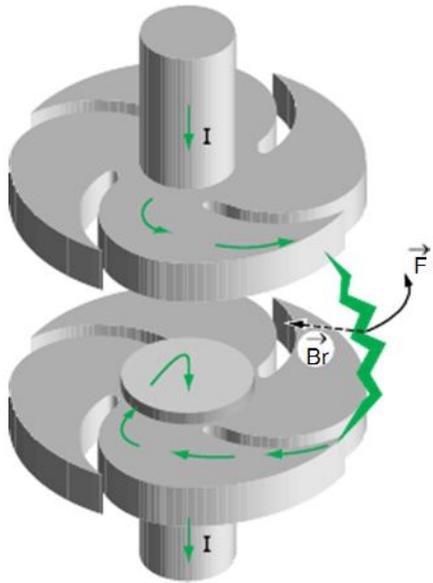


- 1 Upper contact terminal
- 2 Vacuum interrupter
- 3 Epoxy resin enclosure
- 4 Lower contact terminal
- 5 MC-contact
- 6 Piston
- 7 Contact force spring
- 8 Insulated coupling rod
- 9 Opening spring
- 10 Shift lever
- 11 Drive shaft
- 12 Release mechanism
- 13 Mechanism enclosure with spring operating mechanism

## El corte en vacío

- **Utilizado a escala industrial a partir de los '70s.**
- **El vacío es un medio dieléctrico ideal: no hay material y por tanto no hay conducción eléctrica. Sin embargo, el vacío nunca es perfecto y sí tiene un límite de resistencia dieléctrica.**
- **En el vacío “real”: a  $10^{-6}$  bar, la rigidez dieléctrica en campo homogéneo puede alcanzar una tensión de cresta de 200kV para una distancia interelectrodos de 12mm.**
- **Su resistencia dieléctrica no depende prácticamente más que de la presión cuando ésta es inferior a  $10^{-6}$  bar.**
- **Los contactos son simplemente frontales y la energía de maniobra para estos dispositivos es pequeña (30 a 50J).**
- **Su uso actualmente llega hasta las tensión nominal de 60 kV (límite tecnológico actual)**

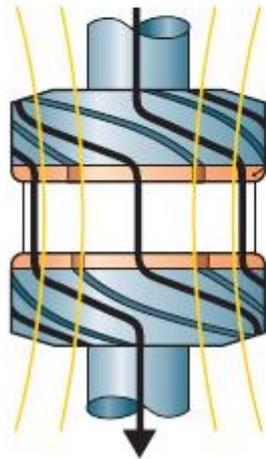
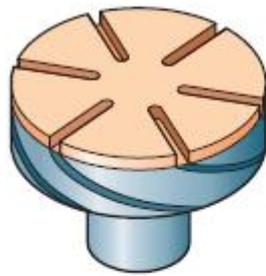
# control de arco por un campo magnético radial (distintas soluciones)



