



ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA  
ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

# INTERRUPTORES



**SON UN MEDIO PARA ABRIR O CERRAR UN CIRCUITO DE CORRIENTE**

## ELEMENTOS INTERRUPTIVOS

**SIN CARGA**

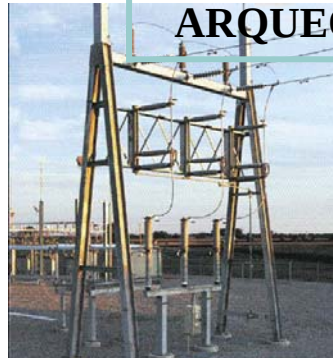
**Sin flujo de corriente**

**(CUCHILLAS SOLIDAS SIN CUERNOS DE ARQUEO)**

**CON CARGA**

**Con flujo de corriente**

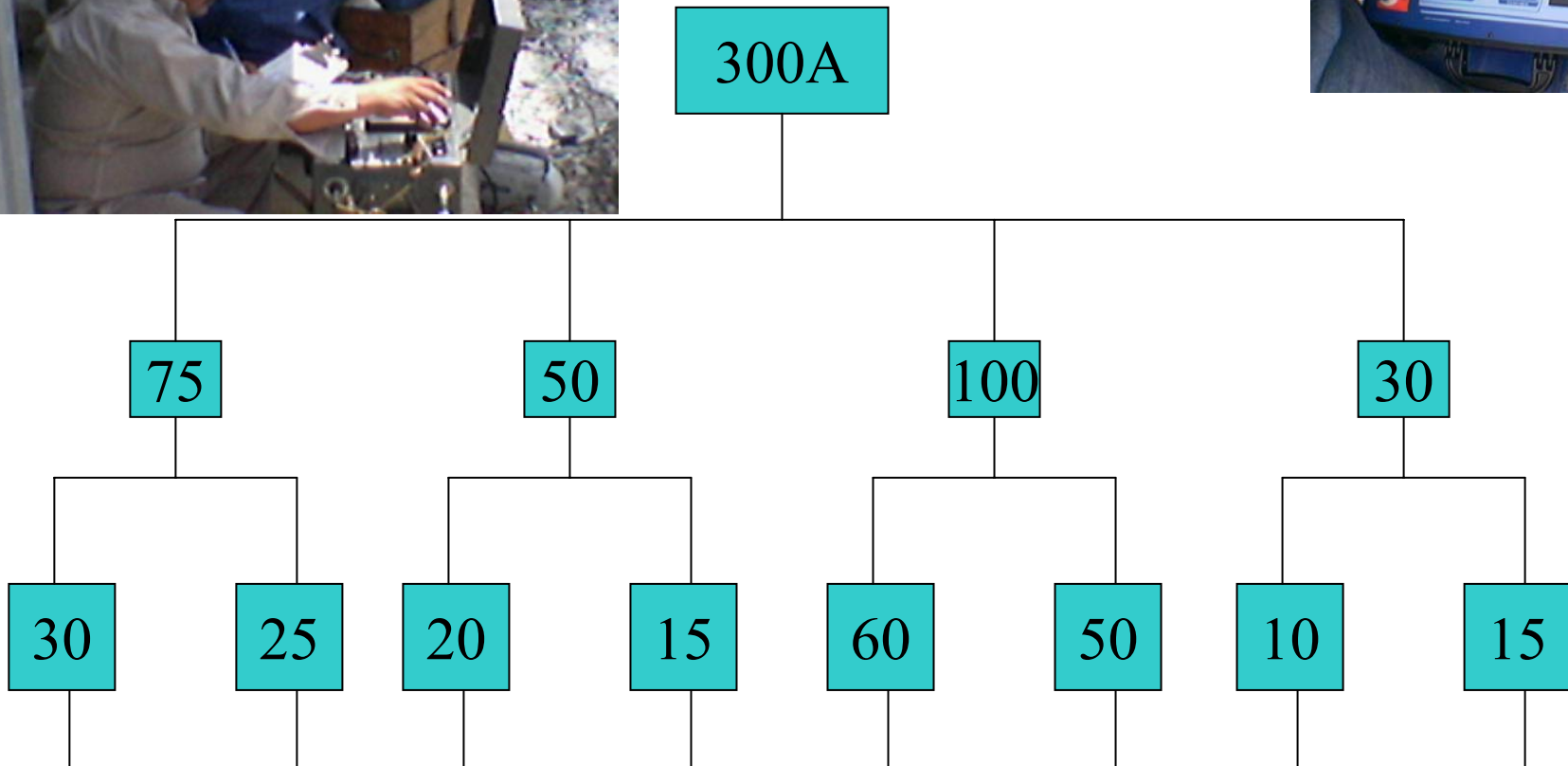
**(CUCHILLAS CON CUERNOS DE ARQUEO)(Dos cuchillas)**



**Con  $I_{cc}$**

**Con flujo de corriente**

**Interruptores de Potencia ( con Falla y Carga)**

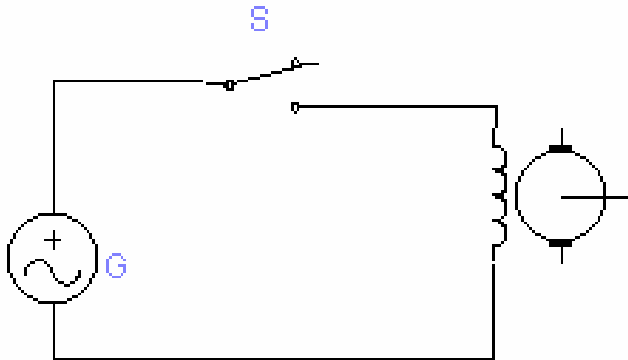




## Estados de Operación

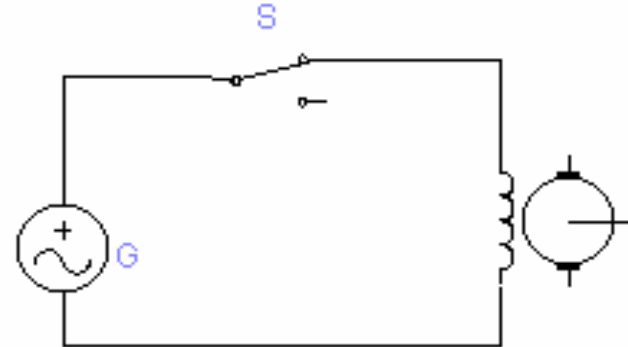
### Abierto (0)

**Aislamiento seguro entre terminales, para corrientes nominales de operación o hasta de corto circuito.**



### Cerrado (1)

**Soporte de esfuerzos térmicos y dinámicos que implica la conexión bajo corrientes nominales de operación.**





# **INTERRUPTORES DE BAJO VOLTAJE**

**DESCONECTADOR.-** para conexión y desconexión de circuitos sin flujo de corriente

**SECCIONALIZADOR O TERMICOS PARA CARGA.-** capacidad para conectar y desconectar a valores hasta el doble de la corriente nominal

**INTERRUPTORES DE MOTORES.-** En este caso las capacidades de interrupción se ajustan a la corriente de arranque del motor

**INTERRUPTOR DE POTENCIA.-** su capacidad de interrupción tiene que cubrir una corriente de corto circuito..



# **PARAMETROS PRINCIPALES DE INTERRUPTORES DE BAJA TENSION**

- **Voltaje y corriente nominal**
- **Capacidad interruptiva para desconexión en KA**
- **Capacidad interruptiva para conexión en KA**
- **Voltaje de control para accionamiento remoto**



# **INTERRUPTORES DE ALTO VOLTAJE**

**VOLTAJE NOMINAL**

**CORRIENTE INICIAL DE CORTO CIRCUITO.-** valor instantaneo de la corriente de carga

**CORRIENTE DE RUPTURA.-**valor permanente de la corriente de corto circuito

**CAPACIDAD INTERRUPTIVA.-**potencia trifásica de interrupcion para una corriente de ruptura determinada

**VOLTAJE DE RESTABLECIMIENTO.-**voltaje en el interruptor despues de la desconexion

**NBAI.-** Nivel basico Aislamiento al Impulso

**Distancia de fuga:** multiplicación de distancia de contaminación por el voltaje de fase a tierra( Periferia del aislamiento a la intemperie)



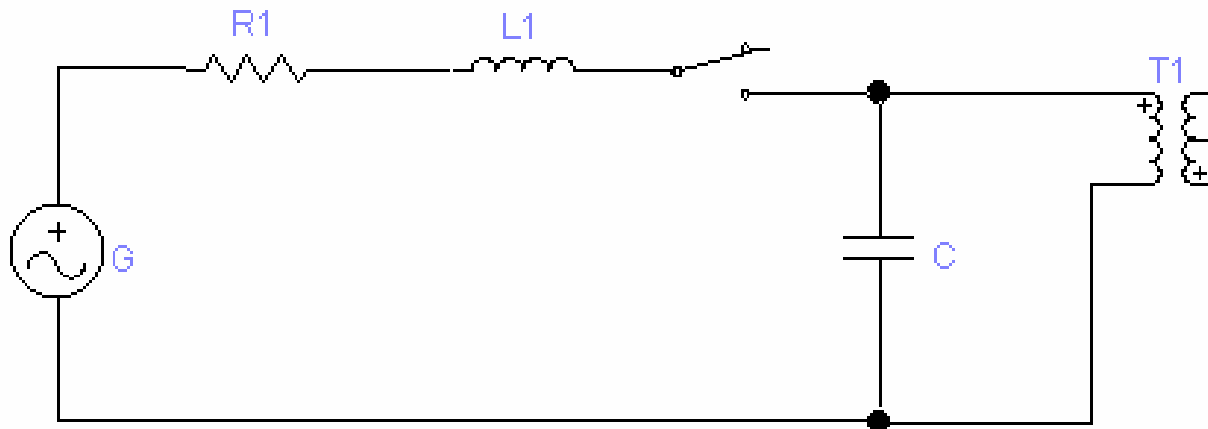
# INTERRUPTOR DE CIRCUITOS INDUCTIVOS

**Este podría ser el caso de desconexión de transformadores en vacío**

**Generador**

**Linea**

**Carga**





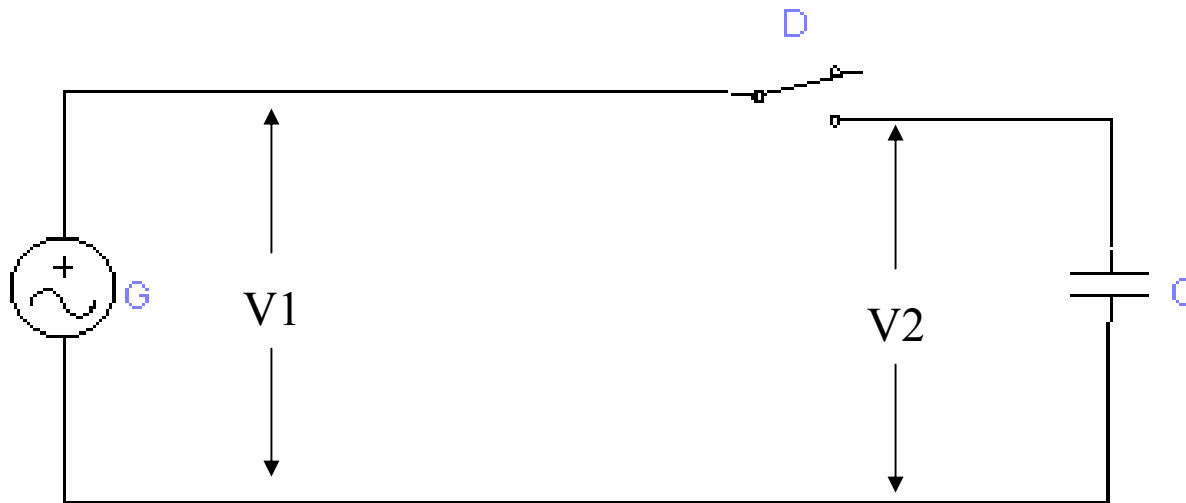
# INTERRUPTOR DE CIRCUITOS CAPACITIVOS

**En líneas de muy alta tensión y gran longitud se presenta una alta capacitancia.**

**Generador**

**Línea**

**Carga Capacitiva**







# **UNA CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE DESCONEXION EN ALTA TENSION SERÍA**

**DESCONECTADORES.-**utilizados para aceptar físicamente la separacion en la subestacion entre circuitos desconectados y circuitos energizados

**INTERRUPTORES DE CARGA.-** conexión y desconexión hasta el doble de las corrientes de las corrientes nominales de operación(cuchillas con fusible o con cuernos de arqueo)

**INTERRUPTOR DE POTENCIA.-** conexión y desconexión tanto a corrientes nominales de operación como a corrientes de corto circuito

**FUSIBLES DE ALTA EFICIENCIA.-** proteccion únicamente para corto circuito

## Interruptores

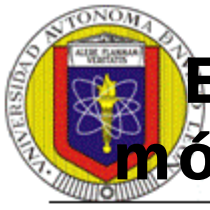
**Los interruptores son aplicados en sistemas de distribución de baja tensión, suministra protección contra sobrecorriente a circuitos individuales. Agrupados o combinados con interruptores de otro tipo, permiten protección coordinada de sistemas completos.**

**\*Desde 800 hasta 6300 Amps.**

**\*Capacidad interruptiva desde 65 KA hasta 150 KA rms.**

**\*Tension de utilización 690Vca.**





# **El LVDM-1215 es un módulo interruptor para**

**hasta 15 Amps. de  
corriente con un  
switchero  
interconstruido de  
estado sólido.**

**Automáticamente  
desconecta cuando el  
voltaje de las baterías  
es bajo, no permitiendo  
que se dañen éstas por  
descargas profundas.  
Fácil de instalar, puede  
ser usado también para  
manejar un relevador  
externo para corrientes  
grandes.**





# Interrupidores automáticos magnetotérmicos

Para instalaciones domésticas/residenciales en mercados emergentes:  
capacidades de corte típicas 3 / 4,5 / 6 kA .

