



Forma y función

Integrar los interruptores de vacío encapsulándolos en resina epoxídica aumenta la fiabilidad de las aplicaciones en interiores y de intemperie.

Edgar Dullni

Haga frío o calor, tiempo tormentoso o apacible, los interruptores de vacío han de resistir todo tipo de condiciones ambientales, tanto en interiores como a la intemperie. Las partículas de suciedad y polvo que se acumulan en el exterior de los mismos también son un peligro, ya que reducen el nivel de tensión soportado.

Las corrientes de cortocircuitos y sobretensiones eléctricas, los golpes y vibraciones mecánicas se suman al

”abuso” que han de sufrir estos dispositivos.

¿Cómo puede un fabricante satisfacer los requisitos de los clientes, que desean un dispositivo resistente a la degradación y que funcione correctamente incluso en condiciones extremas?

La respuesta de ABB aplica una técnica innovadora consistente en encapsular el interruptor en resina

epoxídica para formar un polo completo. Estos polos encapsulados, que no requieren mantenimiento durante toda su vida útil, son modulares y de diseño compacto y robusto. La técnica de encapsulado permite incluir también dispositivos de detección y medida, además de simplificar el manejo y la instalación del dispositivo. Nunca un interruptor de vacío ha estado protegido de un modo tan completo como en un polo encapsulado.

La necesidad de interruptores en todo el mundo es cada vez mayor por causa de la creciente demanda de electricidad. Aunque los clientes consideran que el precio es un factor básico a la hora de elegir un producto, los costes del ciclo de vida útil están pasando a tener igual o incluso más importancia que el precio inicial. Cuando se trata de seleccionar un interruptor se deben aplicar, entre otros, los criterios siguientes:

- Fiabilidad del transporte de electricidad y de la interrupción de la corriente
- Impacto nulo de los factores medioambientales
- No necesidad de mantenimiento durante toda la vida útil del producto
- Facilidad de uso, al utilizar fundamentalmente inteligencia integrada en el equipo

Durante las tres últimas décadas, los interruptores de vacío han acreditado sobradamente su fiabilidad. La generación actual de interruptores ABB cubre tensiones de red de 12 a 38 kV, intensidades de cortocircuito de hasta 63 kA e intensidades nominales de hasta 4.000 A [1]. A finales de 2004, la serie de interruptores VG se amplió para 31,5 kA a 40,5 kV. Además se comercializó un interruptor más pequeño, el VGE5, para intensidades de 16 kA a 12kV.

Las condiciones ambientales afectan considerablemente a los interruptores. La acumulación de polvo, suciedad, productos químicos y humedad en la superficie exterior reducen la tensión soportada. En aplicaciones al aire libre, la lluvia y el hielo tienen un efecto similar. Los ciclos de temperatura y los golpes y vibraciones externos imponen requisitos muy estrictos respecto de la estabilidad

mecánica. Las descargas atmosféricas y los transitorios producidos por las conmutaciones provocan sobretensiones que sobrecargan el aislamiento. ABB ha resuelto estos problemas encapsulando en resina epoxídica muchos de sus interruptores que no requieren mantenimiento [1]. Al embeber un interruptor de vacío en resina epoxídica se constituye un polo completo, conocido habitualmente como polo encapsulado. Los interruptores de vacío y los polos encapsulados tienen el menor número posible de elementos de conexión móvil o fija, y no precisan mantenimiento durante toda su vida útil.

Para los mecanismos de resorte, con más piezas móviles, se recomienda realizar el mantenimiento después de 10.000 operaciones. ABB ofrece un actuador magnético de imán permanente para frecuencias muy altas de conmutación en aplicaciones de interior [1] y a la intemperie, que amplía hasta 100.000 el número de operaciones entre períodos de mantenimiento, de modo que éste resulta prácticamente innecesario.

Un interruptor de vacío normalmente forma parte de un entorno de conmutación y protección que está equipado con funciones de medida, detección y registro de intensidades y tensiones, así como con una unidad de evaluación electrónica.

La integración completa dentro del interruptor es obligatoria para aplicaciones exteriores y muy ventajosa para interruptores de interior. En 2004, ABB lanzó el interruptor eVM1 que, por primera vez, integraba funciones de medida, protección y control en un solo dispositivo interruptor para interiores.