# control de arco por un campo magnético axial (distintas soluciones)



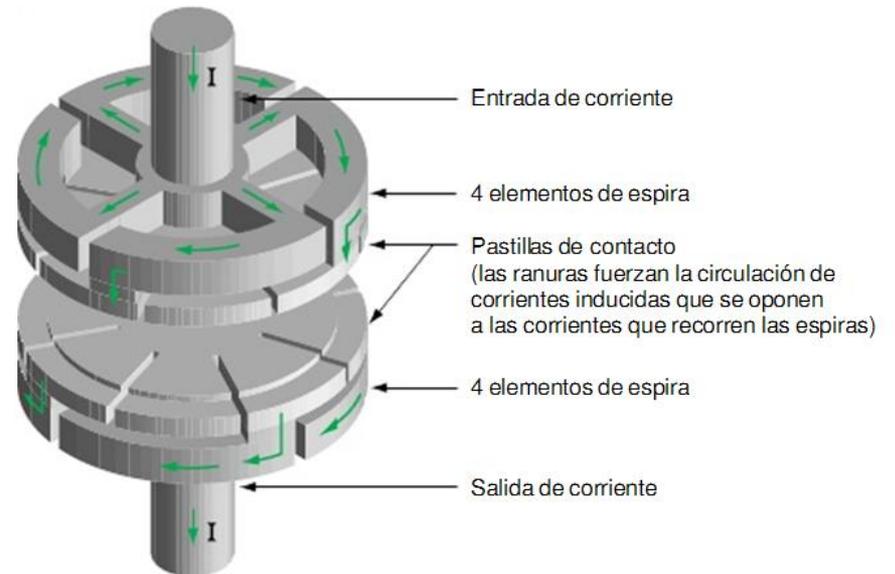
Bobina exterior a la cámara de vacío



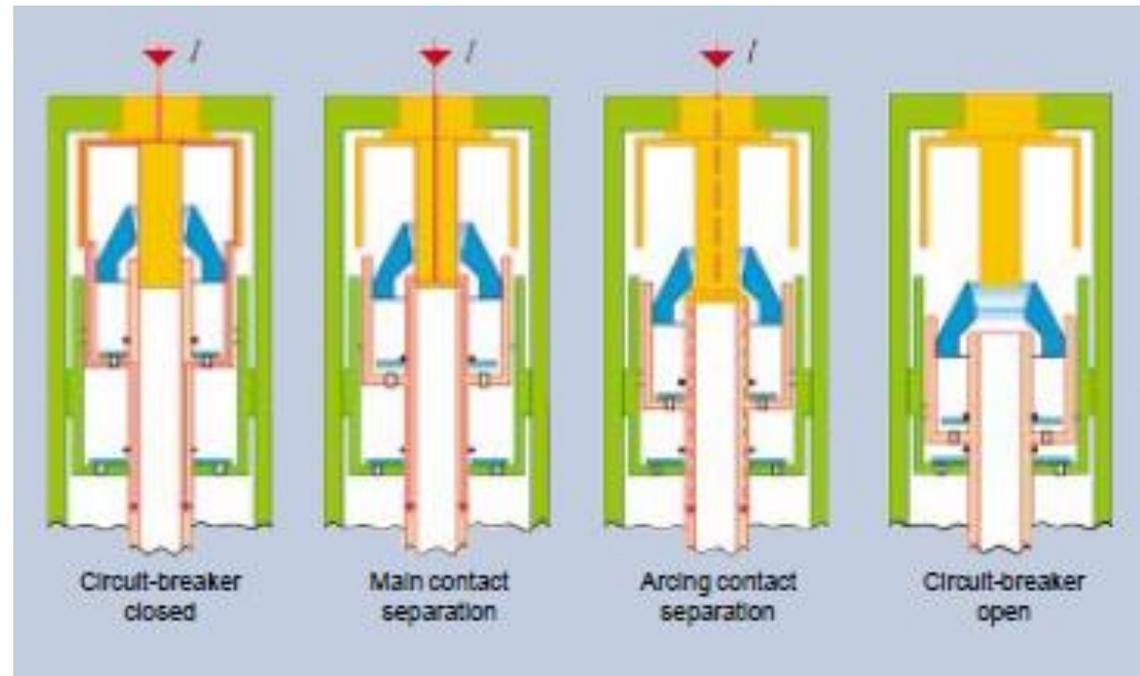
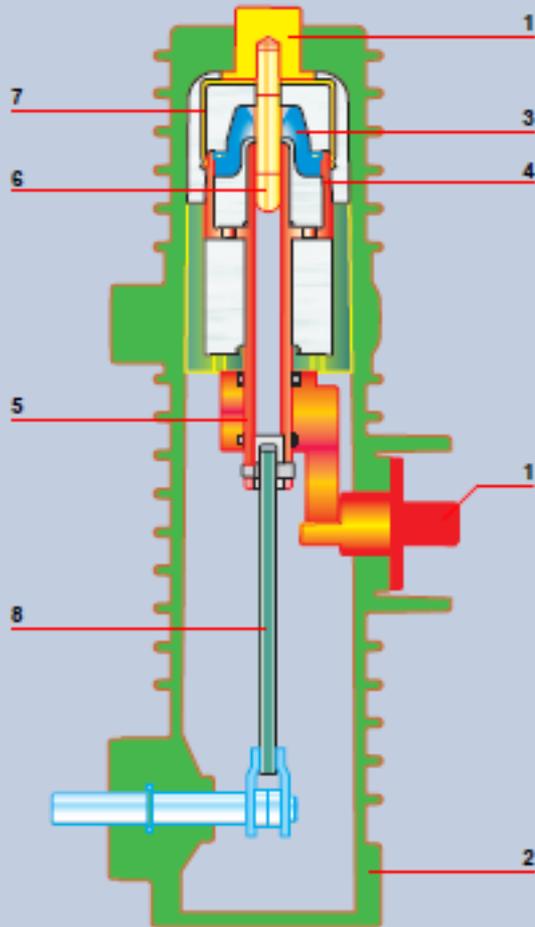
Disco de contacto