- Compact Home SH 200 T, SH 200 L, SH 200
- Para instalaciones domésticas o pequeñas instalaciones comerciales:  
capacidad de corte de hasta 10 kA.
- proM S190, S440, S950/970
- proM compact S200, S200 M
- Para instalaciones industriales, capacidad de corte de hasta 25 kA y  
especiales
- proM compact S200 P, S200 P-UC, S200 M.
- Interruptores para utilidades especiales, selectivos, de apoyo, con elevada  
capacidad de corte (25 kA) y selectividad total a interruptores descendentes,  
gama S 700. Para aplicaciones comerciales e industriales con capacidades de  
corte elevadas y características / accesorios especiales, gamas S200P, 290,  
S500, S610, S220, S800





# Introduccion

- En este capítulo se describen los diferentes tipos de interruptores de potencia y se resaltan los medios de extinción que utilizan los diferentes tipos, así como las características constructivas más relevantes.
- El tipo de interruptor se define por el método mediante el cual la corriente residual se desioniza al paso de la corriente por el cero natural y por la capacidad de la condición dieléctrica para soportar el voltaje transitorio de restablecimiento, el cual aparece después de que cesa el paso de la corriente. Para controlar esta desionización en el menor tiempo posible, se han adoptado varias técnicas como son aire, aceite, sople de aire, gas SF6 y vacío.



## En las cinco técnicas consideradas, la energía del arco es disipada o utilizada en forma diferente

---

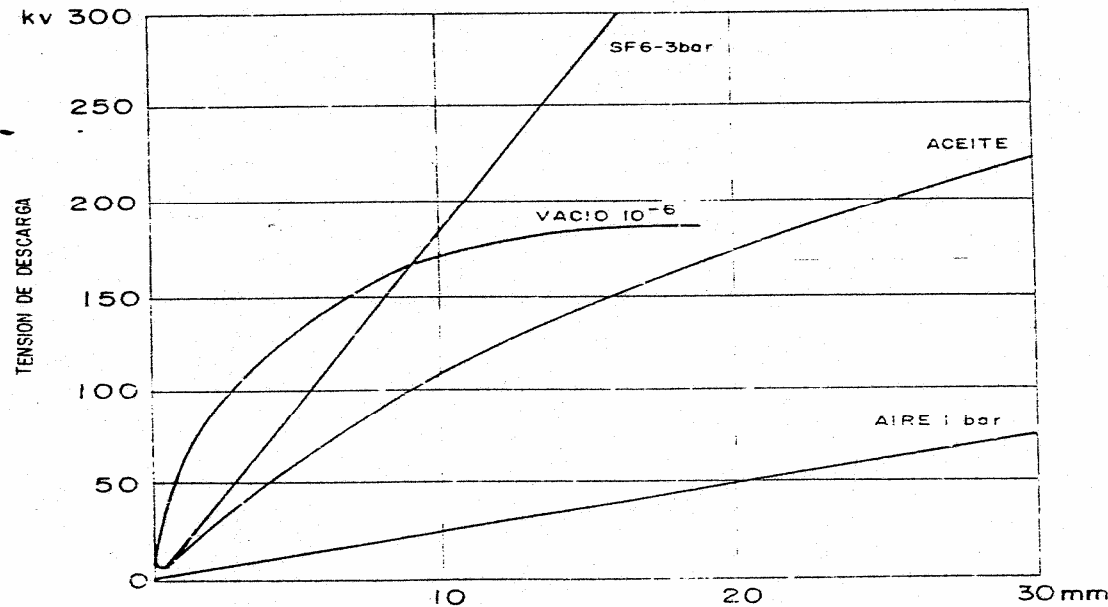
- - Para el aire, la energía del arco se disipa por enfriamiento en las placas cerámicas.
- . - Para el aceite, la energía del arco se disipa en la descomposición del propio aceite.
- - Para el soplo de aire, la energía del arco se disipa aplicándole una fuerte inyección de .....aire comprimido.
- - Para el gas SF<sub>6</sub>, la energía del arco se disipa en el gas , de acuerdo con las leyes de .....termodinámica.
- - Para el vacío, la energía del arco es disipada al mantener en el estado de vapor los .... materiales metálicos provenientes de los contactos.
- El elemento mas significativo que distingue las diversas técnicas de interrupción es por lo tanto, el medio de extinción del arco.



# MEDIO DE EXTINCION

El medio de extinción es aquel elemento del interruptor donde se desarrolla la dinámica del arco eléctrico, que se presenta al separarse mecánicamente los contactos.

En la figura, se indican las curvas de la tensión de descarga entre dos contactos en función del medio de extinción en campos eléctricos no homogéneos.







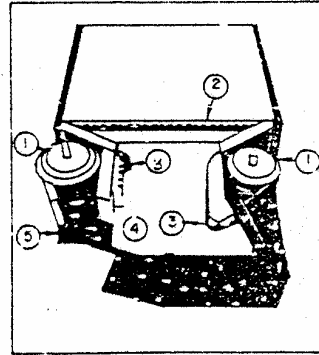
# Básicamente existen cuatro formas de extinción del arco eléctrico.

---

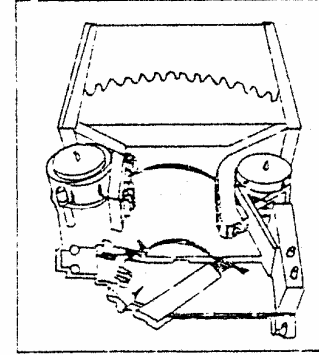
- **(a)**--Alargamiento y enfriamiento del arco, aumentando gradualmente su resistencia, sin utilizar energía externa, lo que reduce el valor de la corriente hasta que el arco se extingue.
- **(b)**--Aprovechamiento de la energía exterior para soplar y apagar el arco.
- **(c)**--Utilización de energía exterior para soplar y apagar el arco.
- **(d)**--Utilización del vacío, en donde los contactos se dosifican con un vapor metálico que forme un arco controlable.
- Es tas cuatro formas básicas se presentan en diferentes medios de extinción, los cuales a continuación se describen.



# INTERRUPTORES DE SOPLO MAGNETICO



(c) CAMARA DE ARQUEO



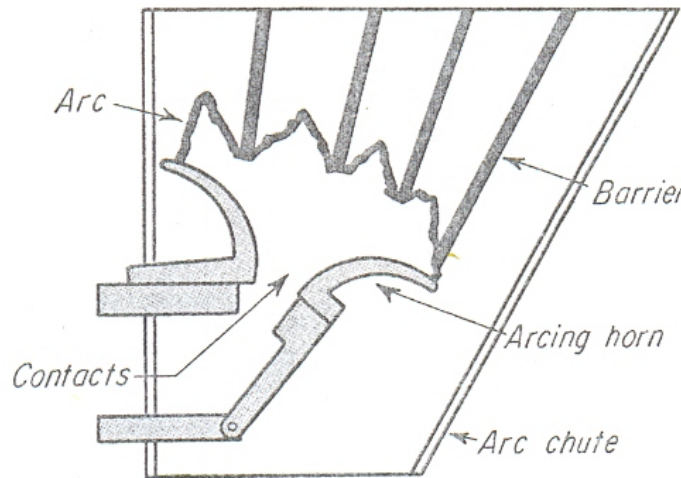
(b) POSICIONES DE TRANSFERENCIA DEL  
ARCO

En estos se utiliza la forma (a) de extinción

En este tipo, la corriente que va a interrumpir pasa a través de bobinas conectadas en serie que se utilizan para crear un campo magnético que impulsa al arco contra un laberinto de celdas de material aislante, generalmente cerámica, donde el arco es alargado y enfriado hasta apagarse



# INTERRUPTORES ELECTRICOS

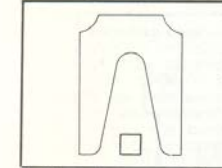


**INTERRUPTION** of arc in typical air breaker is acc when moving arc strikes barriers. Arc spreads out to

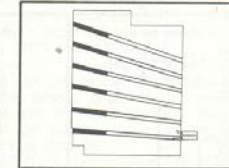
ELECTRICAL DISTRIBUTION PROTECTION • POWER •

## Principio deionizante de la cámara de arco.

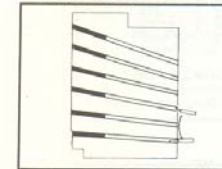
Extingue los arcos aproximadamente en 1/2 ciclo.



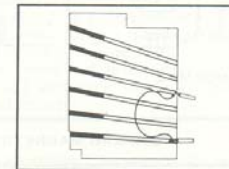
1. Placas de acero paralelas rodean los contactos fijos y móviles.



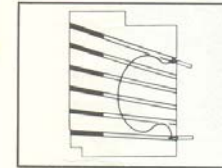
2. Contactos cerrados.



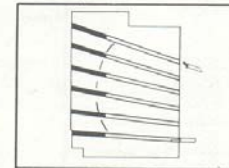
3. Contactos abriéndose formación del arco.



4. Extensión del arco hacia la garganta de la cámara de arco.



5. Arco a punto de romperse.



6. Arco roto en segmentos, enfriado y extinguido.

Manija rotatoria del interruptor en sus posiciones de operación.



Posición de "CONECTADO": La manija en esta posición indica que el circuito está "cerrado".



Posición de "DISPARO" (desconexión): Cuando el interruptor dispara automáticamente debido a una sobrecarga o corto-circuito.

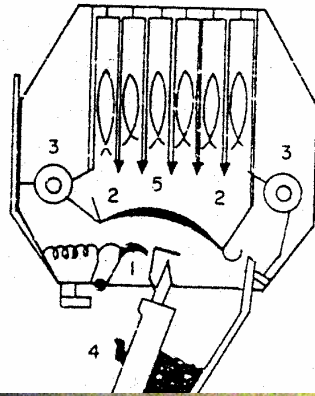


Posición de "DESCONECTADO": La manija queda en esta posición cuando el circuito está "abierto".



"RESTABLECER": Para restablecer el interruptor después de una desconexión, la manija se gira del centro a "restablecer".