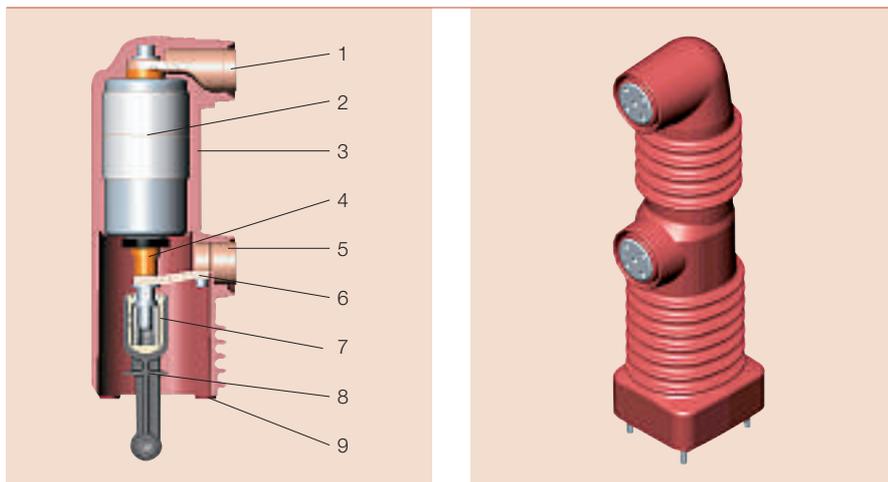
Polos encapsulados en interruptores

La conducción e interrupción de corrientes de cortocircuito impone a los interruptores de vacío el cumplimiento de requisitos muy estrictos. Sin embargo, su robusta construcción garantiza un funcionamiento sin fallos y exento de mantenimiento durante las décadas que dura su vida útil.

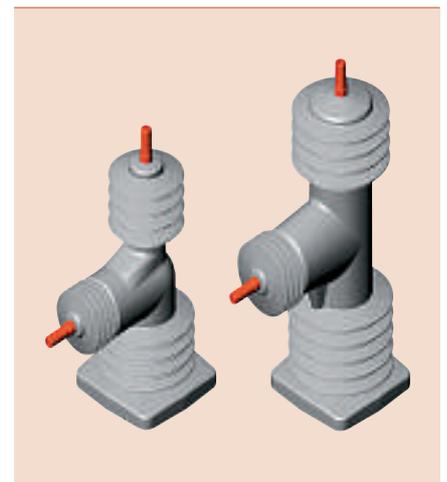
El encapsulado en resina epoxídica no sólo los protege contra daños externos, sino que, además, promete una larga duración y alta fiabilidad. La resina epoxídica satisface con creces los requisitos de resistencia mecánica y rigidez dieléctrica. ABB fabrica los polos encapsulados con un proceso de solidificación automática a presión (APG, Automatic Pressure Gelation). La resina epoxídica se introduce en el molde precalentado, que contiene un interruptor de vacío. Durante todo el proceso de moldeo, el interruptor de vacío se mantiene en posición por sus terminales y en la fase de solidificación la resina está sometida a una alta presión. Una vez endurecido el material epoxídico, el interruptor queda fijo en su posición sin necesidad de montaje o fijación alguna. El diseño considera los diferentes coeficientes de expansión de la resina y de las piezas introducidas en el molde. Todos los polos se prueban sometidos a ciclos rápidos de temperatura (+50° a -60°C) que demuestran su aplicabilidad en condiciones climáticas duras.

Además de las normas CEI pertinentes, el nuevo polo encapsulado para 36-40,5 kV cumple también el estándar GB chino, bastante riguroso, que prescribe una tensión alterna de prueba de 95 kV y una sobretensión por descargas atmosféricas de 185 kV, incluso a través

1 Sección de polo encapsulado con interruptor de vacío (12 kV) y último polo, encapsulado (36 kV): (1) terminal superior, (2) interruptor, (3) resina, (4) vástago móvil, (5) terminal inferior, (6) conexión flexible, (7) resortes de contacto, (8) varilla de empuje, (9) insertos de montaje



2 Polos encapsulados de intemperie para 15-27 kV / 1000 A / 12 kA (izquierda) y 38 kV / 1000 A / 16 kA (derecha)



del interruptor abierto. Para garantizar el cumplimiento de estas normas se adaptaron los apantallamientos internos del interruptor.

El aislamiento externo del interruptor se consigue sellándolo totalmente con resina epoxídica. Los recubrimientos externos adicionales de resina epoxídica (véase 1b) entre los dos terminales y entre el terminal inferior y tierra aumentan la longitud de dispersión externa y proporcionan una mayor resiliencia a la condensación y la contaminación.

Para las aplicaciones de intemperie es especialmente importante una alta longitud de dispersión. Los recubrimientos han de ser mucho mayores y deben tener una forma especial para que el comportamiento en presencia de contaminación sea el adecuado.

La figura 1a muestra la sección transversal de un polo encapsulado con un interruptor de vacío de 12 kV. La corriente se transmite a través del terminal superior, el interruptor de vacío, un enlace conductor que mantiene la conducción a lo largo del recorrido mecánico y el terminal inferior. La varilla aislada de empuje está firmemente fijada al terminal móvil inferior del interruptor y establece la conexión con el mecanismo de operación del interruptor. La varilla de empuje lleva resortes internos que garantizan una presión definida de contacto.

