

# DISYUNTORES DE MEDIA TENSIÓN

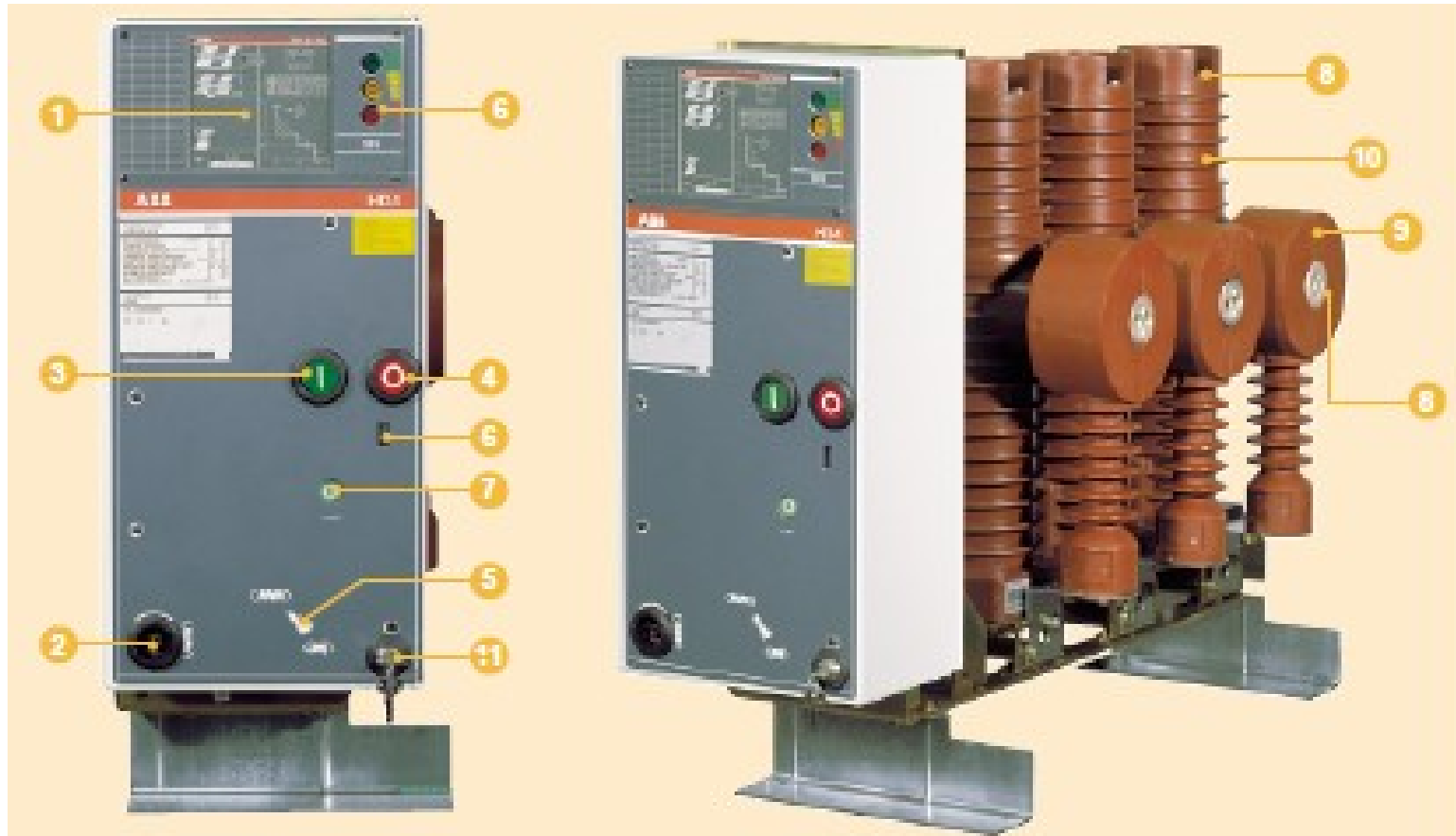


Mando Lateral



Mando Frontal

# Ejemplo disyuntor de uso en celdas secundarias (típicamente mando lateral)



- 1 Relé de protección PR521 (bajo demanda)
- 2 Eje para el tensado manual de los resortes de cierre
- 3 Pulsador de cierre
- 4 Pulsador de apertura
- 5 Señalizador de resortes de cierre tensados (amarillo) y no tensados (blanco)
- 6 Dispositivo de bloqueo y señalización del estado de la presión del gas SF6 (se aplica, bajo demanda, únicamente a los interruptores con presostato)

- 7 Señalizador mecánico del interruptor automático abierto/cerrado
- 8 Terminales de media tensión
- 9 Sensor de corriente (para relé PR521 - si se ha previsto)
- 10 Polo del interruptor
- 11 Bloqueo a llave
- 10 Cuentamaniobras

# 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.

- 

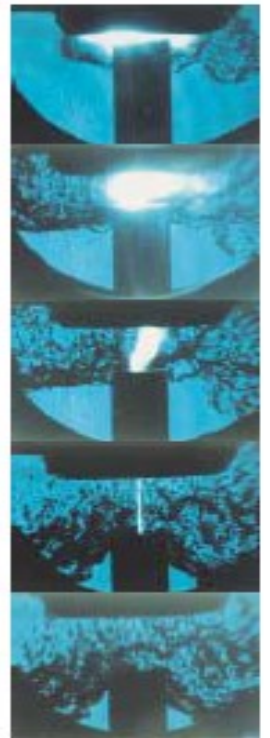
- Se producen en

- El aire, a presión atmosférica o en el vacío,

- A altas o bajas presiones

- En una gran variedad de gases y vapores metálicos.

