

Tecnologías de Extinción de Arco

- Oscar Alvarado, Ingeniero de Especificación para México

Programa Digital de Especificación
América Latina



Introducción

Cuántas veces te has preguntado lo siguiente: *¿qué tipo de tecnología debo de utilizar para seccionar la fuente de energía de mí sistema?*, seguramente esa pregunta ha pasado muchas veces por su mente.

A través de los años los fabricantes de equipo eléctrico han desarrollado una cantidad importante de tecnologías para la extinción del arco eléctrico. Cada una de dichas tecnologías tienen su campo de aplicación idóneo así como sus propias características de operación y es nuestra intención poner a su disposición ésta información con el fin de que pueda comprender cada una de las tecnologías y pueda realizar la selección del producto que mejor se adapte a sus necesidades.

Historia

Los métodos de interrupción de arco pueden ser aplicados a diferentes productos ya sea en media y/o baja tensión. Una forma inicial de un interruptor fue descrita por Tomas Edison en una aplicación de patente en 1879 aunque dicho dispositivo utilizaba fusibles.

A principios de 1900's las tecnologías en el mercado eran básicamente desconectadores en aire, interruptores en aire, interruptores en aceite y fusibles. Posteriormente alrededor de 1920's se desarrollaron los primeros interruptores utilizando aire comprimido. Más tarde en los 60's la utilización de gas SF6 se hizo más frecuente en equipos de alta tensión y se empezaron a desarrollar los equipos de operación en vacío. Ya para los años 70's y 80's la utilización de equipos de operación en vacío era mucho más frecuente en todos los sistemas eléctricos de media tensión en voltajes de 5KV hasta 38KV.

Actualmente las tecnologías más utilizadas son desconectadores e interruptores en aire, interruptores de operación en vacío e interruptores de operación en SF6.

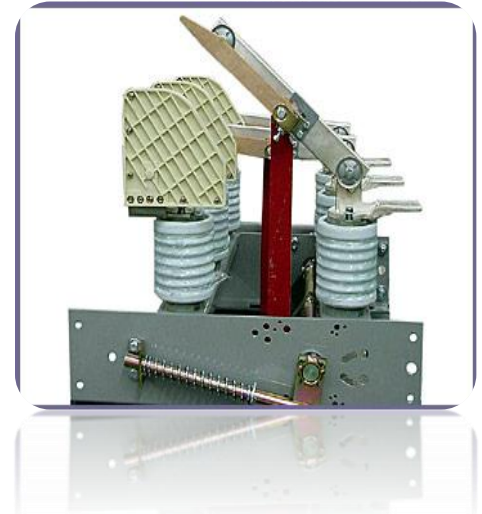
Tipos de Tecnologías de extinción del Arco eléctrico

Como se comentó anteriormente existen diversas tecnologías para la extinción del arco eléctrico y a continuación revisaremos las características de cada una de ellas.

- Desconectadores en aire.
- Interruptores en aceite
- Interruptores de aire comprimido
- Interruptores en aire operación magnética
- Interruptores operación en vacío
- Interruptores operación en SF6