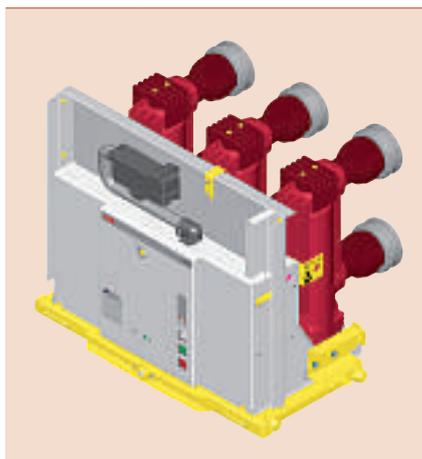
En 2003 y 2004, ABB lanzó al mercado dos polos encapsulados de intemperie 2, uno para 15–27 kV y otro para 38 kV, que proporcionan longitudes de dispersión de al menos 35 mm/kV y pueden soportar el nivel IV de contaminación de acuerdo con la norma CEI60815. Estos polos contienen también un pequeño transformador de intensidad situado en el terminal horizontal. Esto hace que la técnica de encapsulado tenga ventajas adicionales, ya que implementa simultáneamente la interrupción y la medida.

Aplicación a interruptores y reconectores

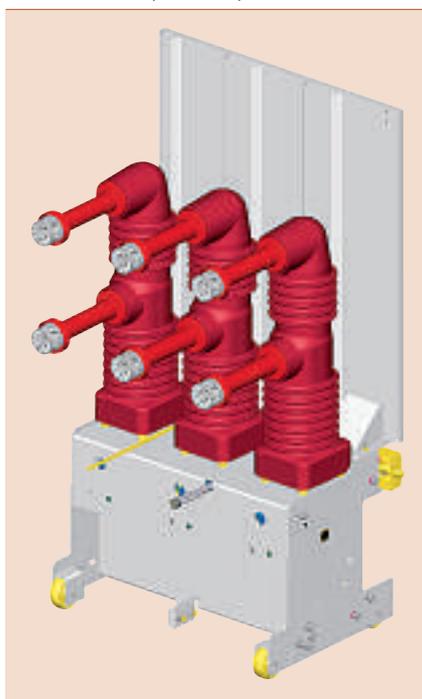
La serie de polos encapsulados es de aplicación universal. Un polo, por ejemplo, puede adaptarse fácilmente como interruptor, de modo que los operadores de la aparamenta pueden usarlo en todo tipo de condiciones climáticas. Estos polos se manejan como elementos únicos y por tanto se entregan listos para su uso, sin necesidad de proceder a adaptaciones especiales.

La figura 3 muestra un interruptor de tipo VM1 para interiores con un mecanismo accionado magnéticamente. Este tipo es muy adecuado para casos de

3 Interruptor VM1 de aplicación en interiores para 12 kV y 40 kA con polos encapsulados



4 Interruptor VD4 de interior (36 kV, 31,5 kA) con el nuevo polo encapsulado P6



5 Reconector OVR de intemperie para 27 kV y 12 kA, con polo encapsulado



operación muy frecuentes. 100.000 operaciones hasta el final de su vida útil. Está disponible para el rango de 12–24 kV y corrientes de cortocircuito de hasta 50 kA y puede integrarse con aparamenta aislada por aire.

La aplicación de 36 kV 4 necesita un mecanismo que proporcione un recorrido mayor de contacto y por tanto sus dimensiones son mayores que las de las aplicaciones de 12 y 24 kV. En este caso se utiliza un mecanismo de resorte, disponible como "vehículo móvil" o como versión fija. Se ha prestado especial atención a los contornos de los terminales para facilitar el aislamiento de conexiones adicionales.

Como último ejemplo de aplicación mencionemos el llamado reconector para exteriores 5. Este dispositivo, aplicado sobre todo en mercados ANSI, se puede abrir y cerrar en cuestión de segundos para restaurar una línea que ha fallado. Para ello se utiliza un actuador magnético que puede dispararse hasta cuatro veces en 5 segundos. La energía de operación se almacena en una unidad formada por un condensador y una batería. La secuencia de conmutación la proporciona un dispositivo electrónico de control y protección que funciona junto con los transformadores de intensidad integrados en los polos.

Resumen

Una serie completa de polos encapsulados con interruptores de vacío para interiores y exteriores constituye una plataforma adecuada para muchas aplicaciones con interruptores de interior y aparamenta de intemperie. Estos dispositivos garantizan una alta resistencia a las influencias medioambientales y no necesitan mantenimiento. Recientemente se ha ampliado esta serie de dispositivos con un polo desarrollado para dispositivos de conexión interiores de la gama de 36 kV. El efecto del encapsulamiento sobre los polos de intemperie es incluso mayor, ya que es posible integrar bobinas de medida dentro del polo.

Edgar Dullni

ABB Calor Emag Mittelspannung GmbH
Alemania
edgar.dullni@de.abb.com

Bibliografía

[1] E. Dullni, H. Fink, M. Heimbach, C. Reuber: "A family of vacuum circuit breakers with worldwide application using common components", CIREP 2001, Amsterdam.