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.



## •Características del arco:

- 

- 

- Se encuentra siempre a muy altas temperaturas

- Comportamiento de resistencia

- Fácilmente influenciado por campos magnéticos y por la acción de fluidos a alta presión.

- Puede ser tratado como un gas caliente que cumple con las leyes de conservación de masa, momento y energía por lo que su conductividad eléctrica, conductividad térmica y composición gaseosa son controladas esencialmente por la temperatura.

- Energía disipada por el arco durante la interrupción:

# El arco en corriente alterna

- En un arco estable, aumenta la corriente, entonces aumenta la Temperatura, y se promueve la ionización ( $R_{arc}$  disminuye)
- Si la corriente decrece, se produce el fenómeno inverso; **el arco colapsa un corto tiempo antes de que se produzca el cero natural de la corriente.** El mismo se reencenderá en el siguiente ciclo con la corriente en sentido contrario, siempre y cuando las condiciones ambientales lo permitan. El tiempo de transición, (tiempo de  $i=0$ ), depende del medio y del circuito externo.
- El colapso de corriente es acompañado por un incremento de tensión
- Durante este período sin corriente, el arco es parcialmente desionizado debido a las pérdidas de calor, por lo que el campo eléctrico necesario para reencenderlo será mayor que el suficiente para mantenerlo.
- El tiempo de corriente cero es función de la velocidad con la que se incrementa la tensión del circuito en el comienzo de cada semiciclo y de la velocidad con la que se produce el proceso de desionización.

# 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.

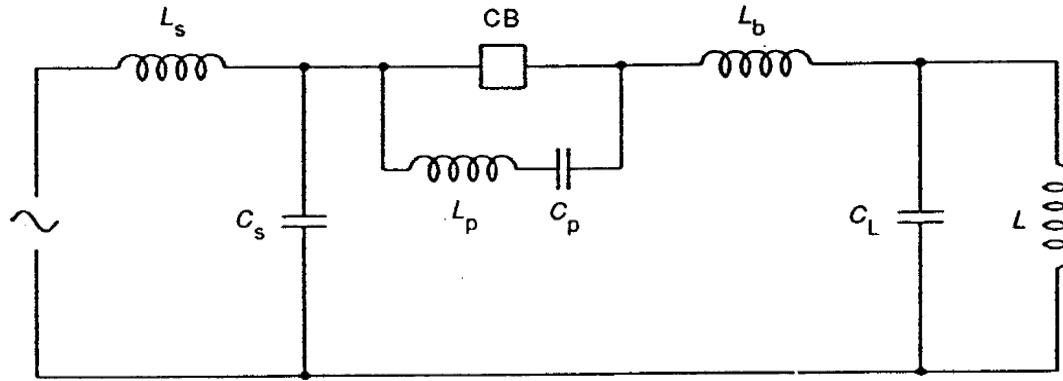
–Si la energía disipada por efecto Joule sobrepasa la potencia de enfriamiento característica del dispositivo, el medio no se sigue enfriando, se produce un embalamiento térmico seguido de una nueva ruptura dieléctrica: es una **ruptura térmica**

•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

—

# Interrupción de corrientes inductivas

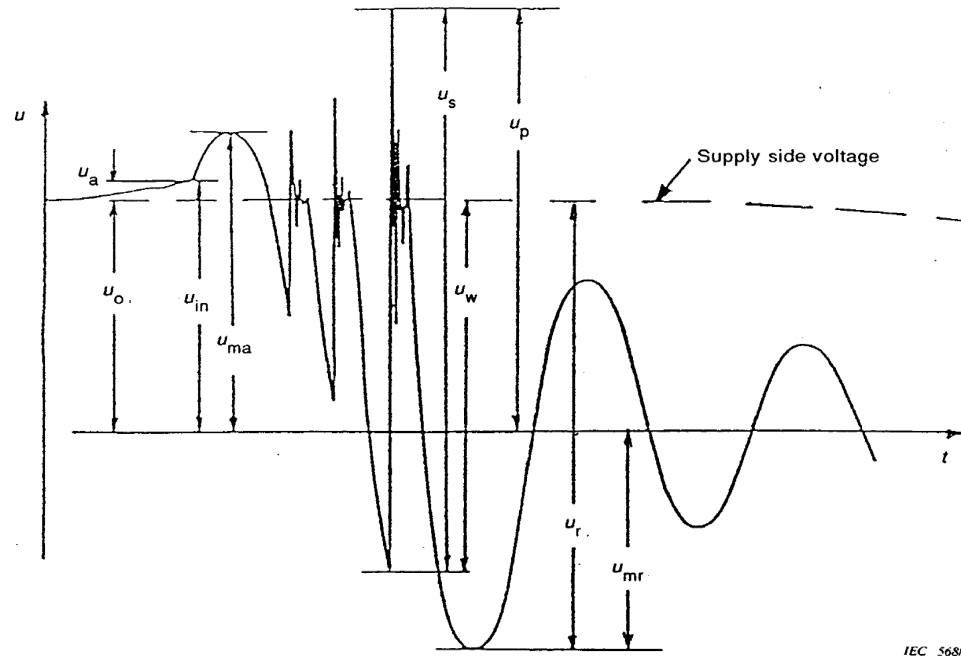


IEC 566194

- $L_s$  = supply side (short-circuit) inductance
- $C_s$  = supply side capacitance
- $L_p, C_p$  = stray inductance and capacitance across circuit-breaker CB
- $L_b$  = inductance of re-ignition circuit
- $C_L$  = capacitance parallel to the reactor
- $L$  = inductance of reactor