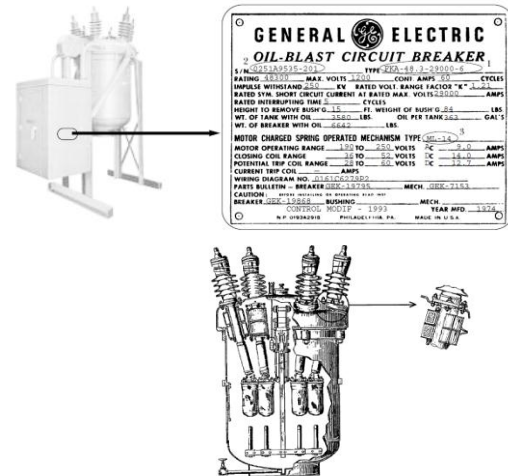
- **Desconectores en aire**

Un Seccionador en aire dependiendo de su construcción es utilizado para interrumpir flujos de corriente bajo condiciones nominales (operación con carga) o para aislar algún equipo de la fuente de energía una vez que la corriente ha sido retirada del sistema (operación sin carga). Para poder interrumpir el circuito durante una falla se tiene que acompañar al desconectador con fusibles. En condiciones de operación con carga se requiere de una cámara de arqueo para iniciar la extinción del arco generado por la conducción de corriente y una vez que la distancia entre el desconectador y la fuente es suficiente el arco se extingue por completo debido a la rigidez dieléctrica del aire. En muchas de las ofertas comerciales en el mercado se utilizan desconectores de operación sin carga lo cual representa un riesgo para la operación ya que antes de abrir un desconectador de éste tipo se debe asegurar que no existe carga en el sistema. De igual forma es importante mencionar que en éstas soluciones no es posible agregar/utilizar relevadores de protección ni control a distancia



- **Pequeño y gran volumen de aceite**

Estos equipos consistían de grandes contenedores dentro de los cuales se almacenaba aceite mineral y dentro del aceite se tenían inmersos los contactos encargados de la apertura o cierre de los circuitos. Uno de los contactos es móvil y cuando se separa del contacto fijo se genera un arco eléctrico y al mismo tiempo ese espacio se “inunda” con el aceite desplazando el oxígeno y extinguiendo el arco. Al generarse el arco eléctrico el aceite se descompone debido a las altas temperaturas y por lo tanto libera gases como el hidrógeno el cual tiene una alta conductividad de calor y se genera una alta presión la cual tiene que ser liberada por ventilas colocadas en las cubiertas superiores del interruptor.



- **Interruptores operación con aire comprimido**

La forma de extinción de arco de éstos dispositivos consistía en la utilización de una fuente de aire comprimido la cuál suministraba aire a altas presiones directamente al arco formado entre los contactos al momento de una apertura del circuito. Ésta presión era dirigida al arco y empujaba el arco a una cámara en donde el arco se dividía en pequeños arcos lo cual permitía enfriarlos rápidamente de forma individual y lograr de des-ionización y por lo tanto extinguir el arco. Ésta tecnología no se utiliza en nuevos productos en la actualidad.

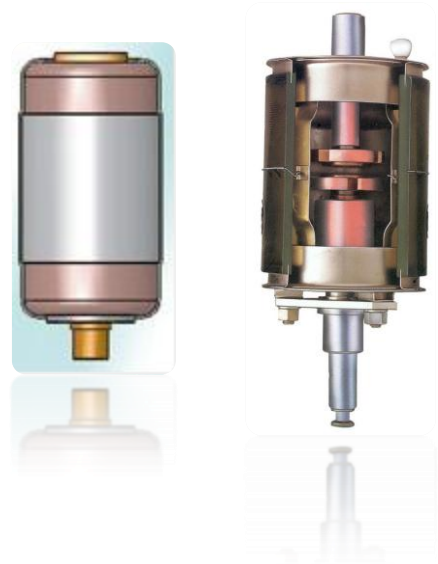
- **Interruptores en aire operación magnética**

Los equipos diseñados con ésta tecnología utilizaban la aplicación de un campo magnético sobre el arco eléctrico generado al momento de separar los contactos y con éste campo magnético se dirigía al arco hacia las cámaras de arqueo en donde el arco se dividía, enfriaba y extinguía. El campo magnético era generado por una bobina que estaba integrada cerca de las cámaras de arqueo y el propio arco eléctrico generaba el campo magnético en la bobina para ayudar a su extinción. Ésta tecnología fue utilizada de los años 60's a los 80's.



- **Interruptores operación en vacío**

Un Interruptor de vacío es utilizado para interrumpir flujos de corriente bajo condiciones nominales y de falla, cuando los contactos principales en un ambiente de vacío se separan, la corriente a ser interrumpida se convierte en un arco que se disipa en forma de un plasma de vapor metálico, al pasar la forma de onda por cero el arco es totalmente extinguido y el vapor se condensa en el orden de los micro-segundos, como resultado de esto podríamos apuntar una alta fortaleza dieléctrica y una velocidad de interrupción muy rápida. Ésta solución es una de las más populares actualmente para media tensión.