Arco difuso

Espira en el propio contacto



## Disyuntores en SF6



- 1 Terminal
- 2 Insulating case
- 3 Blasting nozzle
- 4 Moving arcing contact
- 5 Moving contact
- 6 Fixed arcing contact
- 7 Fixed contact
- 8 Insulating tie-rod

## El corte en SF6 (Hexafloruro de azufre)

- Utilizado a escala industrial a partir de los '70s, al igual que el vacío.
- Propiedades del SF6:

Químicas: no contaminante, incoloro, inodoro, no inflamable y no tóxico en su estado puro. Insoluble en el agua. Químicamente inerte.

Dieléctricas: el SF6 tiene una rigidez dieléctrica muy elevada (que como el aire, aumenta con la presión)

## Magnitudes características:

- Presiones relativas de SF<sub>6</sub> que se utilizan: desde 0.3bar (16kA, 24kV para seccionadores bajo carga) hasta 5 bar ( disyuntores 60kV)
- Factores que afectan las dimensiones de la cámara de corte:
- La capacidad para soportar la tensión de los ensayos entrada / salida condiciona la distancia de aislamiento entre los contactos abiertos.
- La intensidad de cortocircuito a cortar dimensiona el diámetro del tubo de soplado y de los contactos
- La potencia de cortocircuito a cortar impone las dimensiones del pistón de soplado
- Energía de apertura de 200 a 500J es relativamente elevada, a pesar de lo compactos que son los dispositivos, a causa de la energía necesaria para la compresión del gas.

## Resumen Técnicas de Corte en SF6

	doble presión	neumático	un gas, previamente comprimido en un recipiente de «alta presión», se libera después del corte al abrirse una válvula: el gas sopla el arco al circular a través de los contactos tubulares (toberas) hacia un recipiente a «baja presión».
	golpe de pistón (puffer)	autocompresión autoneumático autosoplado	un gas, comprimido por el movimiento de un pistón solidario con el movimiento de apertura de los contactos, sopla el arco dándole salida a través de un tubo de ventilación.
	golpe de pistón y expansión térmica (puffer and self pressurise)	autoneumático expansión térmica (autopuffer-thermal blast) auto-expansión	<p>el mismo principio que en el caso anterior pero con dos volúmenes de compresión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ un volumen que proporciona una baja presión para el corte de pequeñas corrientes, por lo que se requiere una débil energía de mando,</li> <li>■ un volumen «reducido» para el cierre automático de válvulas provocado por la alta presión desarrollada por una energía de arco importante (expansión térmica), por tanto, un refuerzo del soplado.</li> </ul>
	expansión térmica	autosoplado	el arco se refrigera con un soplido obtenido por la circulación de gas a través del tubo, circulación debida al aumento de presión de origen térmico, producida por el arco alrededor de los contactos.
	arco giratorio (rotating arc)		el arco se enfría al girar por la acción de un campo magnético radial producido por la corriente a cortar (fuerzas de Laplace).
	auto-expansión	autosoplado (autopuffer self-blast)	el mismo principio que en el caso anterior, y, además, con un soplado de arco obtenido por la circulación de gas a través de los contactos; circulación debida a la subida de presión de origen térmico producida por el arco alrededor de los contactos.
	contacto móvil		