- Cuando la corriente se hace 0 la tensión es máxima: situación muy favorable para los reencendidos
- Cuando el arco se extingue, la energía electromagnética almacenada en la inductancia es transformada en energía electrostática en la capacidad que exista en el circuito y viceversa, con una serie de oscilaciones amortiguadas por la presencia de resistencia en el circuito, a una frecuencia en general muy superior a la del circuito de potencia. Este proceso dificulta la interrupción, ya que el crecimiento del poder dieléctrico debe ahora compensar un voltaje con elevada velocidad de crecimiento. Además, deberá soportar la sobretensión de oscilación.
- Problemas para cortes de corrientes inductivas pequeñas: **Reencendidos a la apertura**





IEC 568/94

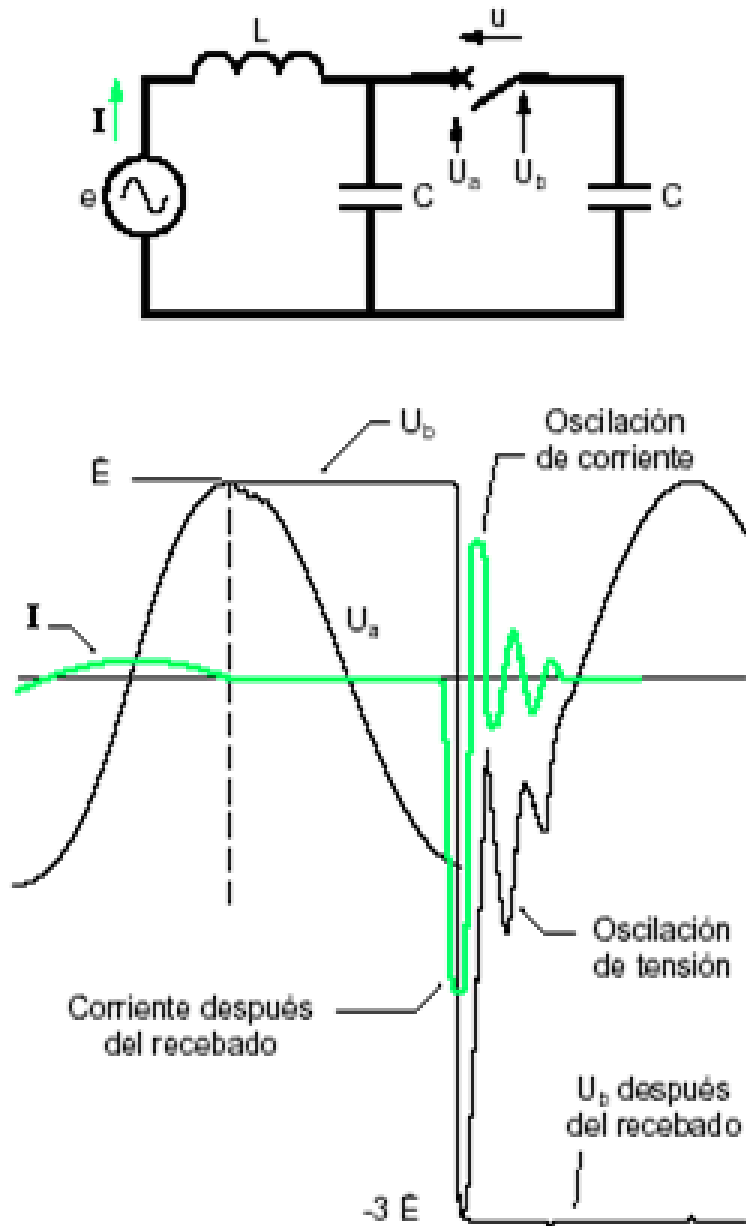
- $u_o$  = power frequency voltage crest value to earth
- $u_a$  = circuit-breaker arc voltage drop
- $u_{in} = u_o + u_a$  = initial voltage to earth at the moment of current chopping
- $u_{ma}$  = suppression peak voltage to earth
- $u_{mr}$  = recovery peak voltage to earth
- $u_p$  = maximum overvoltage to earth (could be =  $u_{ma}$  or  $u_{mr}$ )
- $u_s$  = maximum peak-to-peak voltage excursion at re-ignition
- $u_w$  = voltage across circuit-breaker at re-ignition
- $u_r$  = recovery peak voltage across circuit-breaker

## Transitorios de tensión con reencendidos

• **Resumen Corte de corrientes inductivas:**

- 
- No es lo más común en maniobras en las redes de MT
- Corrientes magnetizantes de trafos en vacío o poco cargados: en general no suele ser un problema
- Inductancias shunt: Debe estudiarse el problema con cuidado (ver IEC 61233)
- Comando de motores: idem, ver recomendaciones de IEC 61233

# Interrupción de corrientes capacitivas



- Las condiciones del circuito son totalmente favorables en el momento de la interrupción, debido a que la tensión que aparece entre los electrodos crece a muy baja velocidad, quedando el capacitor cargado prácticamente a su máxima tensión. Medio ciclo más tarde, la tensión sobre los electrodos es duplicada, siendo la suma algebraica de la de carga más la máxima del sistema, sin embargo ha existido un largo período en general suficiente para que se recupere el poder dieléctrico, evitando la presencia de recibados.