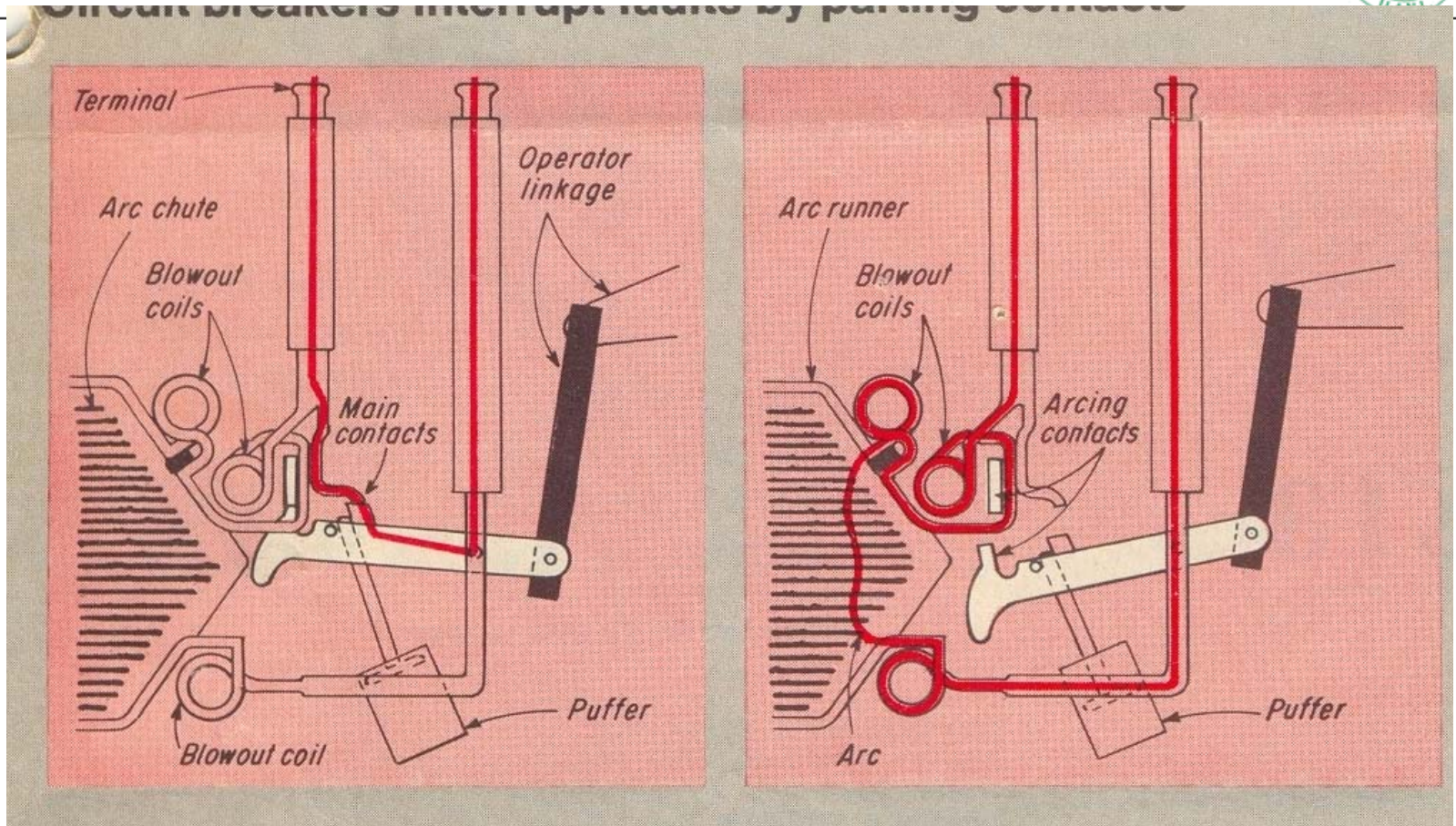
# Interruptor con soplado magnetico







# INTERRUPTORES ELECTRICOS



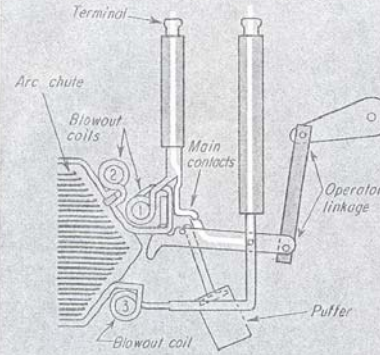
**Air circuit breakers** interrupt the arc in air. Sketch, above left, shows the breaker closed. When interruption begins, an arc is drawn between the hardened arcing contacts. Current flowing in the blowout coils creates a magnetic field driving the arc toward the arc chute. Next sketch shows how the arc is expanded until it is extinguished in the chute



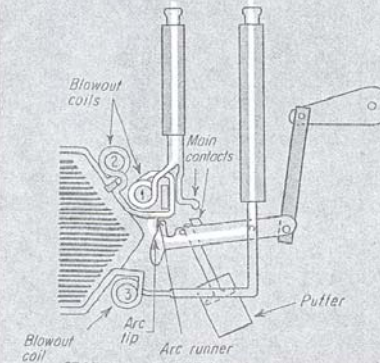


# INTERRUPTORES ELECTRICOS

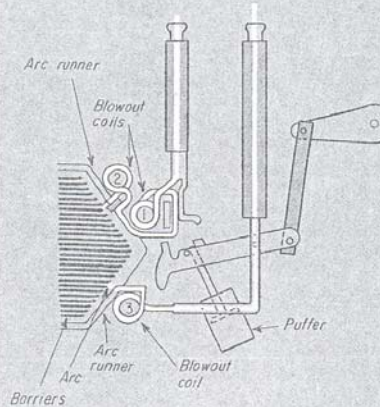
## How air circuit breakers work



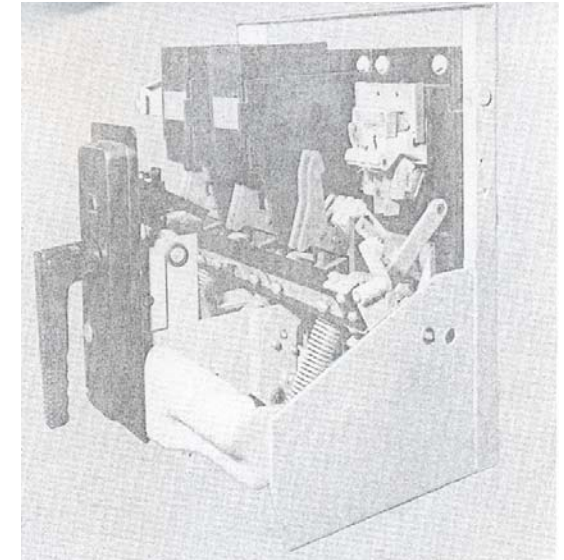
**CLOSED POSITION** of breaker with current flowing through the studs and the main contacts



**STARTING TO OPEN**, main contacts part and the current shifts to arcing contacts and first coil



**INTERRUPTION** occurs as arc is driven against arc splitters by magnetic action of blowout coils



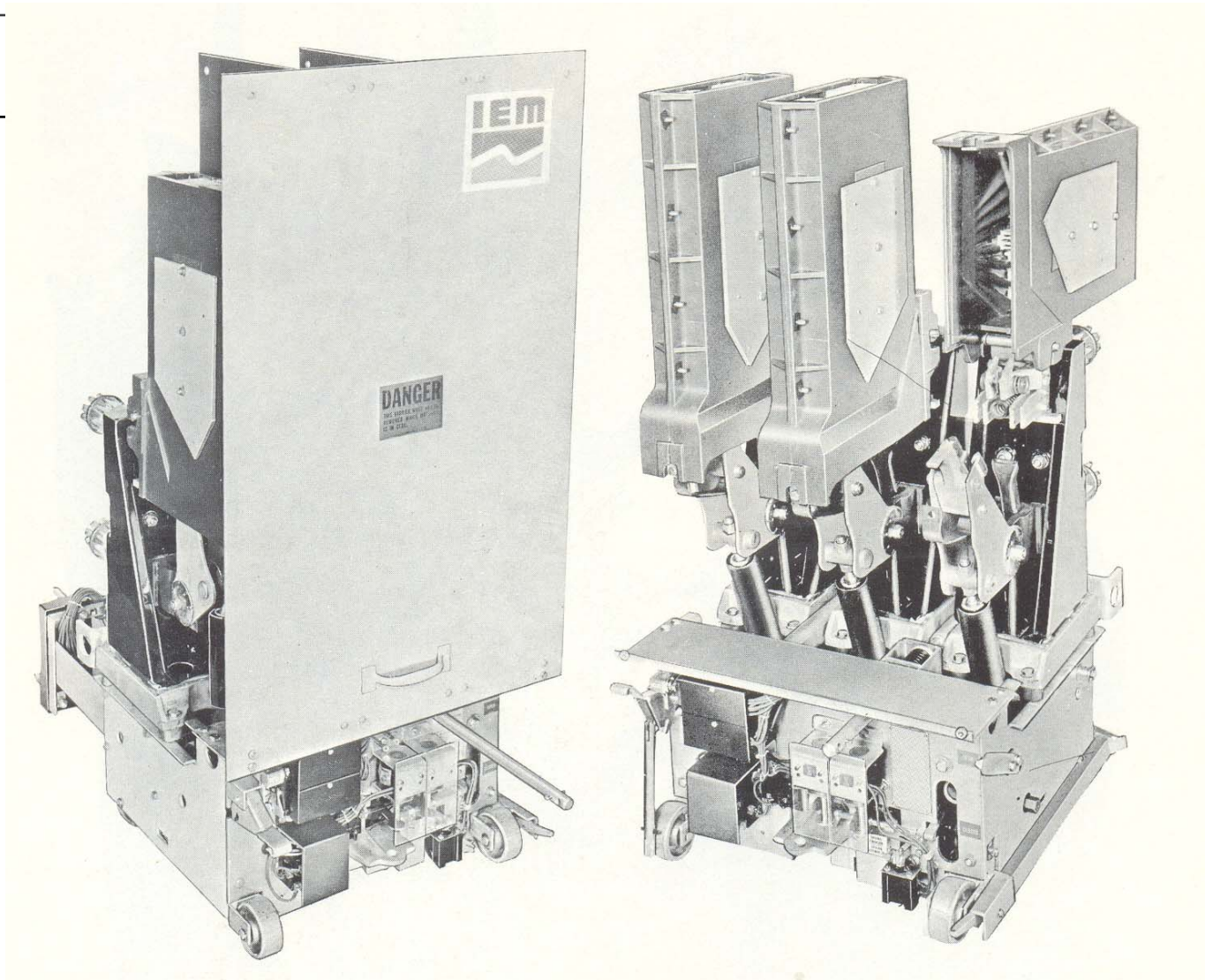
**COMPACT AIR-BREAK** circuit breaker with cover and one arc chute removed. Compact construction is suited to metal-enclosed gear



ING. OBED RENATO JIMENEZ MEZA

ESTA INFORMACION ES SOLO CON FINES EDUCATIVOS

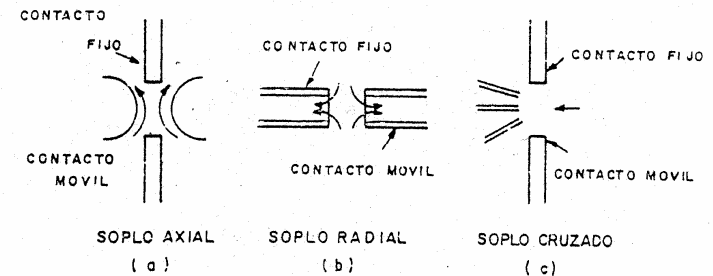
# INTERRUPTORES ELECTRICOS





# INTERRUPTORES DE SOPLO DE AIRE

- Entre estos se utiliza la forma “C” de extinción que consiste como ya lo habíamos mencionado anteriormente, en la utilización de energía exterior para soplar y apagar el arco



Todos los interruptores de soplo de aire siguen el principio de separar sus contactos en una corriente de aire que se establece al abrir una válvula de soplado





# PRINCIPIOS DE OPERACIÓN

---

- La interrupción por soplo de aire depende del enfriamiento turbulento y en ella influye por lo tanto....
- El Aire comprimido arrastra al arco a través de la boquilla o chiflón y ésta ayuda a expulsar el gas caliente y los productos de arqueo, hacia la atmósfera.



# VENTAJAS DE LOS INTERRUPTORES DE SOPLO DE AIRE O NEUMÁTICOS:

- No implican peligro de explosión ni de incendio.
- Su operación es muy rápida.
- Son adecuados para el cierre rápido.
- Su capacidad de interrupción es muy alta.
- La apertura de las líneas de transmisión sin carga o la de sistemas altamente capacitivos, no presenta mucha dificultad.
- Se tiene muy fácil acceso a sus contactos.



### 3.3 Interruptores en reducido Volumen de Aceite

Estos interruptores trabajan por medio de flujos de aceite como medio de extinción del arco, y se utiliza la energía propia del arco para generar dichos flujos.



# Efectos de extinción del arco

## Efecto del Hidrógeno

El arco eléctrico segrega hidrógeno contenido en el aceite, el cual siendo buen conductor térmico permite un rápido enfriamiento del arco.



# Efectos de extinción del arco

## Efecto del flujo de aceite

El arco genera altas temperaturas y elevada presión en la cámara de extinción provocando flujos de aceite en el interior de la cámara.



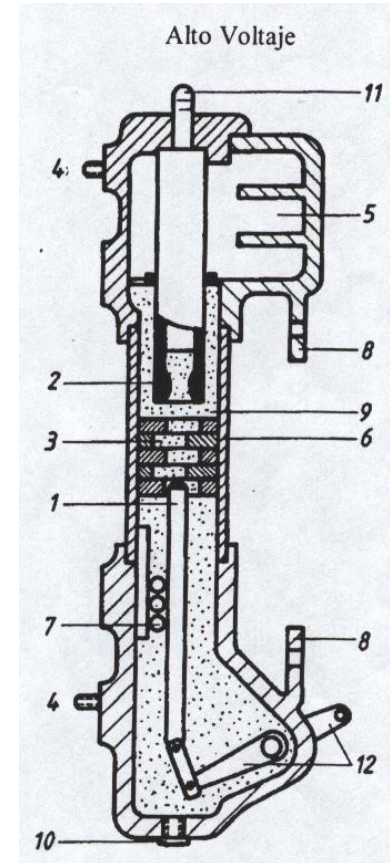
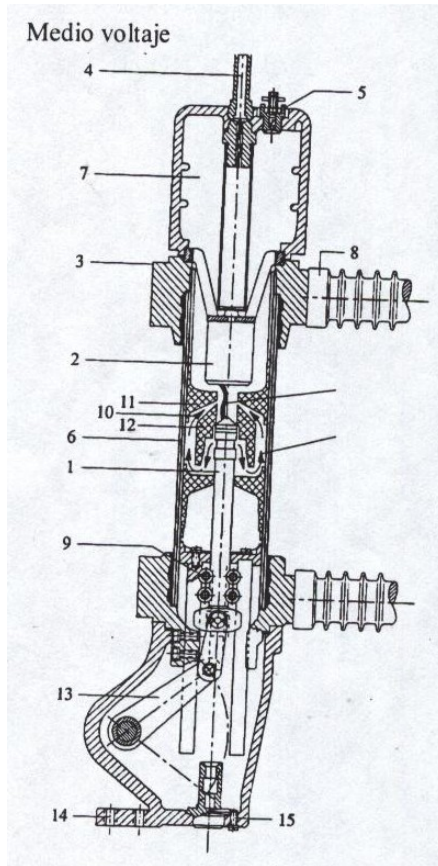


# Efectos de extinción del arco

## Efecto de la expansión

La alta temperatura del arco forma una cubierta de gas en el núcleo del arco. Al cruce por cero de la corriente se carece repentinamente de energía. Para mantener esa temperatura tan alta en el núcleo del arco por lo que es envuelto este punto por aceite líquido. Este es un medio de enfriamiento muy eficaz, ya que se enfría en la parte mas caliente del arco.