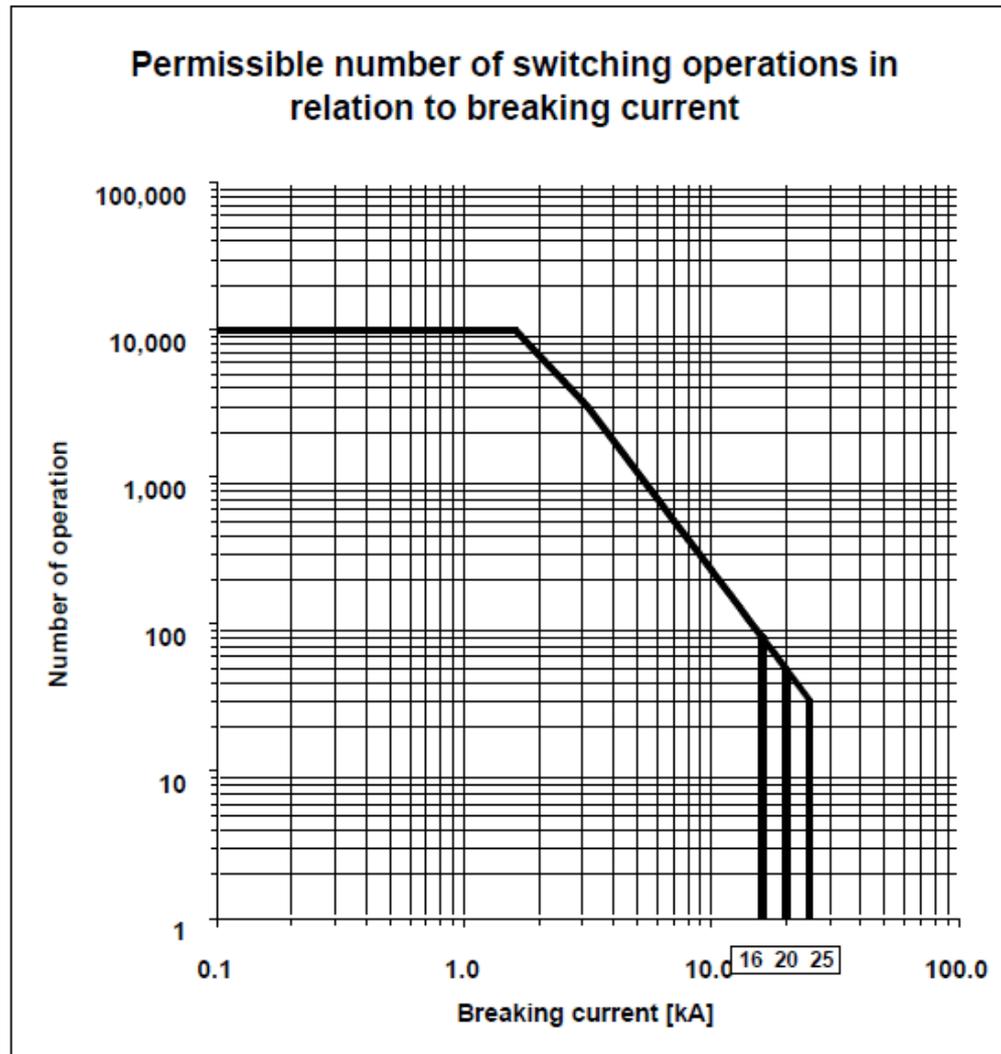
## Especificaciones técnicas básicas de un disyuntor

- **Nivel de aislación a frecuencia industrial:** Valor eficaz de la tensión sinusoidal a frecuencia industrial que la aislación del Interruptor automático puede soportar durante ensayos realizados en condiciones especificadas y durante lapsos especificados.
- **Nivel de aislación a onda de impulso:** Valor de cresta de la onda de impulso de tensión normalizada que la aislación del Interruptor automático puede soportar durante ensayos realizados en condiciones especificadas.
- **Corriente nominal en servicio continuo:** Corriente que el circuito principal de un Interruptor automático puede soportar indefinidamente en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.
- **Corriente nominal de corta duración admisible:** Corriente que el Interruptor automático en la posición cerrada puede conducir durante un tiempo corto especificado, en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.
- **Valor de cresta de la corriente admisible nominal:** Valor de cresta de corriente que el Interruptor automático en la posición cerrada puede soportar, en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.

- **Duración nominal de cortocircuito**
- **Frecuencia nominal**
- Tensión y frecuencia nominal de alimentación de los dispositivos de cierre y de apertura y de los circuitos auxiliares
- **Presión mínima de corte y aislación:** Presión para el corte y la aislación, en la cual se conservan las características nominales del Interruptor automático
- **Poder de corte en cortocircuito nominal:** valor de la corriente presunta que el Interruptor automático es capaz de cortar a una tensión especificada, en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.

- **Número mínimo de operaciones:**

- sin necesidad de mantenimiento
- a corriente nominal sin necesidad de recambio de cámaras
- apertura de corriente nominal de cortocircuito sin necesidad de recambio de cámaras



- **Tensión transitoria de restablecimiento nominal (TTR)**, relativa al poder de corte en cortocircuito nominal. Tensión transitoria que aparece entre los terminales de un polo de un Interruptor automático luego de iniciado el corte de la corriente.
- **Poder de cierre en cortocircuito nominal:** valor de la corriente presunta que el Interruptor automático es capaz de establecer a una tensión especificada, en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.
- **Secuencia de maniobras nominal:** sucesión de operaciones especificadas, con intervalos de tiempo especificados.