- Riesgo de recibado y de una posterior **escalada de tensión**

- **Ámbito de aplicación:**

- Cables en vacío
- Líneas aéreas largas
- Condensadores en MT

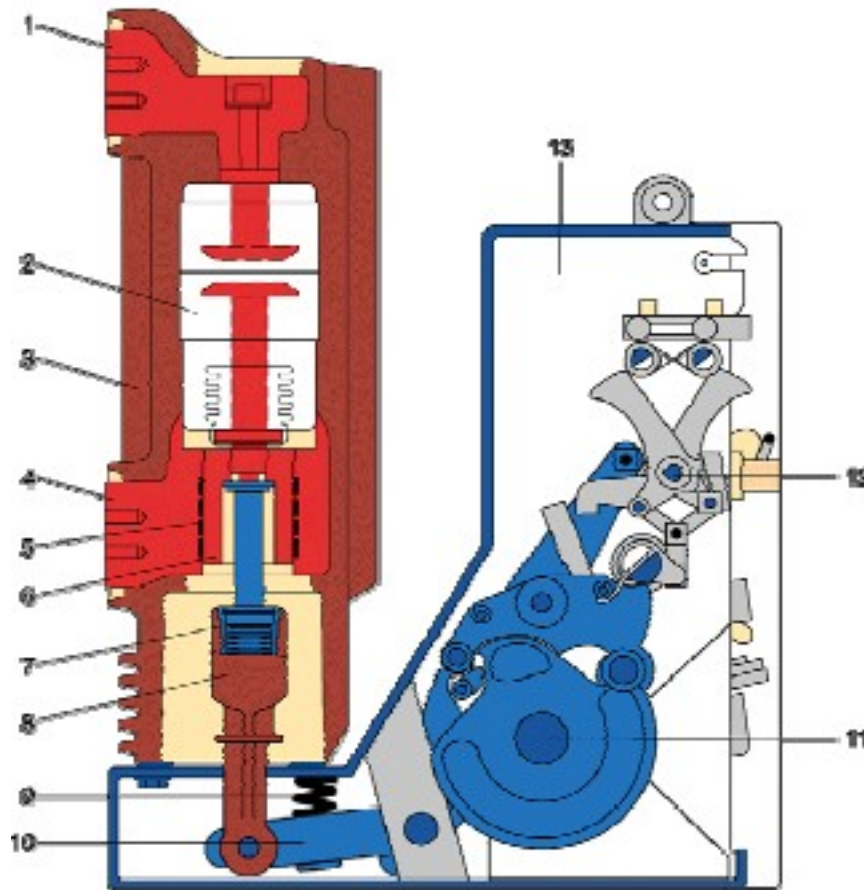
# Las técnicas de corte

- Los Interruptores automáticos 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, no así el corte en vacío en el SF6.
- 
-

# El medio de corte

- Como se ha explicado, la interrupción tiene éxito cuando:
  - la potencia disipada en el arco por efecto Joule permanece inferior a la potencia de enfriamiento del dispositivo
  - la velocidad de desionización del medio es grande
  - el espacio intercontactos tiene una resistencia dieléctrica suficiente.
- Por ende, el medio debe cumplir con los siguientes requerimientos:
  - tener una conductividad térmica importante, especialmente en la fase de extinción, para evacuar la energía térmica del arco
  - volver a alcanzar sus propiedades dieléctricas lo más rápidamente posible a fin de evitar un reencendido intempestivo
  - a temperatura elevada, ser un buen conductor eléctrico para reducir la resistividad del arco y por tanto la energía a disipar
  - a temperaturas más bajas, ser un buen aislante eléctrico para facilitar el restablecimiento de la tensión
-

# 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.
- La ruptura dieléctrica en el vacío está vinculada a los fenómenos de emisión electrónica fría, sin efecto de avalancha por ionización.
- Su resistencia dieléctrica no depende prácticamente más que de la presión cuando ésta es inferior a  $10^{-6}$  bar.
- La rigidez dieléctrica depende entonces de la naturaleza de los materiales, de la forma de los electrodos y de la distancia interelectrodos

## El arco eléctrico en el vacío:

- El arco se compone de vapores metálicos y de electrones que provienen de los electrodos y puede tener dos aspectos: concentrado o difuso, según la intensidad de corriente que lo atraviesa.
- $I \approx 10\text{kA}$ : arco único y concentrado, como en los fluidos tradicionales. Una fina capa del material de contacto se vaporiza y el arco se desarrolla en una atmósfera de vapores metálicos que ocupan todo el espacio. Cuando la intensidad decrece, estos vapores se condensan sobre los mismos electrodos, o sobre las pantallas metálicas dispuestas a esos efectos.
- $I < \text{algunos miles de A}$ : arco en forma difusa. Se compone de varios arcos separados unos de los otros, de forma cónica cuyo vértice está en el cátodo. La corriente en este caso es esencialmente debida al flujo de electrones.
-



## Paso de la corriente por cero:

- Al aproximarse la corriente a cero, el número de puntos de arco disminuye hasta que el último desaparece cuando la energía aportada por el arco es insuficiente para mantener una temperatura de pie de arco suficientemente elevada. Al invertirse la tensión, el ánodo se convierte en cátodo, pero está frío y no puede emitir electrones. En consecuencia, los dispositivos de vacío pueden cortar las corrientes con crecimientos del TTR muy rápidos y también las corrientes de alta frecuencia.
- 
- Para las intensidades elevadas, a cero de intensidad todavía puede quedar un plasma de arco y el corte no resulta seguro. Esencialmente pues, la densidad de vapor metálico residual es la que determina el Pdc.
- Los fenómenos de reencendido y de disparo indeseado se producen cuando los contactos liberan demasiados vapores metálicos.

## Las distintas tecnologías de corte en vacío:

- Exigencias a cumplir

- reducir el fenómeno de arranque de corriente para limitar las sobretensiones

- evitar la erosión precoz de los contactos para obtener una durabilidad mecánica elevada

- retrasar la aparición del régimen de arco concentrado para aumentar el Pdc

- limitar la producción de vapores metálicos para evitar los disparos indeseados

- conservar el vacío, indispensable para mantener las características de corte durante la vida del dispositivo.