# Esquemas



# INTERRUPTORES EN ACEITE

- Estos utilizan la forma ( b ) de extinción que consiste en utilizar la energía eléctrica del arco para romper las moléculas del aceite, esto conlleva sus ventajas y desventajas.

- VENTAJAS:

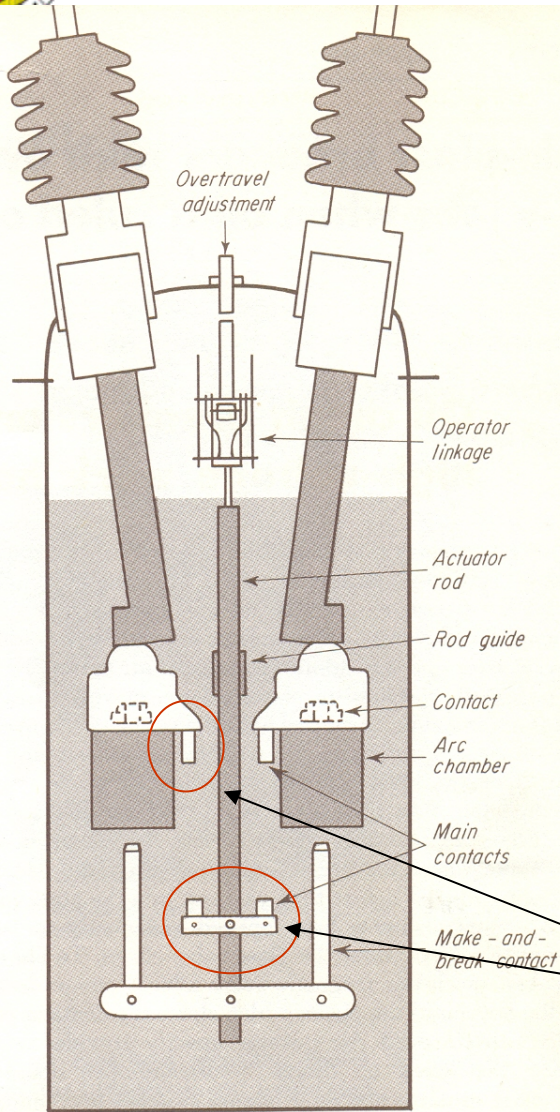


- Durante el arqueo, el aceite actúa como productor de hidrógeno ,gas que ayuda a enfriar y extinguir el arco
- Proveer el aislamiento de las partes vivas con respecto a tierra.
- Proporcionar el aislamiento entre los contactos después de que el arco se ha extinguido

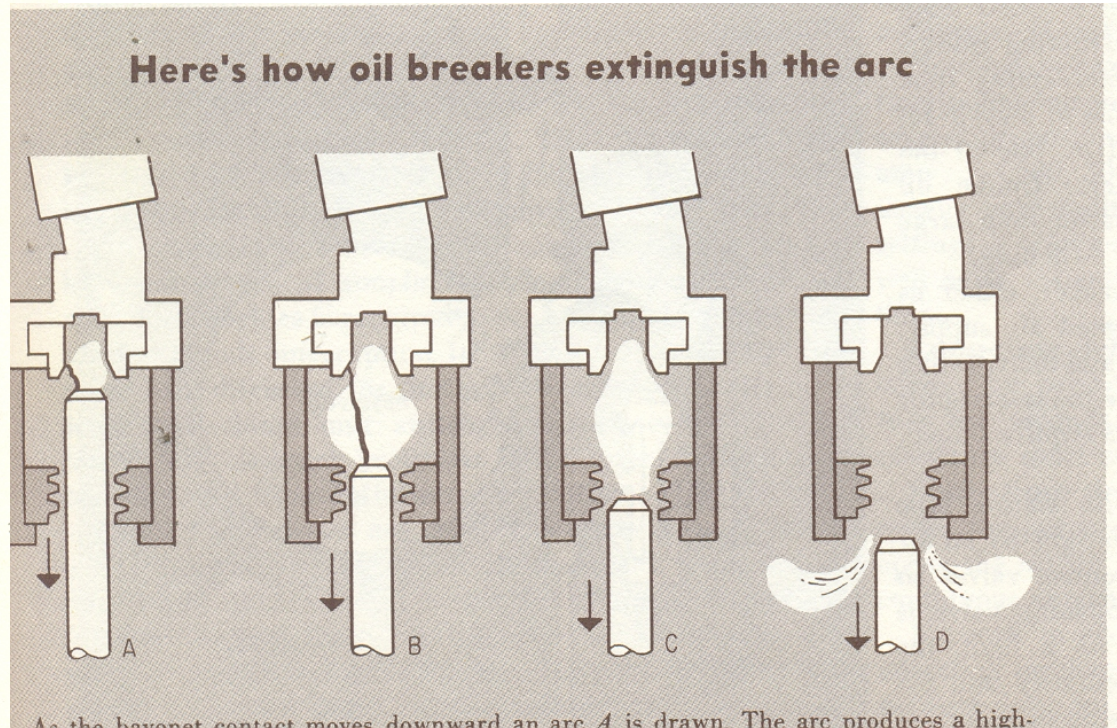




# INTERRUPTORES ELECTRICOS



**TYPICAL OIL BREAKER** has contacts submerged in tank of oil. Smaller sizes sometimes let make-and-break contacts carry load



Cuernos de Arqueo



# DESVENTAJAS

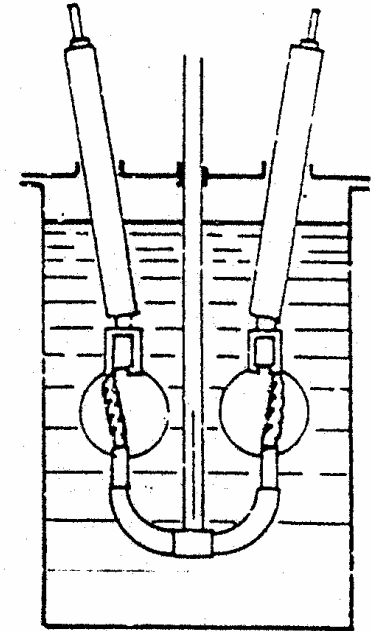
- El aceite como medio de extinción del arco, tiene las siguientes desventajas:
- Es inflamable
- Posibilidad de que se forme una mezcla explosiva con el aire.
- A causa de la descomposición del aceite en el arco, produce partículas de carbón, condición que reduce su resistencia dieléctrica. Por lo tanto, requiere regenerarse o cambiarse periódicamente, lo que eleva los costos de mantenimiento







# INTERRUPTOR CON GRAN VOLUMEN DE ACEITE



PRINCIPALES PARTES DE LA CAMARA INTERRUPTIVA DE ACEITE

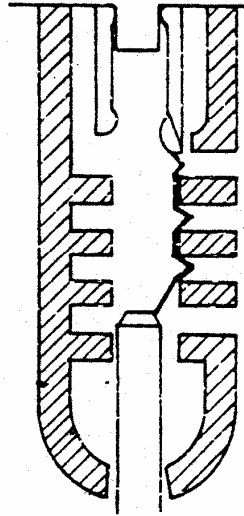
- CONTACTO FIJO
- CONTACTO MOVIL
- ACEITE





# INTERRUPTOR DE BAJO VOLUMEN DE ACEITE

---





# Interruptores en reducido volumen de aceite

## Ventajas del aceite:

- Durante el arqueo, el aceite actúa como productor de hidrógeno ,gas que ayuda a enfriar y extinguir el arco.
- Proveer el aislamiento de las partes vivas con respecto a tierra.
- Proporcionar el aislamiento entre los contactos después de que el arco se ha extinguido.





# Interruptores en reducido volumen de aceite

## Desventajas del aceite:

- Es inflamable
- Posibilidad de que se forme una mezcla explosiva con el aire.
- A causa de la descomposición del aceite en el arco, produce partículas de carbón, condición que reduce su resistencia dieléctrica. Por lo tanto, requiere regenerarse o cambiarse periódicamente, lo que eleva los costos de mantenimiento.



## 3.4 Interruptores de potencia Neumáticos

Son también llamados interruptores de aire comprimidos o de soplo de aire y se emplean principalmente en instalaciones al aire libre hasta en 800 kV, aunque actualmente se sustituyen por la tecnología del  $\text{SF}_6$  en la mayoría de los casos.



# Interruptores Neumáticos

Los interruptores neumáticos enfrían el arco eléctrico por medio de aire seco y limpio a presión. Las presiones de operación varían entre 15 y 30 bar, estos niveles son tan altos que el aire en el área del arco eléctrico alcanza muy altas velocidades y puede ser extinguido el arco muy rápidamente, hasta en uno o dos semiciclos.





# Interruptores Neumáticos

Estos interruptores trabajan en forma totalmente independiente a la intensidad de corriente presente en el circuito a desconectar. También tienen una fuente externa de aire a presión (Depósito).



# Interruptores Neumáticos

Interruptores de este tipo existen hasta niveles de 110 kV con un solo paso, o un solo par de polos o contactos. Para niveles mayores de voltaje se utilizan mas pasos y se interrumpe así el arco por medio de dos o tres pares de contactos en serie.



# Interruptores Neumáticos

## Ventajas:

- No implican peligro de explosión ni de incendio.
- Su operación es muy rápida.
- Son adecuados para el cierre rápido.
- Su capacidad de interrupción es muy alta.
- La apertura de las líneas de transmisión sin carga o la de sistemas altamente capacitivos, no presenta mucha dificultad.
- Se tiene muy fácil acceso a sus contactos.



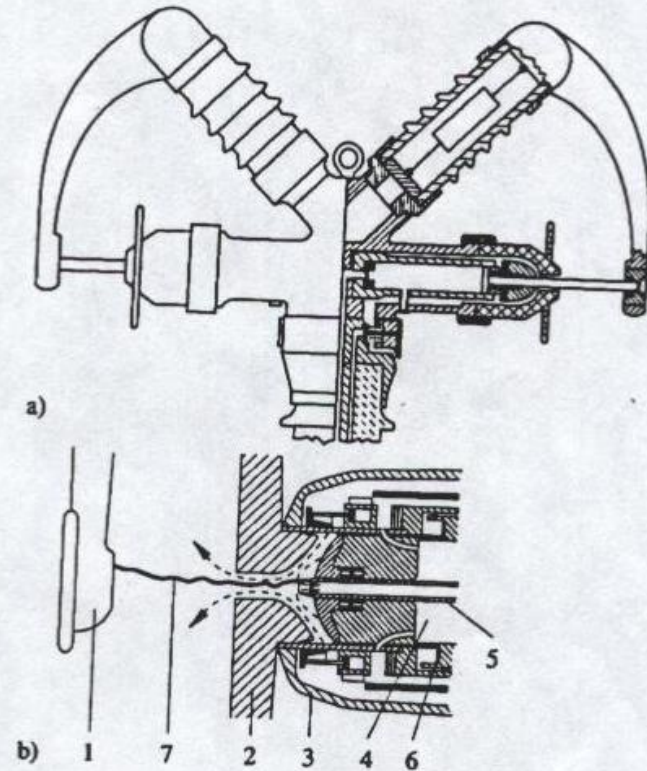
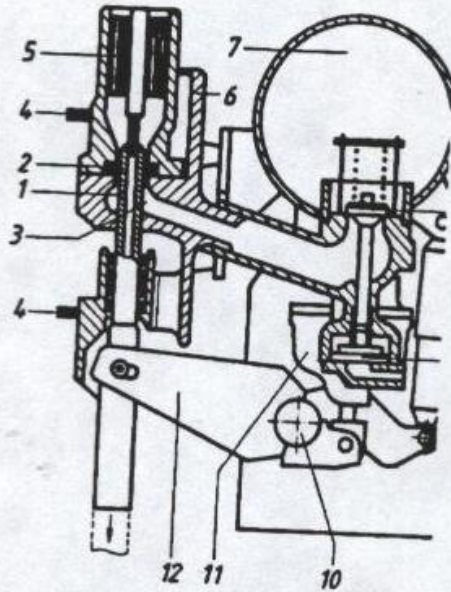
# Interruptores Neumáticos

## Desventajas:

- Requiere de la instalación de un sistema completo de aire comprimido.
- Su construcción es mucho más complicada.
- Su costo es elevado.
- Requieren adiestramiento especializado para su mantenimiento.

# Funcionamiento

## FUNCIONAMIENTO







## 3.5 Interruptores de Potencia SF<sub>6</sub>

El hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) gaseoso ha demostrado ser un medio excelente del enfriamiento del arco y de aislamiento para los interruptores. Es un compuesto muy estable, inerte hasta los 500°C, no inflamable, no tóxico, incoloro, y carente de olor. Además no reacciona con el agua, no ataca ningún material estructural a temperaturas inferiores a 500 °C , y permanece estable a temperaturas a las cuales el aceite se oxida y descompone.