- **Interruptores operación SF6**

El SF6 es un gas químicamente estable e inerte que alcanza alrededor de 3 veces la rigidez dieléctrica del aire bajo las mismas condiciones de presión, físicamente el gas tiene características electro-negativas lo cual tiene la facilidad en capturar electrones libres, transformando los átomos en iones negativos lo cual provoca en el gas las altas propiedades de ruptura de arco. Ésta solución es aplicada en sistemas de alta y media tensión sin embargo la cantidad de operaciones es limitada. La mayoría de las soluciones en el mercado utilizan un desconectador en aire envuelto por gas SF6 el cual al abrir un circuito elimina el arco gracias a la rigidez dieléctrica de éste gas. Éste proceso degrada la calidad del gas lo cual va reduciendo la vida útil del sistema. Adicionalmente a esto la EPA (Environmental Protection Agency) recomienda reducir la utilización del SF6 ya que es un gas de efecto invernadero (23900 veces más efectivo que el CO2 para atrapar radiación infrarroja) y puede afectar el medio ambiente.

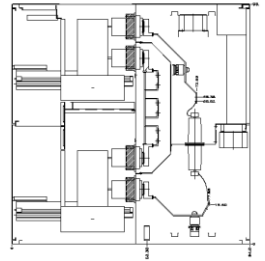


Soluciones actuales de GE en equipos de Media tensión

- PowerVac

Método de extinción de Arco: Operación en vacío

Los primeros interruptores en vacío fueron desarrollados en los años 20's y han sido fabricados y comercializados desde 1961. En 1977 se introdujo un tablero switchgear tipo Metal-Clad pionero el cual fue llamado Power/Vac. El PowerVac es un equipo con interruptores de operación en vacío construido bajo las características mencionadas en el estándar ANSI/IEEE C37.20.2 y puede ser fabricado para servicio interior o exterior.



Características eléctricas generales



Voltaje Máximo	Voltaje Nominal	Voltajes de Operación Típicos	Nivel Básico de Impulso (kVBIL)	Capacidad en Corriente (A) ⁽¹⁾	Capacidad Interruptiva (kA)
4.76	4.16	2400	60	1200-4000	31.5
		4160		1200-4000	40
		4200		1200-4000	50
				1200-4000	63
8.25	7.2	6600	95	1200-4000	40
		6900		1200-4000	50
		7200		1200-4000	63
15	13.8	12000	95	1200-4000	20
		12470		1200-4000	25
		13200		1200-4000	31.5
		14400		1200-4000	40
				1200-4000	50
				1200-4000	63

⁽¹⁾ Capacidades disponibles 1200A, 2000A, 3000A, 3500A and 4000A. La opción de 4000A es enfriado por aire forzado y para servicio interior solamente.

- **Limitamp**

Método de extinción de Arco: Operación en vacío

Limitamp es un equipo de control de alta capacidad interruptiva en media tensión utilizado para proteger motores de rotor devanado y/o sincrónicos. Puede ser utilizado también para alimentar transformadores u otros circuitos como bancos de capacitores. Las aplicaciones típicas son en la industria del papel, acero, petróleo y química. Los controladores del Limitamp están diseñados y fabricados para cumplir con los requerimientos de NEMA ICS 3 parte 2 y con UL 347. La fabricación de éstos equipos puede ser en diferentes tipos de envoltente como NEMA 1, 1A, 2, 3R y 12. La apertura de los circuitos se realiza mediante un contactor con botellas de vacío y la protección de corto circuito se provee a través de fusibles.

Se pueden agregar dispositivos de protección como relevadores digitales Multilin.