Típico para interruptor con posibilidad de recierres: O/0.3s/CO/15s/CO) lo cual implica:

- O: Debe poder abrir la corriente de corto nominal (por ej: 16 kA)
- Se espera 0,3 s (tiempo para recomposición dieléctrica del aire, por ejemplo si se trata de arco en una línea protegida por el interruptor)
- CO: Luego de 0,3 s debe ser capaz de cerrar y luego abrir inmediatamente (sin retardo intencional) o sea debe soportar la corriente dinámica de cortocircuito al cierre ( $16 \times 2,5 = 40$  kA) y luego debe ser capaz de abrir 16 kA
- Luego en 15 s debe ser capaz de tener la energía suficiente para hacer una nuevo ciclo CO, soportando las mismas corrientes que en el ciclo anterior.

## Accesorios típicos de un disyuntor

Para cumplir con sus funciones de mando y protección, el Interruptor automático debe ser provisto de ciertos accesorios:

- **Complemento de la protección: RELE DE PROTECCIÓN** (primarios o secundarios, autoalimentados o con fuente auxiliar, con distintas funciones de protección según el relé)
- **MOTORIZACION:** en 48, 110, 230VAC o 24, 48, 110, 125, 220VDC
- **BOBINAS DE APERTURA Y CIERRE:** de emisión o de tensión cero, de distintas tensiones, en AC o DC.
- **Juegos de CONTACTOS AUXILIARES** para señalización
- **PRESOSTATO c/señalización de estado de presión de SF6** para Interruptores automáticos en SF6
- **CONTADOR DE MANIOBRAS**

# Pruebas para Puesta en Servicio de Disyuntores y como Mantenimiento Preventivo

En disyuntores, básicamente se verifica estado a través de pruebas funcionales. A continuación, se sugiere una lista de verificaciones posibles a realizar (las cuales pueden variar según modelo del equipo)

**Pruebas Funcionales:** Consiste en provocar la operación de cierre y apertura mediante mando (manual / eléctrico) – (local / distancia) de aparatos de maniobra. Verificando señalizaciones (local / remotas) de cambios de estado, así como alarmas, bloqueos y enclavamientos según corresponda.

## PRUEBAS FUNCIONALES

### 1) OPERACIÓN MANUAL

Se comprueba que el indicador del resorte esté en la posición de resorte cargado, si no fuera así proceder a su carga manual.

Se desconecta la tensión auxiliar del motor, señalizaciones y protección.

Se realiza cierre y apertura mediante los pulsadores mecánicos.

Se comprueba que el equipo señala en posición abierto e indicador de posición del resorte descargado.

Se visualiza la lectura del contador de maniobras.

### 2) OPERACIÓN ELECTRICA

Se conecta la alimentación al motor, señalizaciones y protección.

Se realizan ciclos de maniobras de cierre y apertura en forma eléctrica.

Comprobar que al realizar el cierre del equipo cambia el estado de la señalización del indicador del resorte a descargado, el motor vuelve a cargar el resorte y cambia el estado de la señalización a cargado.

Comprobar que las indicaciones luminosas, botoneras o llaves de comando funcionan adecuadamente.

### 3) VERIFICACION RELE DE ANTIBOMBEO

Durante una de las operaciones a motor, se mantiene el botón de cierre pulsado y se realiza la apertura y se verifica que el equipo abre pero no realiza un recierre hasta tanto no se suelte el pulsador de cierre y se vuelva a pulsar.