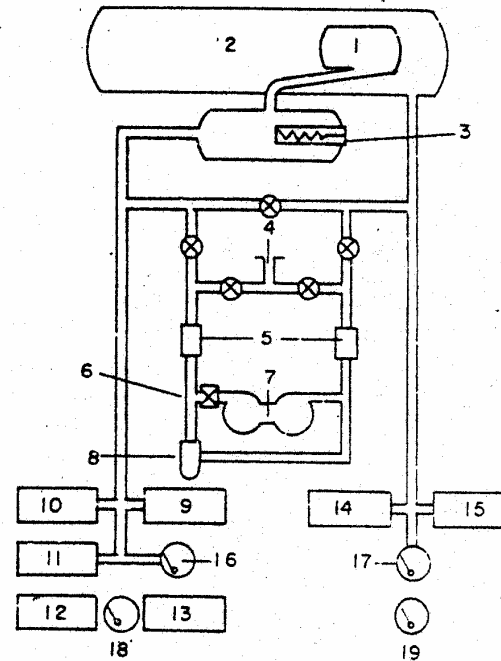
# INTERRUPTOR EN SF6 DE DOS PRESIONES

---

- Estos interruptores consisten básicamente en un aislamiento a base de SF6, el cual garantiza el aislamiento contra tierra de las partes energizadas, con una presión comprendida entre 3 y 6 Bars, y de una presión superior (hasta 18 y 22 Bars), la cual se utiliza en la cámara de extinción para combatir el arco eléctrico



# Interrupor en SF6 de dos presiones.



# Interruptores de Potencia SF6



El comportamiento electronegativo del  $\text{SF}_6$ , es decir, la capacidad de capturar electrones libres y formar iones negativos, ocasiona la rápida recuperación de la resistencia dieléctrica del canal del arco inmediatamente después de la extinción del arco. El hexafluoruro tiene en comparación con el aire a la misma presión una rigidez dieléctrica hasta 3 veces mayor.





# Interruptores de potencia SF6

Durante el paso del arco, se producen fluoruros metálicos, los cuales se depositan como un polvo blanco, pero debido a que posee una gran rigidez dieléctrica, no causan perturbación desde el punto de vista eléctrico.



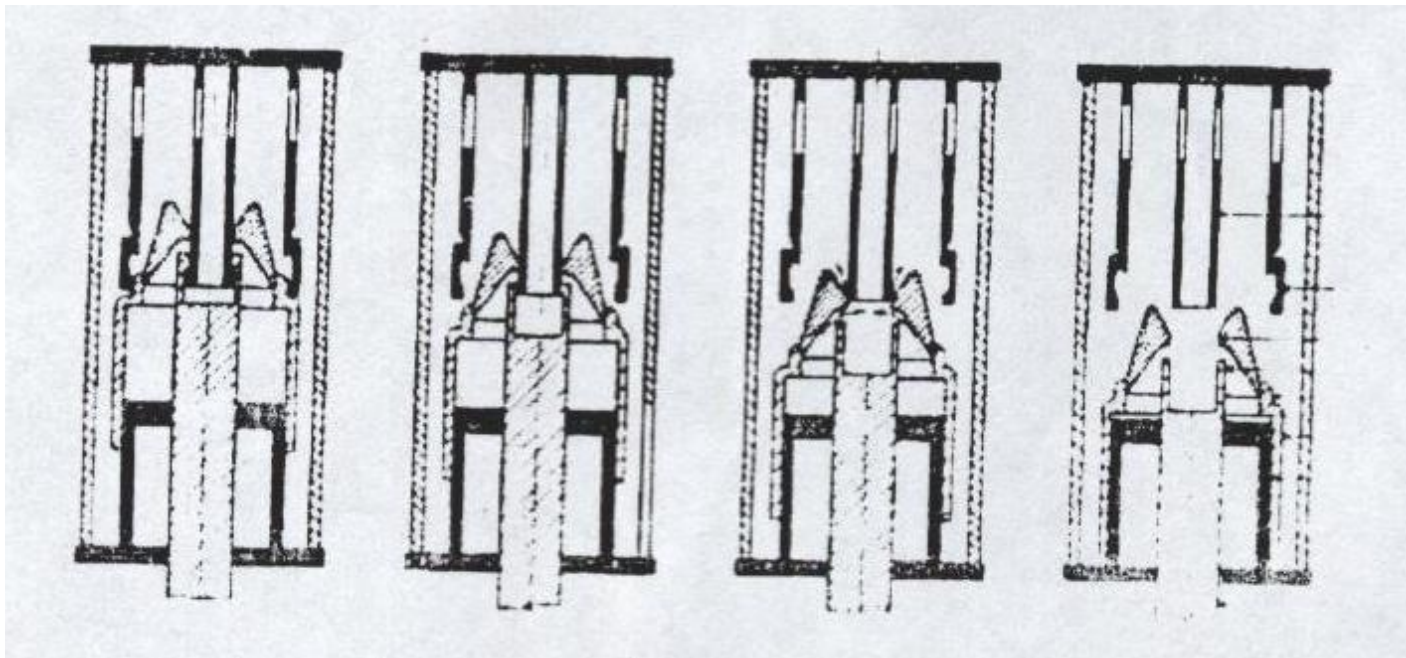
# Interruptores de Potencia SF<sub>6</sub>

Los interruptores SF<sub>6</sub> trabajan con un circuito cerrado de medio aislante. El aislante SF<sub>6</sub> se tiene normalmente a bajos niveles de presión (3-7 bar) y solamente al operar el interruptor se aumenta la presión en el área cercana al arco, en la llamada cámara de interrupción.



# Interruptores de Potencia SF<sub>6</sub>

Operación de un interruptor SF<sub>6</sub> típico del tipo soplador.



# INTERRUPTOR EN VACIO

- Los interruptores en vacío utilizan como medio de extinción un vacío de hasta 10-5 Torr (Torr= 1 mmHg)



El cual produce vapor de mercurio que sale del conector y una vez extinto el ARCO se regresa al conector aunque unas partículas chocan contra la pared de la carcasa metálica a altas temperaturas



## **Historia**

- '00**      Primeras investigaciones sobre la interrupción de corriente en vacío.
- '60**      Primera fabricación industrial de un interruptor en vacío.
- '70**      Siemens desarrolla un interruptor en vacío.
- 1977**      Primer interruptor en vacío manufacturado por Siemens .
- 1993**      Siemens presenta al mundo su interruptor en vacío libre de mantenimiento.



## Mantenimiento mínimo

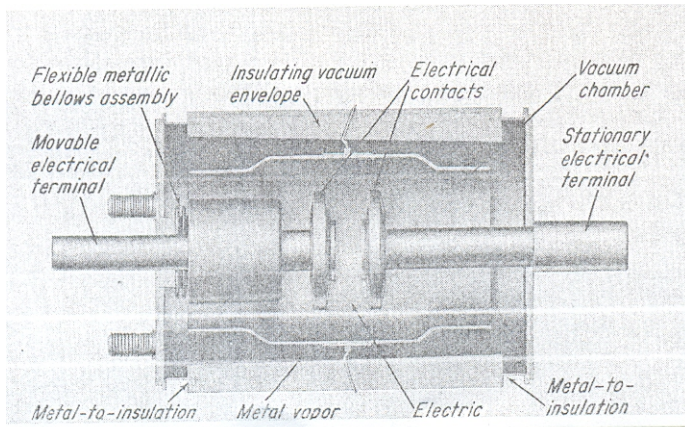
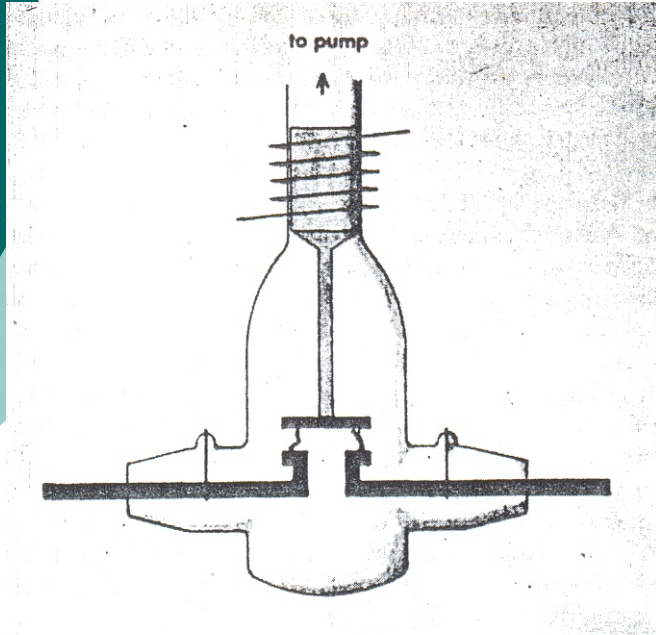
---

Bajo condiciones normales de operación, los interruptores en vacío tipo 3AH no necesitan ni mantenimiento ni ajustes. Esto se logra gracias a:

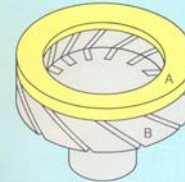
- poco esfuerzo que realizan las partes en movimientos (como baleros).
- tolerancias finas que impiden juego entre las partes.
- partes en contacto con otras autolubricadas gracias al material utilizado.
- lubricación no necesaria bajo condiciones normales de operación.



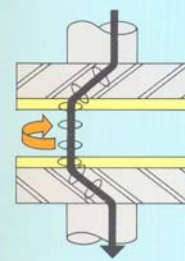
# INTERRUPTORES ELÉCTRICOS



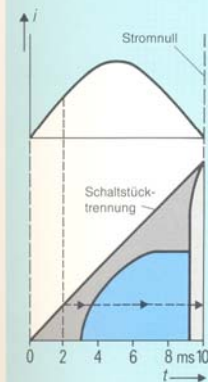
Radialmagnetfeldkontakt



Aufbau eines Schaltstücks  
A: Laufring: Kontaktmaterial CrCu  
B: Kontaktträger



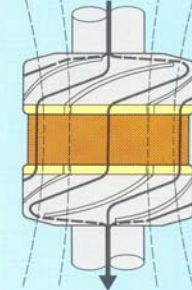
Stromverlauf und Laufrichtung  
eines kontrahierten Lichtbogens



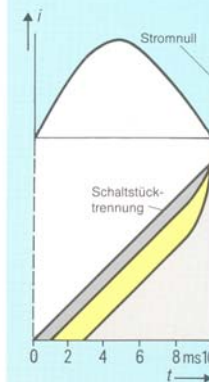
Axialmagnetfeldkontakt



Aufbau eines Schaltstücks  
B: Kontaktträger  
C: Kontaktscheibe CrCu



Stromverteilung beim diffusen  
Lichtbogen



Bogenzustandsdiagramme

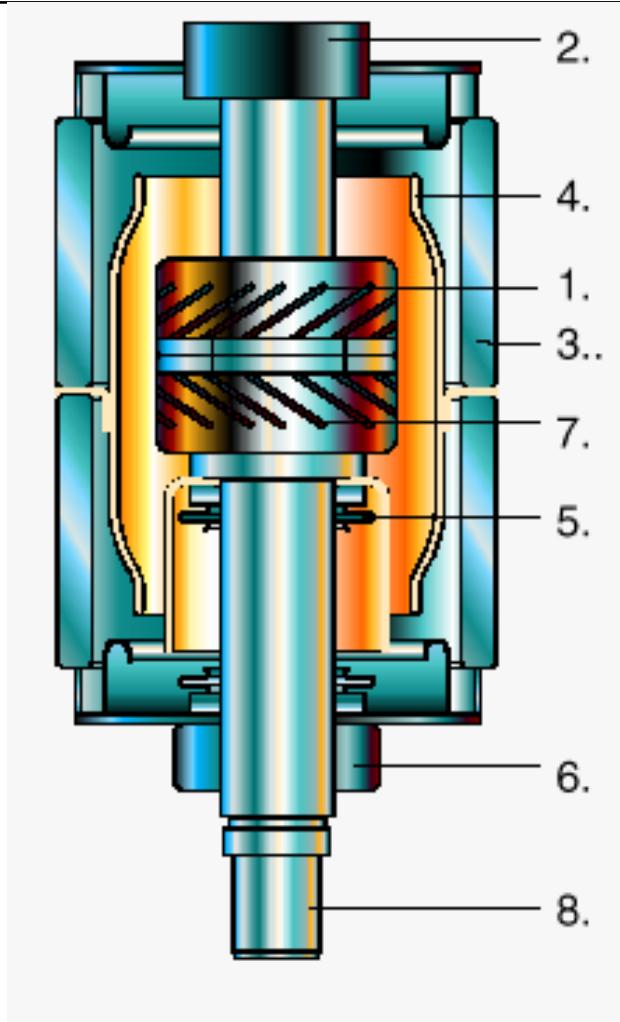
- Lichtbogen, kontrahiert und stehend
- Lichtbogen, kontrahiert und umlaufend
- Ausbreitung der diffusen Entladung und gleichzeitiges Auflösen der Kontraktion
- Diffuser Lichtbogen

Beispiel (s. strichlierte Linien für Radialfeldkontakt):

Kontakttrennung 2 ms nach Beginn einer Stromhalbperiode. Bogeneigenschaften in Reihenfolge der Pfeile: zuerst kontrahiert und stehend, dann kontrahiert und umlaufend, zum Schluß diffus