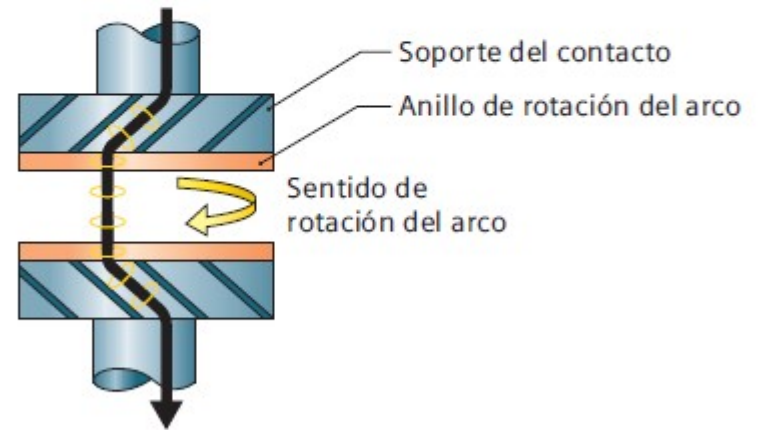
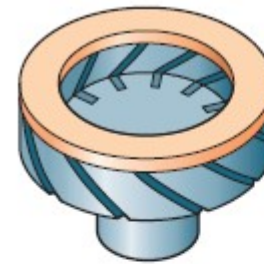
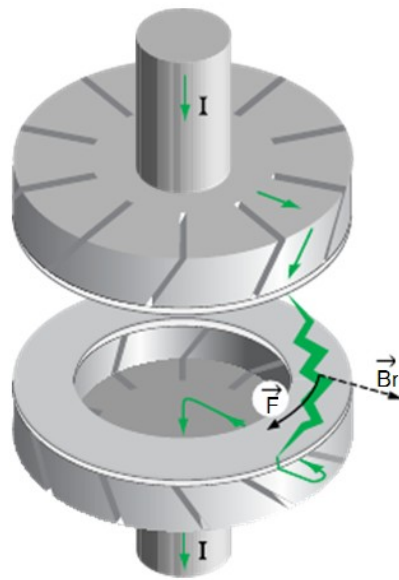
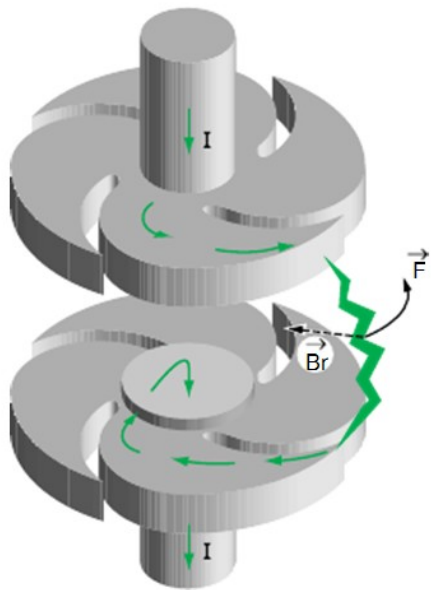
Las soluciones se orientan principalmente en dos direcciones:

- el control de arco por un campo magnético, que puede ser radial o axial**

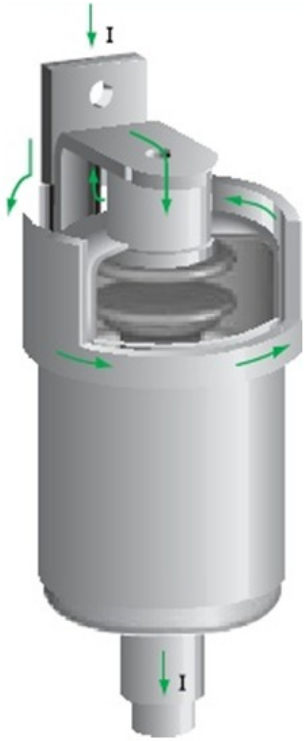
- la composición de los materiales de los contactos: aleaciones Cobre/Cromo o aleaciones Cobre/Bismuto

-

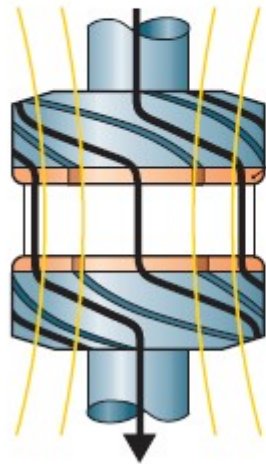
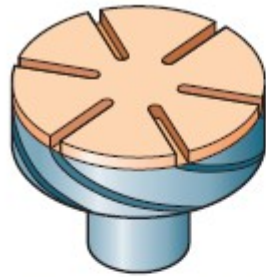
# control de arco por un campo magnético radial (distintas soluciones)