### 4) REGISTRO DEL CONTADOR DE MANIOBRAS

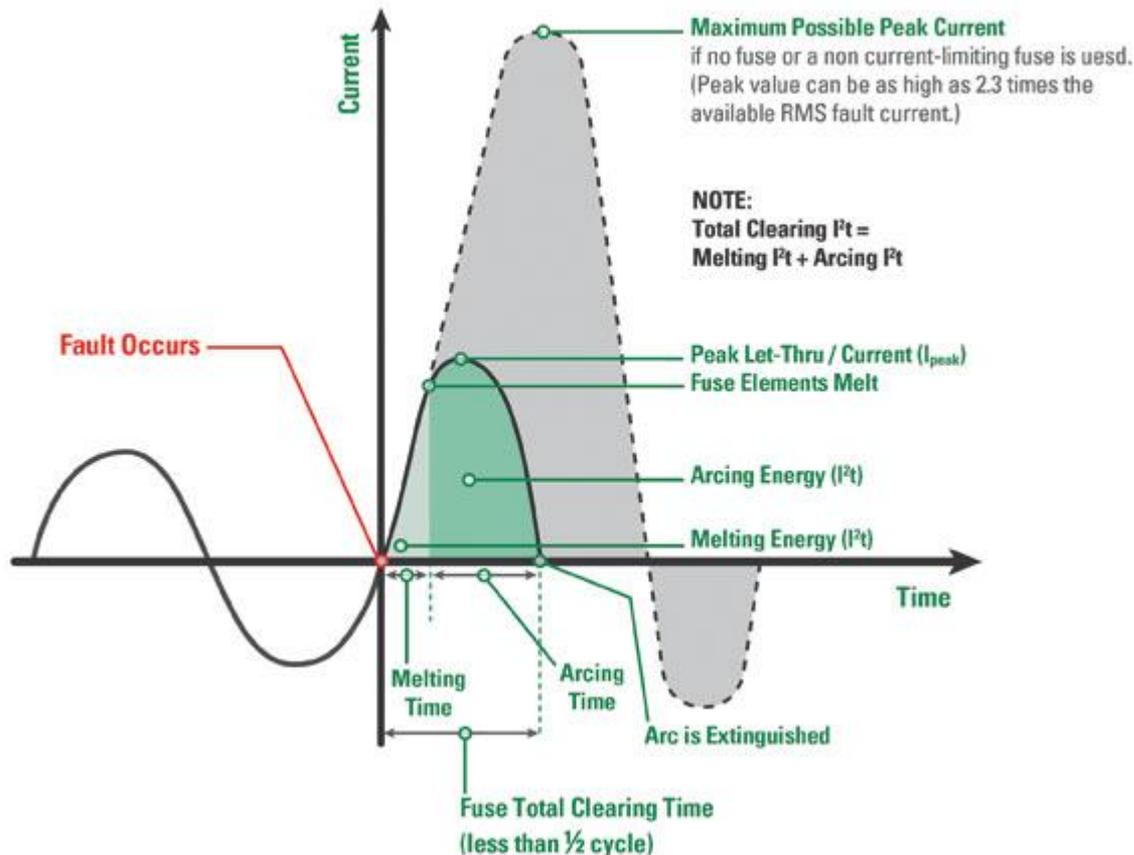
Se registra la lectura del contador de maniobras al final de las pruebas.

# Fusibles tipo HH limitadores, para instalación en celdas



## Funcionamiento de un fusible “limitador”:

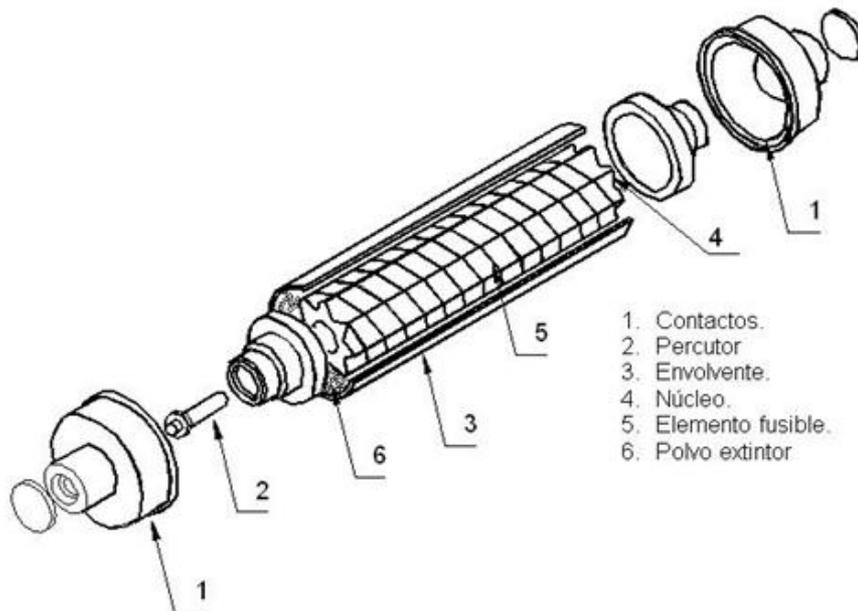
- Reducción de la componente dinámica (reducción de los esfuerzos mecánicos sobre la red)
- Apertura rápida (reducción de la energía disipada, y de los esfuerzos térmicos sobre la red)