## Descripción física de un 3AH



- 1. Parte de contacto fija**
- 2. Disco de conexión**
- 3. Aislador**
- 4. Cámara de arqueo**
- 5. Tope metálico**
- 6. Guía**
- 7. Parte de contacto móvil.**
- 8. Tuerca**

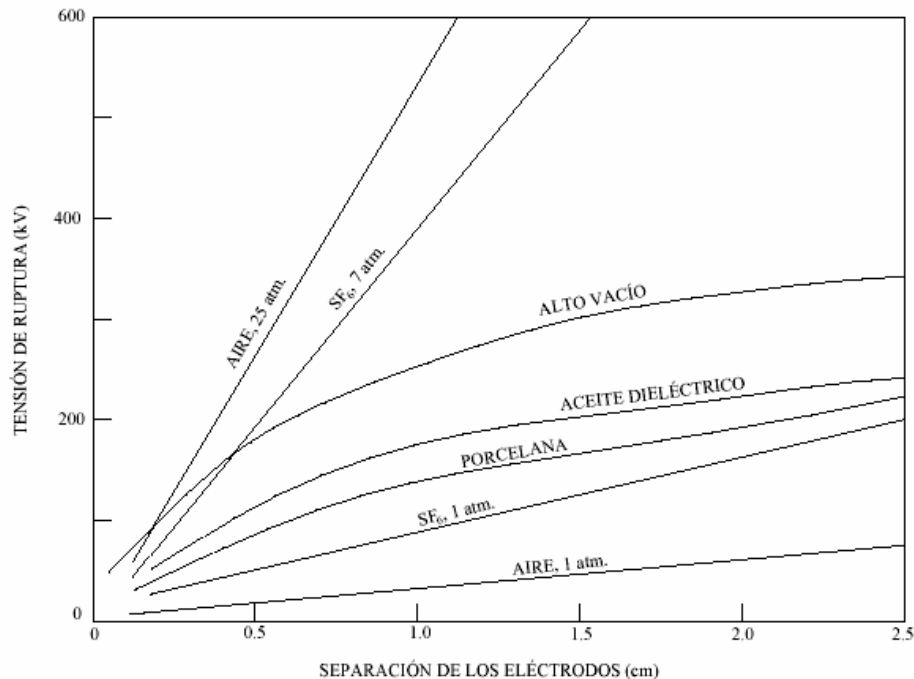


# Descripción física de un 3AH

Contacto cerrado

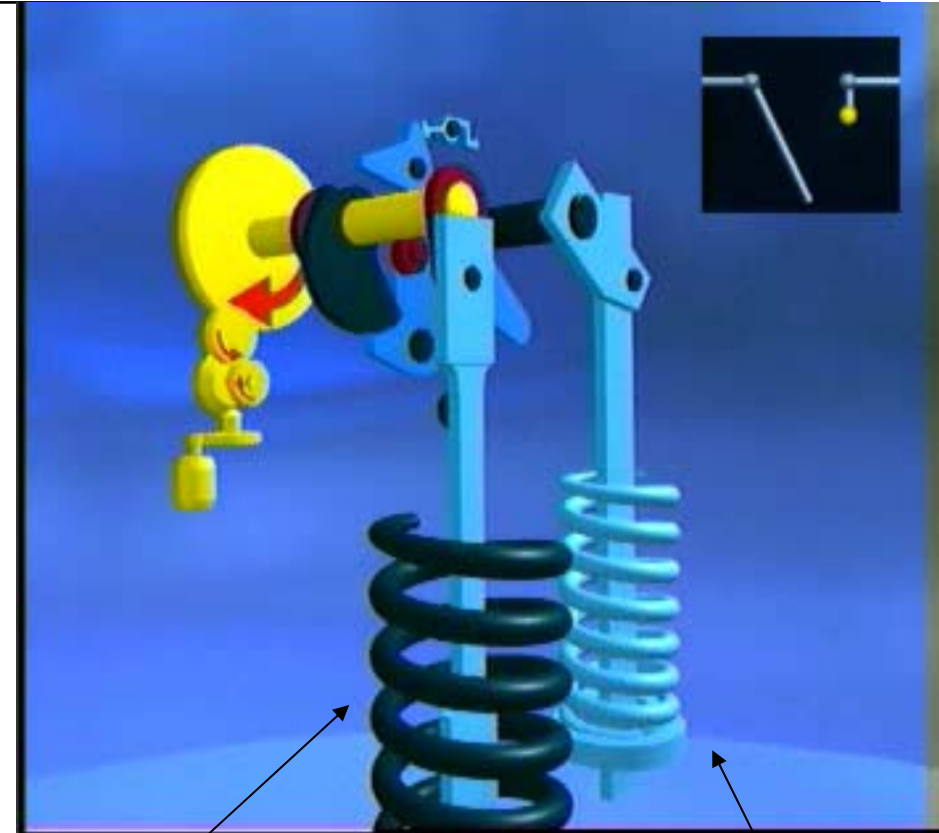


Contacto abierto



## Funcionamiento

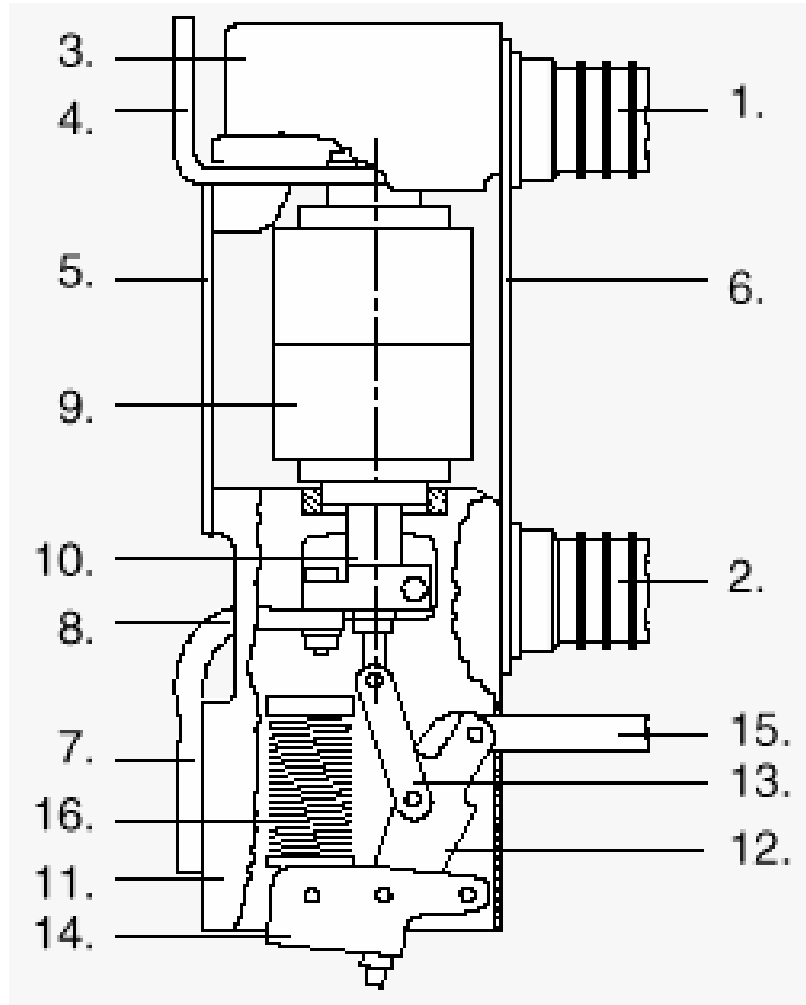
**El interruptor 3AH funciona por medio de energía almacenada.  
Su ciclo estándar de operación es:  
A-0.3s-CA-3min-CA**



Cierre (Resorte Grande para cargar el de apertura)

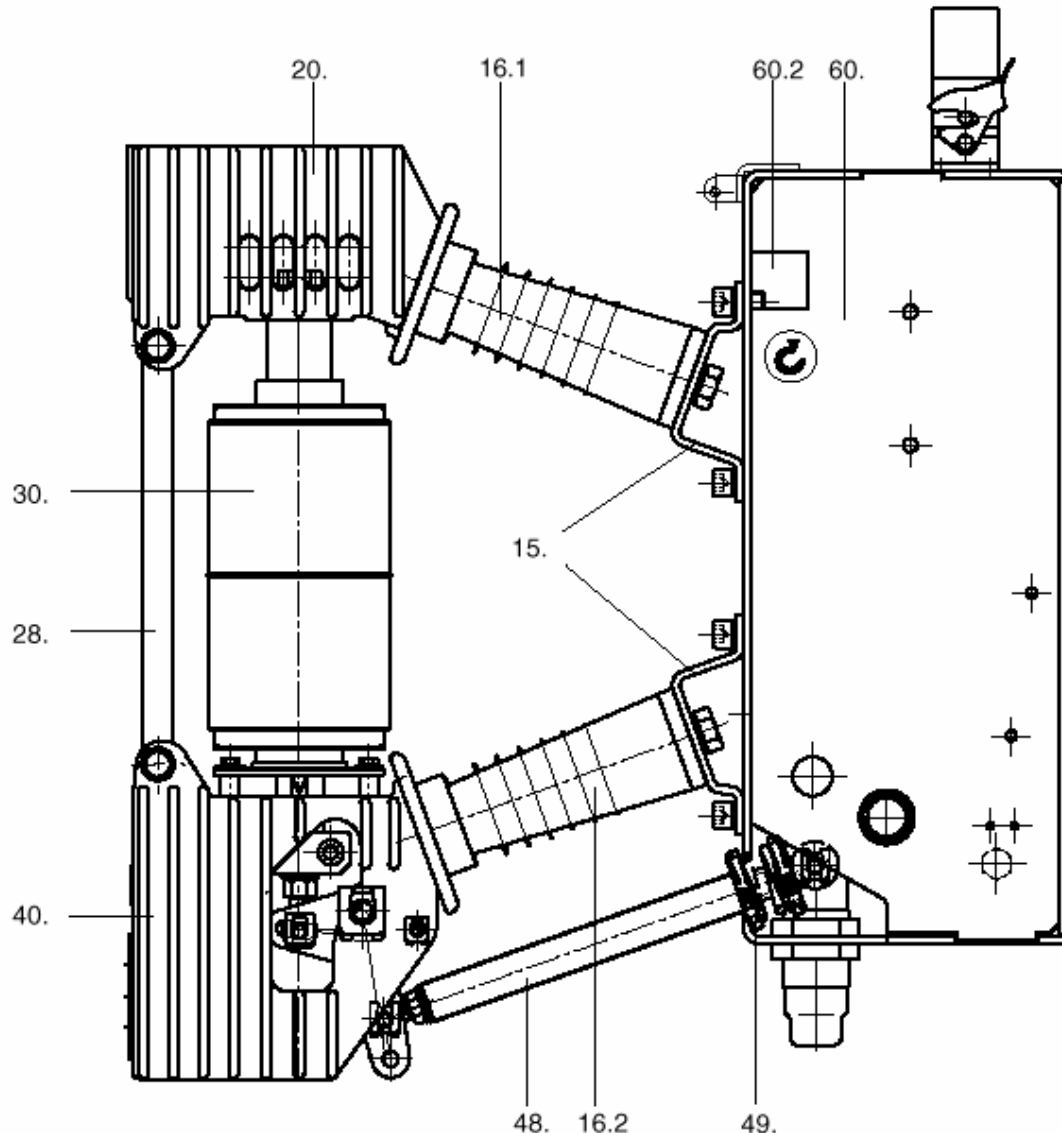
Apertura (Chico)