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



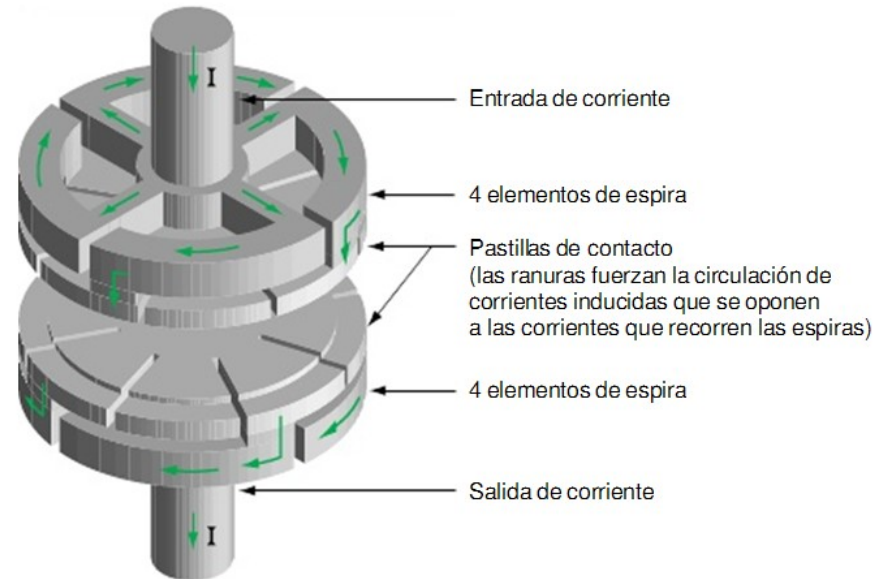
Bobina exterior a la cámara de vacío



Disco de contacto

Arco difuso

## Espira en el propio contacto

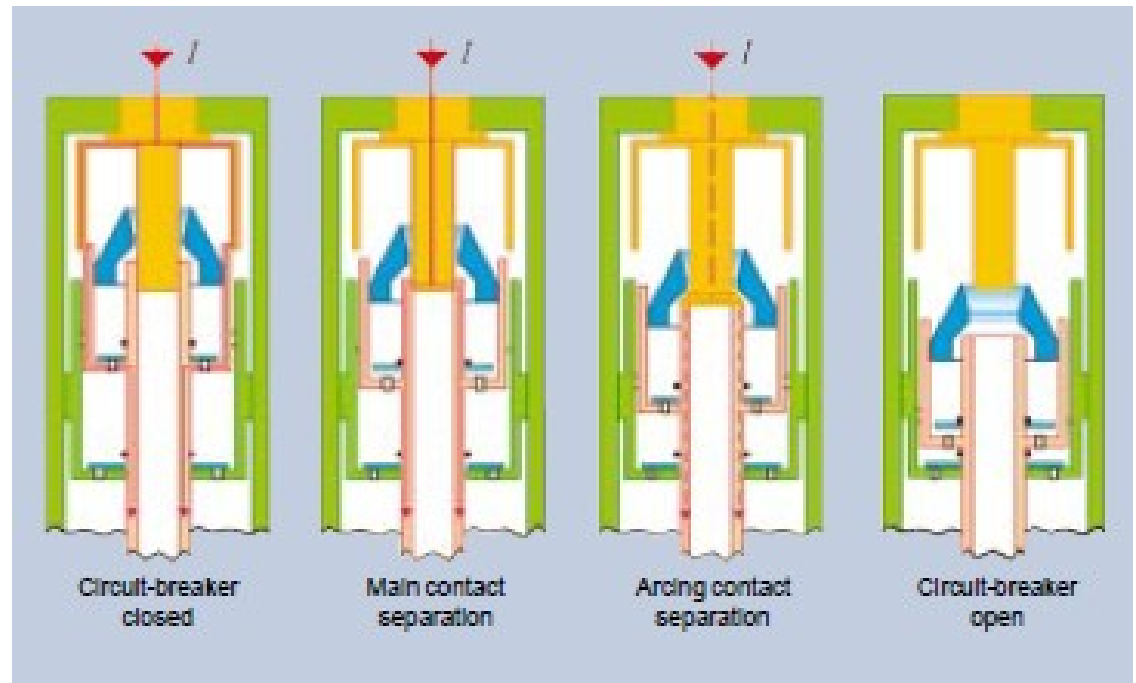
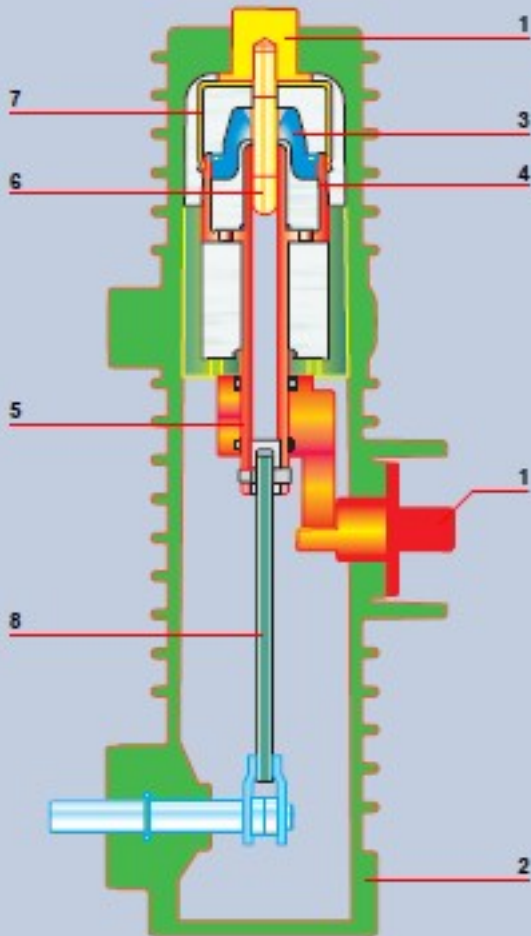


- La limitación esencial es la estanqueidad de la cámara de vacío.
- Los contactos son simplemente frontales y la energía de maniobra para estos dispositivos es pequeña (30 a 50J).
- Las presiones de contacto deben ser elevadas, para minimizar la resistencia de contacto y evitar la separación de los contactos cuando pase una intensidad de cortocircuito. Estas presiones de contacto necesarias imponen unas limitaciones mecánicas elevadas.
- El volumen de la cámara es función del Pdc, que incide en el diámetro de la cámara,
- La rigidez dieléctrica externa de la envolvente resulta preponderante para definir el dimensionado del dispositivo.
- 
- Hay que resaltar que el control permanente del vacío durante la explotación no es posible, ya que se necesita poner el equipo sin tensión y un dispositivo de medida adecuado.