Contactor en Vacío

Opciones de construcción:

- Bus Principal: 1200A, 2000A, 3600A
- Voltaje: 2400V, 3300V, 3600V, 4160V, 4800V, 6600V, 7200V
- Tamaño de contactor: 400A, 800A

- **BreakmasterLoad Interrupter Switch (LIS)**

Método de extinción de Arco: Operación en Aire

Un BreakMaster™ Load Interrupter switch consiste de un desconectador tripolar de dos posiciones de operación con carga. La aplicación principal de la LIS es la alimentación y protección de cargas como transformadores de potencia de media tensión. La protección contra sobrecarga y corto circuito es provista por un juego de fusibles dentro del equipo. El equipo cuenta con un mecanismo cargado por resorte para abrir o cerrar el desconectador. La velocidad con la cual el desconectador abre o cierra no depende de la velocidad con la que se opere la palanca de operación. Además de contar con diversas características de seguridad que lo hacen la mejor opción del mercado. Fabricación en NEMA 1 y NEMA 3R



Voltaje Máximo (kV)	Nivel Básico de Impulso (kVBIL)	Voltajes de Operación típicos	Capacidad Interruptiva (A)
5	60	600 1200	40,000 61,000
	95	600 1200	
15	95	600 1200	

Estándares

ANSI/IEEE	C37.20.3
	C37.20.4
NEMA	SG-6
	IEC

- **SECOGEAR**

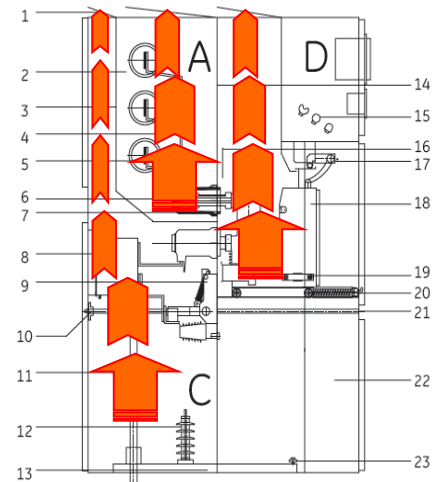
Método de extinción de Arco: Operación en Vacío

El SecoGear es un equipo diseñado y fabricado para cumplir con los requerimientos del estándar IEC 62271-200. Al ser un equipo designado como LSC2B & PM es un tablero de construcción tipo Metal-Clad. Cuenta con interruptor de potencia removible con operación en vacío y está seccionado en 4 áreas principales, sección de control, sección de interruptor, sección de bus principal aislada en aire y sección de cableado. Éste equipo está disponibles en niveles de tensión máximos de 17.5KV, 27KV y 40.5KV lo cual permite operar a voltajes desde 2.4kV hasta 34.5kV. El equipo ya por diseño estándar está clasificado como resistente al arco IAC A FLR 40kA 1s.



Características principales del SecoGear

- Interruptor de polo embebido
- Bus principal redondeado
- Bus totalmente aislado
- Bus plateado
- Bushing de intersección con barrera de acero inoxidable.
- Resistencias calefactoras para compartimento de VCB y cables
- Indicador de posición iluminado
- Seccionador de puesta a tierra con contactos auxiliares
- Sensor capacitivo de presencia de voltaje
- Bus mímico con indicador de posición Iluminado.
- Soporte para cables de potencia y paso glándula con barrera de acero inoxidable



Voltaje Máximo	kV	17.5	27	40.5
KVBIL	kV	95	125	185
Corriente Nominal	A	630		1250
		1250		1600
		2000	1250	2000
		2500	2500	2500
		3150		
		4000		
Capacidad Interruptiva	kA	25/31.5/40	31.5	25/31.5
Nivel de Protección	Gabinete	IP4X	IP4X	IP4X
	Entre compartimentos	IP2X	IP2X	IP2X