## Polo de un interruptor 3AH



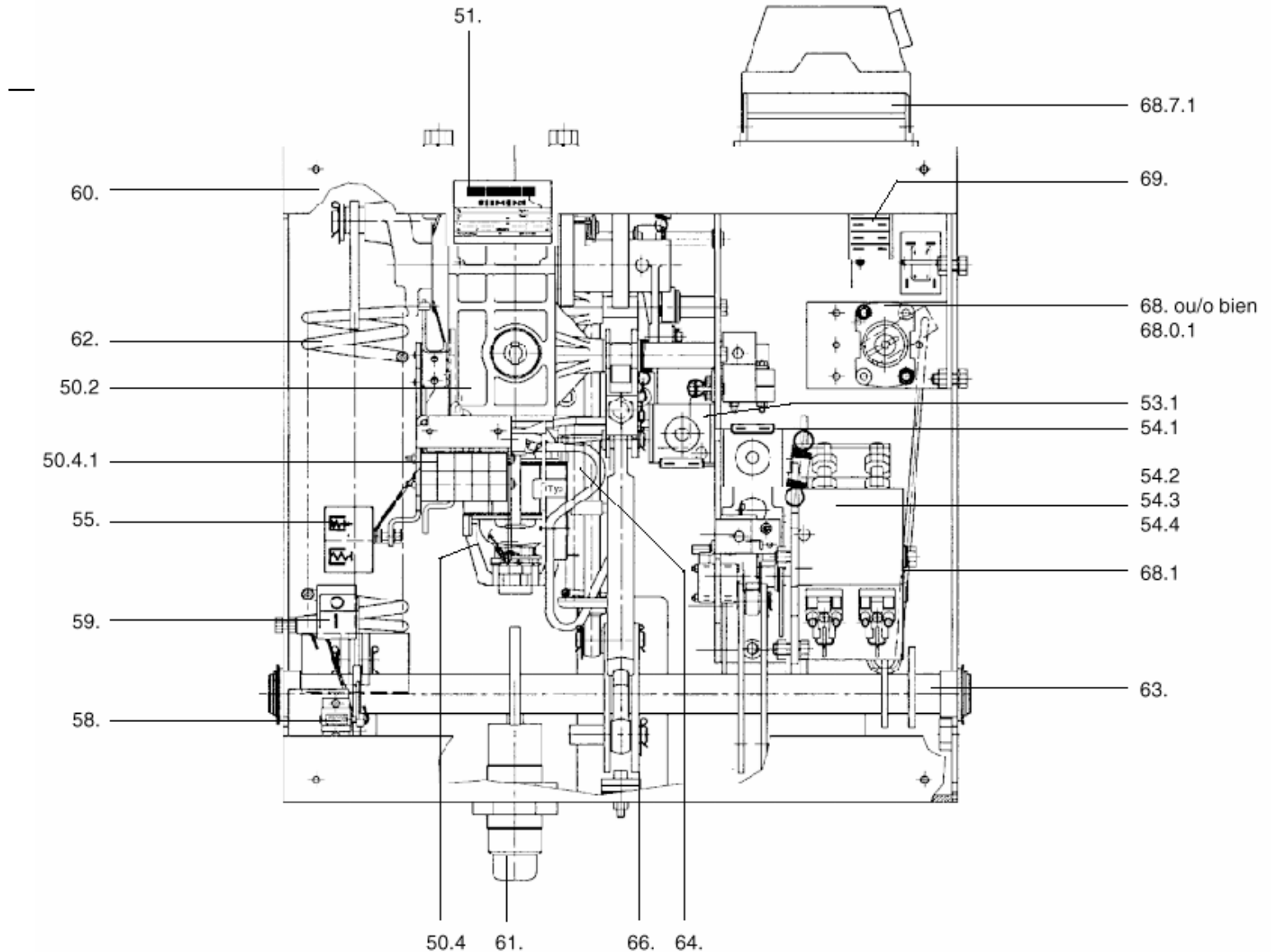
- 1. Aislador superior.
- 2. Aislador inferior.
- 3. Cabeza de polo superior.
- 4. Conector superior.
- 5. Cubierta frontal.
- 6. Cubierta trasera.
- 7. Conector inferior.
- 8. Conector flexible
- 9. Botella interruptor en vacío
- 10. Eje
- 11. Soporte inferior.
- 12. Leva
- 13. Leva
- 14. Palanca angular.
- 15. Barra de maniobra aislada.
- 16. Resorte de presión del contacto.

## Interrupor 3AH



- 15 Travesaño.**
- 16.1 Aislador superior.**
- 16.2 Aislador inferior.**
- 20 Cabeza de polo superior.**
- 40 Cabeza de polo inferior.**
- 30 Tubo de vacío.**
- 28 Refuerzo.**
- 48 Barra de maniobra aislada.**
- 49 Resorte de contacto.**
- 60 Caja del accionamiento.**
- 60.2 Orificio para transporte**

# Interrupor 3AH3 - Vista de frente





# Interruptores de Media Tension

VM1 es el primer interruptor de vacío libre de mantenimiento en todos los componentes principales: polos de interrupción, mando magnético y controlador electrónico. Disponible en dos versiones de contactos auxiliares: mecánicos convencionales o por sensores inductivos de proximidad.





# Características asignadas

---

Tensión nominal (kV)

12 - 24

Intensidad nominal (A)

630 - 2500

Intensidad de corte nominal (kA)

16 - 31,5

# Interruptores de vacio



- Este tipo de interruptores se tienen ambos contactos en una cámara de vacío en el rango de  $10^{-4}$ - $10^{-9}$  bar. La alta capacidad dieléctrica del vacío permite una distancia entre los contactos de 6 a 25mm en posición abierto.
- Este tipo de interruptores tienen principalmente aplicación en voltajes medios hasta 35Kv, aunque existen hasta niveles de 70Kv.



- Son considerablemente compactos ,  
practicamente no requieren de  
mantenimiento y tienen larga vida  
de operación(30 000 interrupciones  
a corriente nominal, 100 de corto  
circuito ).



- Se tienen dos contactos montados sobre una elvolvente aislante de la cual se ha evacuado aire . Un contacto es fijo y otro movil .
- La interrupcion en vacio tiene la ventaja inherente de mover un contacto ligero a solo una distancia muy pequeña enun medio dielectrico casi perfecto. Esto produce una interrupcion segura y rapida de las corrientes de carga o de falla.
- Los contactos son comunmente de cobre y cromo .Por lo anterior la forma y el material de los contactos del interruptor son importantes para el comportamiento del arco.

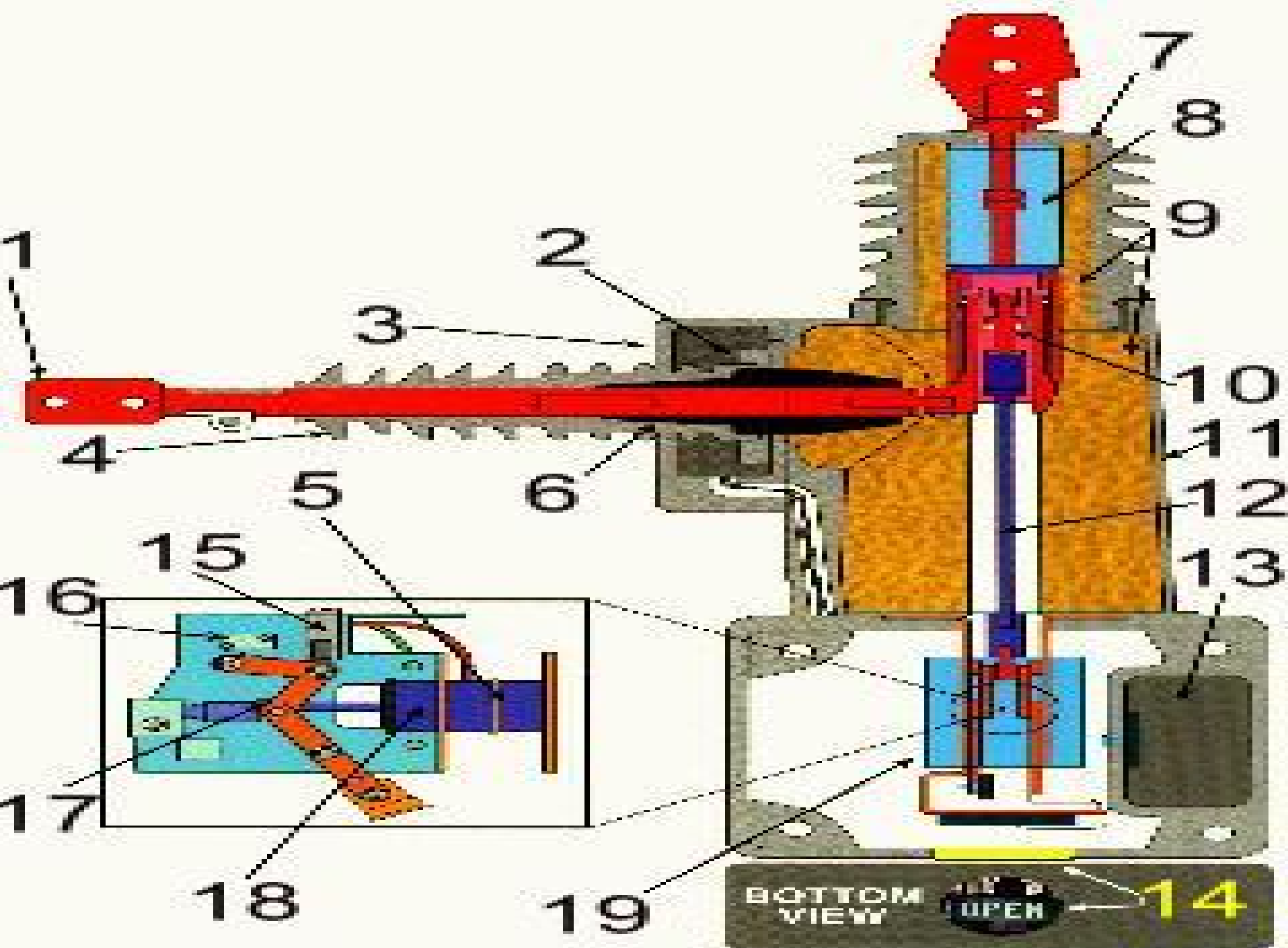


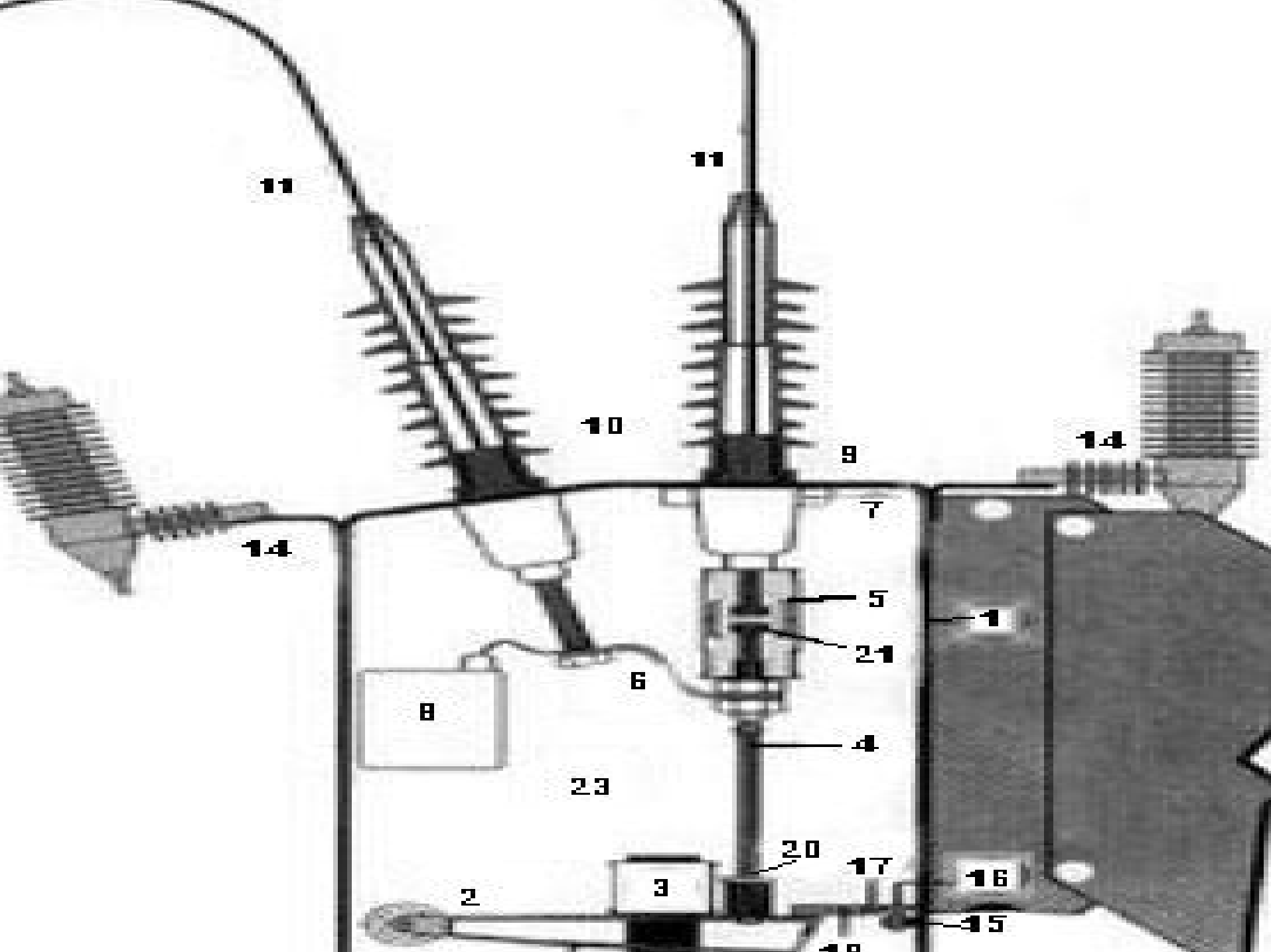
- El arco eléctrico es conducido en su propio campo magnético, mientras que el movimiento del mismo y su estado es controlado por el arreglo de los contactos
- Con los contactos ranurados se tienen arcos difusos a bajo niveles de corriente, consentrándose al elevarse la corriente.
- Así que cerca al cruce por cero de la señal se tienen arcos difusos que son más fáciles de extinguir.
-



- Para evitar un sobre calentamiento de los contactos en el punto donde se presenta el arco , las ranuras diagonales hacen que el arco jire alrededor de los contactos y no se concentren en un solo punto evitando asi el desgaste de los contactos
- Por otro lado el campo magnetico lo arroja hacia la parte externa de los contactos, por medio de este fenomeno se extingue el arco haciendolo girar y difundiendolo , al grado que al cruce por cero se extinga











Este interruptor es conocido desde hace 40 años y se ha utilizado para interrumpir corrientes muy pequeñas. Los desarrollos recientes, predominante en Estados Unidos, Inglaterra, Alemania Federal y U.R.S.S. , han dado como resultado un interruptor muy promisorio para tensiones de hasta 30 KV y potencias de ruptura de hasta 1,000 MVA.