## Ámbito de aplicación

- En el campo de MT es donde más se emplea esta técnica: hay disponibles Interruptores automáticos de uso general para las diferentes aplicaciones con todos los poderes de corte habituales (hasta 63kA). Se utilizan para la protección y mando de cables y de líneas aéreas, de transformadores, de condensadores en batería única, de motores e inductancias shunt.
- Están particularmente adaptados para el mando de hornos de arco, pero hay que utilizarlos con precaución en el mando de escalones de condensadores en paralelo.

# 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 (sus moléculas tienen todos sus enlaces químicos saturados y una energía de disociación elevada, así como una gran capacidad para evacuar el calor producido por el arco.)
  - Físicas:
    - Térmicas: La conductividad térmica del SF6 es equivalente a la del aire, pero el estudio de la curva de conductividad térmica del SF6 a temperaturas elevadas indica un pico a la temperatura de disociación del SF6.
    - Dieléctricas: el SF6 tiene una rigidez dieléctrica muy elevada gracias a las propiedades muy electronegativas del flúor

—



## El arco eléctrico en el SF6

- Formado por un plasma de SF6 disociado, de forma cilíndrica, constituido por un núcleo a una temperatura muy elevada en función de la corriente cortada, envuelto de una vaina de gas más frío. El núcleo y la vaina están separados por una zona de transición de temperatura ligada a la temperatura de disociación de la molécula. Cerca de los 2000°C, esta zona de transición permanece sin cambios cuando la intensidad de la corriente varía.
- Durante el período de arco, la totalidad de la corriente se transporta por el núcleo
- Paso por el cero de corriente:
- Con la disminución de la intensidad, la temperatura del núcleo disminuye, con lo que su conductividad eléctrica comienza también a disminuir.
- Al acercarse el cero de corriente, los intercambios térmicos entre la vaina y el núcleo resultan muy importantes y el núcleo desaparece

## El corte por auto compresión

- En este tipo de Interruptor automático, la expansión de un volumen de SF6 comprimido por un pistón sopla el arco. Al abrir el dispositivo, un cilindro solidario con el contacto móvil se desplaza y comprime un volumen de SF6. Un tubo de soplado canaliza el gas hacia el centro del arco. El gas se evacua a través de los contactos huecos.
- Con intensidades fuertes, el arco provoca un efecto de tapón que contribuye a la acumulación de gas comprimido.
- Esta tecnología permite cortar sin dificultad todas las intensidades hasta el Pdc, sin una intensidad crítica puesto que la energía necesaria para soplar el arco se produce por empuje mecánico y por tanto es independiente de la corriente a cortar.
-

- Magnitudes características:

- Presiones relativas de SF<sub>6</sub> que se utilizan: de 0.5bar (16kA, 24kV) hasta 5 bar (52kV)

- 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.

## El corte por arco giratorio

- El arco se enfría por su propio desplazamiento relativo en el SF6. Un campo magnético, creado por una bobina recorrida por la corriente de fallo, genera un movimiento de rotación del arco a velocidad muy elevada.
- Al abrir los contactos principales, la corriente se conmuta a la bobina y aparece el campo magnético axial. La fuerza de Laplace resultante acelera el arco en un movimiento circular. Así, el arco se enfría de una manera homogénea en el SF6.
- La potencia de enfriamiento del dispositivo depende pues directamente del valor de la corriente de cortocircuito lo que da a estos dispositivos una suavidad de corte que no necesita más que una pequeña energía de maniobra: la energía necesaria para el corte la suministra enteramente el arco y las corrientes pequeñas se cortan sin arranque ni sobretensiones.
- 
-

- Magnitudes características:

- Gracias a la pequeña energía de corte, los dispositivos son muy compactos, incluso con una presión de relleno relativamente pequeña (de orden de 2.5 bar)

- Energía de mando para la apertura es inferior a 100J.

-

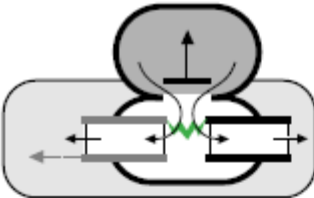

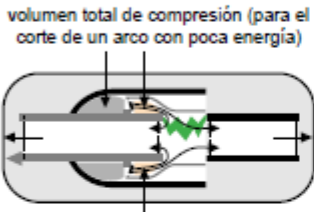
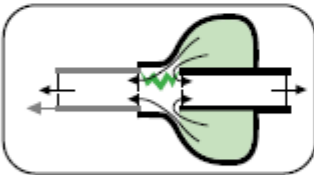
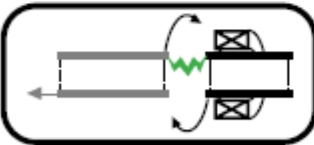
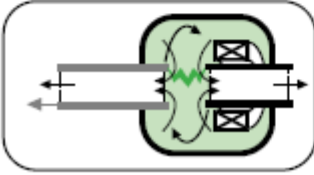
## El corte por auto expansión