## Características de fusibles HH

### “limitadores”:

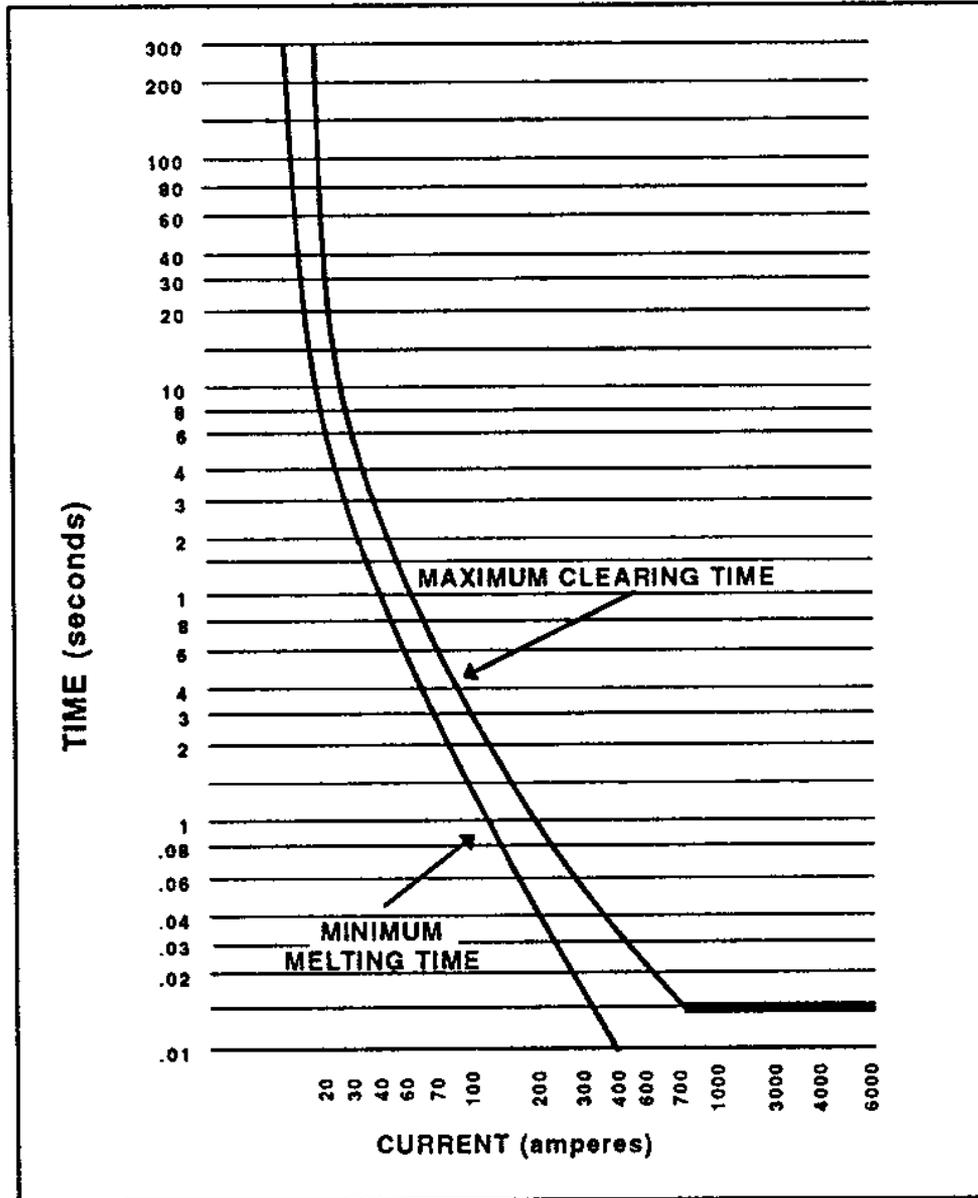
- \* Elevada limitación de la corriente de falla.
- \* Alta capacidad de interrupción.
- \* Sobretensión de arco controlada.
- \* Operación muy rápida (antes de un cuarto de ciclo).
- \* Percutor capaz de realizar el trabajo de apertura de un seccionador y señalar



\* Los tamaños se encuentran normalizados por DIN 43625, fijando diámetro y largo del contacto cilíndrico en 45 y 33 mm respectivamente, mientras que los largos del cuerpo son 192, 292, 367, 442 y 537 mm.