En un envase de vidrio se encuentran alojados los contactos, uno de ellos fijo y el otro móvil. Este último se mueve dentro de un fuelle, de manera que el vacío se mantenga dentro de sus valores nominales. Según se mencionó antes, la presencia del arco se debe únicamente al vapor metálico, el cual es sometido a un proceso de ionización.



Es decir, si la dosificación de vapor metálico es muy elevada, el arco se reenciende

Después del paso natural por cero de la corriente, y si, por el contrario, es muy baja, entonces ocurre una extinción prematura, la cual puede engendrar sobre tensiones muy peligrosas.





Desde un punto de vista operacional, este vapor metálico resulta ser la característica más relevante de este interruptor, ya que su dosificación regula o nivela de intensidad de corriente del propio arco, evitando que por exceso se produzca un reencendido y por defecto una elevada sobre tensión.



) En el rango de alta presión del vacío el recorrido libre medio es muy corto, encontrándose las moléculas en continua colisión. El gas se comporta entonces como fluido y se dice entonces que el gas se encuentra en flujo viscoso. Pero a medida que se reduce la presión el recorrido libre medio aumenta, siendo entonces más factible que las moléculas choquen contra las paredes del recipiente que entre ellas mismas.



β La separación entre estas dos condiciones se expresa mediante la constante de Knudsen. Para un recipiente cilíndrico se le define como la relación existente entre el recorrido libre (RLM) y el radio  $R$  del recipiente. Cuando  $RLM/R < 0.01$ , se refiere a flujo viscoso, y cuando dicha relación es mayor que 1 ( $RLM/R > 1$ ) se refiere a flujo molecular. El rango entre ambos límites se denomina margen de transición.



Este tipo de interruptor está predestinado, a pesar de las dificultades técnicas que han surgido en su desarrollo, a ocupar un puesto de relevante importancia en los sistemas de transmisión de energía

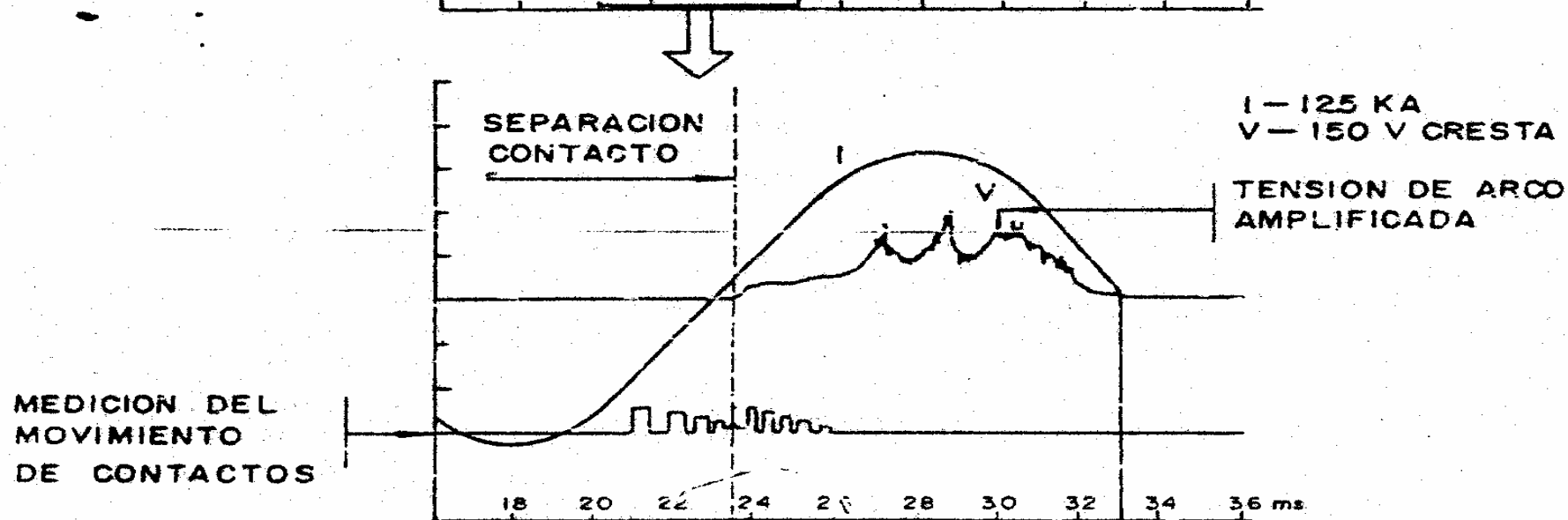
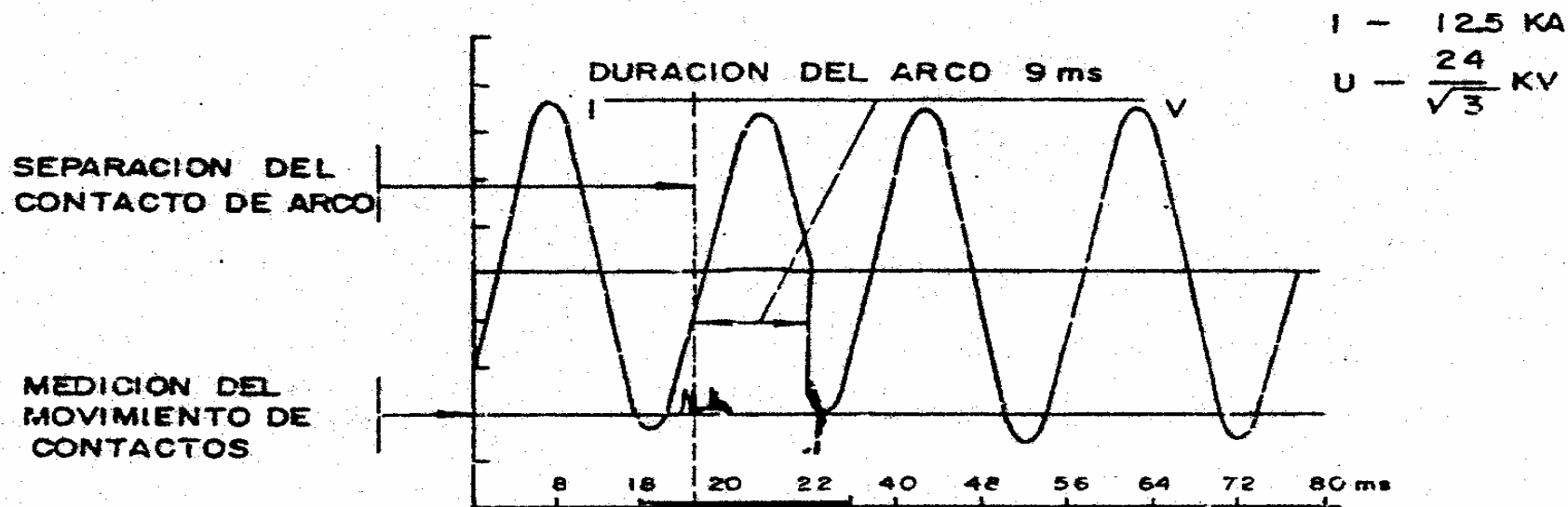


. Hoy por hoy se emplea satisfactoriamente en sistemas de hasta 34.5 KV para despejar corriente de aproximadamente 45 kA. Su aplicación en tensiones mayores, tropieza con la dificultad de la conexión en serie de varias cámaras o unidades. Este inconveniente, sin embargo, quizás se resuelva pronto y en forma satisfactoria.



La figura III-31 muestra un oscilo grama de la primera fase que se interrumpe en un disyuntor en vacío.







## Entre las ventajas más sobresalientes del interruptor al vacío figuran los siguientes

1. Tasa de recuperación dieléctrica muy elevada, lo cual le capacita para desconectar falla severas.
2. El interruptor no se ve afectado en su funcionamiento por variaciones bruscas de la intensidad de la corriente, como las que pueden presentarse al desconectar bancos de condensadores, prestándose, en consecuencia, para este tipo de servicio.



Larga vida sin mantenimiento, debido al hermetismo de la, cámara de interrupción. La vida mecánica del interruptor asciende a 200,000 operaciones en vacío, 25,000 interrumpiendo o desconectando 200 A y 10,000 interrumpiendo 630 A, y así sucesivamente. Algunos fabricantes garantizan además una vida sellada (shelf life) de cuando menos 20 años.

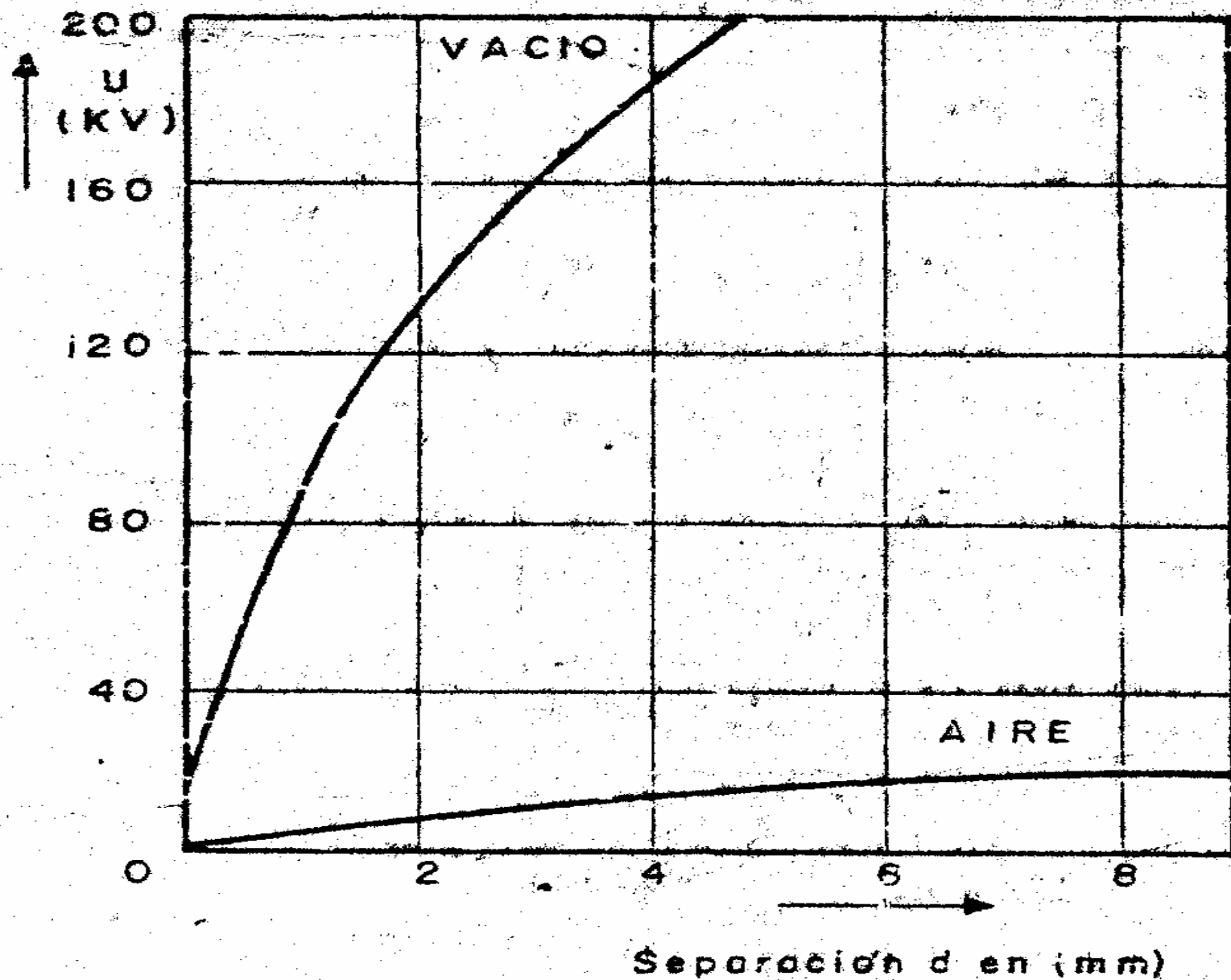


Hoy en día los denominados cambiadores de tomas bajo carga (on load tap chargers) realizan su operación dentro de una botella de conexión y desconexión al vacío. Esto ha permitido extender considerablemente la operación de los transformadores provistos de ellos, sin que se les tenga que desenergizar, como se hacía antes, para cambiar los contactos a los cambiadores convencionales.



En vista de que se ha mencionado en repetidas ocasiones que la separación de los contactos en el interruptor al vacío es mínima, en la figura III-30, se ilustra la tensión de ruptura o descarga en función de la distancia interelectródica, tanto para uno9 de estos interruptores como para uno con el aire como dieléctrico. La figura es en sí elocuente

# Interruptor al vacío





Existen algunas características muy particulares del interruptor al vacío, las que, en vista del papel que desempeñará este interruptor en el futuro, se enumeran a continuación.





La ruptura en el vacío diverge del comportamiento establecido por la Ley de Parchen, debido a que en el rango en cuestión la densidad del gas es muy baja, no pudiéndose desarrollar exclusivamente del material electródico.