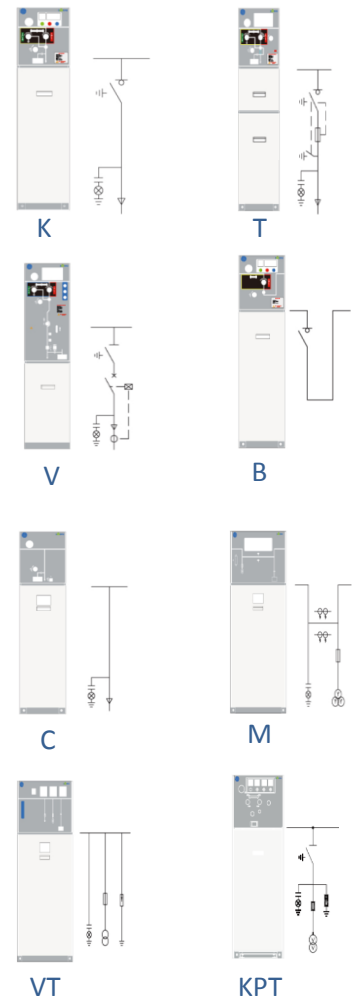
- **SECORMU**

Método de extinción de Arco: Vacío / SF6

El tablero Seco RMU es un equipo de media tensión compacto utilizado principalmente en sistemas de operación en anillo, de ahí su nombre (Ring Main Unit). Éste equipo puede ser utilizado también en sistemas de distribución en conexión radial como alimentador de transformadores. El equipo está diseñado y fabricado de acuerdo al estándar IEC 62271-200.

La característica de construcción principal es que el bus principal está aislado en gas SF6 lo cual permite que el equipo sea sumamente compacto 350mm x 1380mm x 800mm. Existen 8 secciones típicas: desconectador con carga (K), desconectador con carga y fusibles (T), desconectador sin carga e interruptor en Vacío (V), enlace (B), acometida (C), Medición (M), servicios propios (VT) y transformador de potencial con desconectador (KPT).

Las secciones que cuentan con desconectador con o sin carga tienen como medio de extinción de arco gas SF6 con una vida útil de 5000 operaciones y las secciones con interruptores su operación es en vacío y tiene una vida útil de 10000 operaciones. El utilizar interruptores en vacío para la extinción del arco y contar con bus principal aislado en SF6 nos brinda la ventaja de que el gas se mantiene estable al no estar en contacto directo con el arco eléctrico y por lo tanto no hay degradación del mismo. El SecoRMU tiene clasificación de resistencia al arco interno para 20kA durante 1s.



		Desconectador con carga	Desconectador con carga y fusibles	Interruptor en Vacío
Voltaje Máximo	kV	12/17.5/24		
Corriente Nominal	A	630		
KVBIL	kV	75/95/125		
Capacidad Interruptiva	kA	20	31.5	20
Número de Operaciones	veces	5000	5000	10000
Nivel de Protección	Gabinete	IP3X		
	Tanque de gas SF6	IP67		

Conclusiones

Como hemos visto en las páginas anteriores, las tecnologías han venido cambiando a través de los años y en la actualidad son 3 tecnologías las que se podría decir se mantienen vigentes son: aire, SF6 y vacío. En el mercado eléctrico existen una gran variedad de ofertas de diversos fabricantes por lo cual es importante entender perfectamente las características de cada uno de esos productos para tomar la decisión adecuada para nuestra necesidad y/o aplicación. Los puntos principales que debemos tomar en consideración para seleccionar una de éstas tecnologías son los siguientes:

- Seguridad para las personas y el equipo
- Confiabilidad y Flexibilidad
- Selectividad en las protecciones
- Mantenimiento, rapidez y/o facilidad
- Costo

Le hacemos una cordial invitación a visitar nuestra página de internet www.geindustrial.com (en inglés) o en www.geindustrial-latam.com (en español) donde podrá encontrar mayor información acerca de cada uno de los productos aquí descritos, así como algunos otros documentos técnicos que pueden ser de su interés.

Bibliografía

- IEEE Citation CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS OF VARIOUS ARC INTERRUPTING METHODS