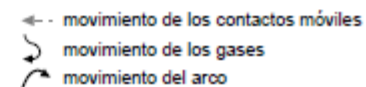
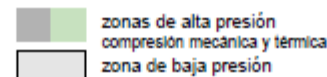
- Utiliza la energía térmica disipada por el arco para aumentar la presión de un pequeño volumen de SF<sub>6</sub> que se escapa por un orificio atravesado por el arco. Cuanto más importante es la intensidad del arco, mayor es el efecto tapón que dificulta el escape del gas a través del orificio. El gas frío bloqueado en este volumen aumenta de temperatura, a causa de la disipación térmica del arco (principalmente por radiación), y por lo tanto su presión también aumenta. En el cero de corriente, el tapón desaparece, el SF<sub>6</sub> se expande y sopla el arco. El efecto de soplado depende del valor de la corriente, de donde resultan energías de mando pequeñas y cortes suaves, pero con un riesgo de existencia de corrientes críticas. Estas se encuentran generalmente alrededor del 10% del P<sub>dc</sub>.
- Se han desarrollado dos métodos de guiado del arco, el guiado magnético (tipo arco giratorio) y el guiado mecánico (tipo auto compresión), que permiten estabilizar el arco en la zona de soplado y además suprimir las corrientes críticas

•Magnitudes características:

- Para corrientes pequeñas, el soplado es casi inexistente y generalmente la tensión de arco no va más allá de los 200V.
- La presión de relleno de la cámara es cercana a la presión atmosférica
- El volumen de soplado térmico está comprendido entre 0.5 y 2 litros.
- La energía de actuación a 24kV es inferior a 100J
- El corte por auto expansión es hoy la tecnología de mejor rendimiento. Sus capacidades de corte pueden ser muy elevadas con unas presiones y unas energías de actuación pequeñas, y por tanto con una fiabilidad muy elevada

## 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	el mismo principio que en el caso anterior pero con dos volúmenes de compresión: ■ un volumen que proporciona una baja presión para el corte de pequeñas corrientes, por lo que se requiere una débil energía de mando, ■ 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.
	expansión térmica	autosoplado	el arco se refrigera con un soplado 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.





# Especificaciones técnicas

- a) **Tensión nominal**

- b) **Nivel de aislación nominal:** para un Interruptor automático, característica definida por uno o dos valores que indican la aislación del Interruptor automático. Típicamente, estos valores son el nivel de aislación a frecuencia industrial y el nivel de aislación a onda de impulso.

- 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.

- c) **Frecuencia nominal**

•d) **Corriente nominal en servicio continuo:** Corriente que el circuito principal de un Interruptor automático puede soportar indefinidamente en condiciones de uso y funcionamiento prescriptas.

•e) **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.

•f) **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.

•g) **Duración nominal de cortocircuito**

•h) **Tensión nominal de alimentación de los dispositivos de cierre y de apertura y de los circuitos auxiliares**

•

•

•i) **Frecuencia nominal de alimentación de los dispositivos de cierre y de apertura y de los circuitos auxiliares**

•j) Presiones asignadas de alimentación de gas comprimido, y/o de alimentación del circuito hidráulico, para la operación, el corte y la aislación, de ser aplicables

•**Presión mínima de maniobra:** Presión, relacionada con las condiciones atmosféricas normales (+20°C y 101.3kPa), expresada en forma absoluta o relativa, a la cual, y por encima de la cual, se conservan las características nominales del Interruptor automático y a la cual se vuelve necesaria un complemento de relleno del dispositivo de maniobra.

•**Presión mínima de corte y aislación:** Presión para el corte y la aislación, relacionada con las condiciones atmosféricas normales (+20°C y 101.3kPa), expresada en forma absoluta o relativa, a la cual, y por encima de la cual, se conservan las características nominales del Interruptor automático y a la cual se vuelve necesaria un complemento de relleno del fluido de corte y/o de aislación.

•k) **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. Las condiciones de uso prescriptas incluyen en este caso un cortocircuito en los terminales del Interruptor automático.

• l) **Tensión transitoria de restablecimiento nominal,** 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. Esta tensión puede ser sinusoidal o no sinusoidal o una combinación de ambas dependiendo de las características del circuito interrumpido. La TTR en un circuito trifásico es aquella que aparece en el primer polo que comienza la apertura, puesto que esta tensión es mayor que la que aparece en los otros dos polos.

•

•

- m) **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. Las condiciones de uso prescriptas incluyen en este caso un cortocircuito en los terminales del Interruptor automático
- n) **Secuencia de maniobras nominal:** sucesión de operaciones especificadas, con intervalos de tiempo especificados.

-

•o) **Tiempos nominales**

•**Tiempo de apertura:** Depende del método de apertura e incluyendo todo dispositivo de retardo que forme parte del Interruptor automático, regulado a su mínimo valor posible:

•Para un Interruptor automático abierto a través de cualquier fuente auxiliar, el tiempo de apertura es el intervalo de tiempo entre el instante de energización del dispositivo de apertura, estando el Interruptor automático en posición cerrada, y el instante de separación de los contactos de arco en todos los polos.

•Para un Interruptor automático con apertura autónoma, el tiempo de apertura es el intervalo de tiempo entre el instante en que la corriente principal alcanza el valor de funcionamiento del dispositivo de apertura por sobrecorriente, estando el Interruptor automático en posición cerrada, y el instante de separación de los contactos de arco en todos los polos.

- **Tiempo de arco:** Intervalo de tiempo entre el instante de inicio del arco y el instante de extinción final del arco en todos los polos.

- **Tiempo de corte:** Intervalo de tiempo entre el inicio del tiempo de apertura de un dispositivo mecánico de conexión y el fin del tiempo de arco.

- **Tiempo de cierre:** intervalo de tiempo entre la energización del circuito de cierre, estando el Interruptor automático en posición abierta, y el instante en el cual los contactos se tocan en todos los polos.

-

# Accesorios

• 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**

•