\* Normalmente tiene un rango de tensiones admisibles para su uso

## Características tiempo/corriente de un fusible:



Principales características nominales:

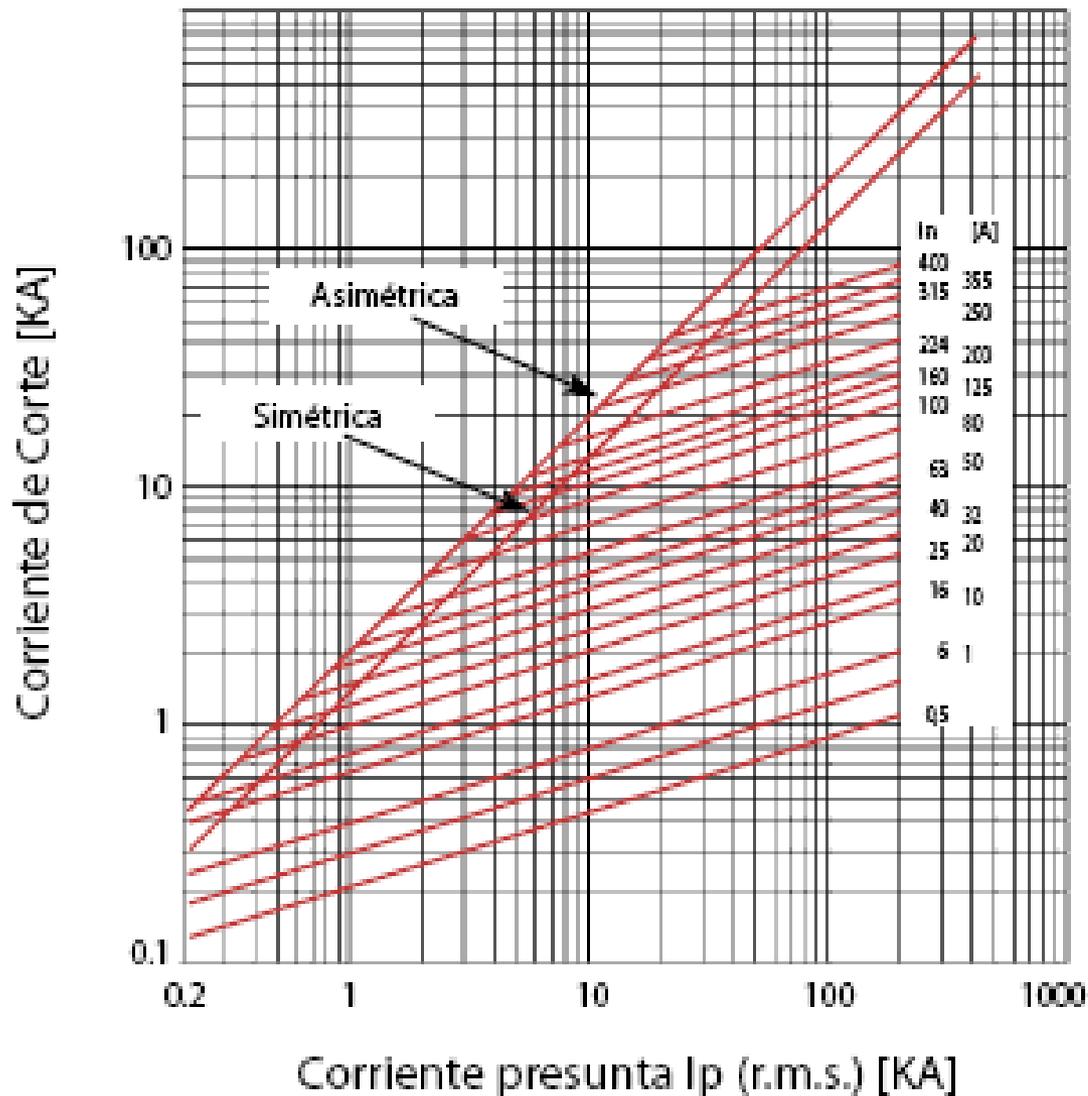
$I_N$  : Corriente nominal

$I_3$  : Corriente mínima de actuación segura

$I_1$  : Poder de corte

$U_N$  : Rango de tensiones nominales

# Fusibles HH, limitación de la corriente de cortocircuito



# Fusible HH, curva tiempo-corriente

