

¡No tocar!

Indicador pasivo de tensión para indicar si la línea está activa

Jan Czyżewski, Maciej Wnęk,
Marek Florkowski, Thomas Liljenberg,
Kurt Kaltenecker

Como cualquier profesor de física de instituto nos recordaría, la medición de una tensión requiere dos puntos. Un punto no tiene tensión por sí mismo, sino sólo en relación con otro punto, que sirve como referencia. Sin embargo, para el personal que trabaja con aparataje eléctrica es importante saber si un determinado conductor tiene tensión, o no, respecto de cualquier punto cercano, ya sea un conductor contiguo o un componente conectado a tierra. Para ayudar al personal de operación, ABB ha desarrollado un indicador que muestra exactamente eso, sin utilizar un punto definido de referencia. ¿Cómo lo consigue? ¿Qué sucede con la Física?

Los indicadores de tensión son muy importantes para el personal que trabaja en instalaciones de distribución de Media Tensión, pues le ayudan a localizar los fallos y señalan cuándo es seguro conectar a tierra el sistema. Cuando se trabaja con componentes, independientemente de que se requieran procedimientos certificados de medición y de seguridad, un dispositivo redundante de funcionamiento independientemente contribuye a la seguridad del trabajo. Generalmente, un sistema detector de tensión consta de un divisor de tensión (capacitivo o resistivo) que reduce la tensión a un nivel medible directamente (desde unos pocos voltios a unos 100 voltios). A continuación se conecta al divisor un sencillo dispositivo indicador de tensión. En la mayoría de los sistemas, la impedancia primaria del divisor se incorpora en un componente de MT, por ejemplo, una borna, un transformador de corriente o un aislador de soporte. Una conexión por cable lleva la corriente desde ese componente hasta un panel, incorporando la impedancia secundaria del divisor y el dispositivo de detección. Generalmen-

te, estos sistemas sólo se aplican en paneles de aparatos de conexión blindados.

Sin embargo, en un sistema de distribución hay muchos puntos donde conviene tener una indicación de tensión, pero esta no se instala por la complejidad adicional que esto entrañaría (necesidad de caros sistemas de intemperie, falta de impedancia primaria, etc.) Ejemplos típicos son las bornas o pasatapas de los transformadores de distribución, los extremos de cables exteriores que alimentan líneas aéreas o las terminales de exteriores de los seccionadores.

Lo ideal sería, siempre que el sistema tuviera un precio razonable, que la indicación de la tensión estuviera presente en cada punto del mismo. Es posible imaginar, a modo de visión, un sistema de distribución de energía eléctrica en el que cada barra colectora o conductor adopte un color particular cuando está energizado. De esta forma, los conductores con tensión se podrían distinguir fácilmente de los que en ese momento están inactivos.

Utilizando el campo

Puesto que cada conductor energizado está rodeado por un campo eléctrico creado por su tensión, un enfoque posible sería desarrollar un material o dispositivo que modifique su comportamiento óptico en presencia de un campo de una determinada magnitud. Llevados por esta idea, los investigadores del programa de nanotecnología de ABB Corporate Research comenzaron a explorar las tecnologías de visualización. En principio, puede resultar adecuada cualquier tecnología de visualización en la que un campo eléctrico provoque un cambio en las propiedades ópticas del material o estructura activos y ese cambio sea perceptible para el ojo humano. Esto es sencillo en teoría, pero el campo eléctrico alrededor del conductor de un sistema típico de distribución aislado por aire varía desde una fracción hasta varios kilovoltios por centímetro (kV/cm), un valor bajo para los materiales electro-ópticos. Ningún equipo

de visualización conocido era capaz de responder directamente a campos eléctricos tan bajos.

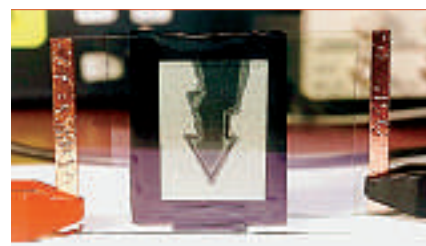
A pesar de estas dificultades técnicas, en 2002 se creó una primera unidad de demostración del funcionamiento de un dispositivo con la sensibilidad requerida. La unidad de demostración **1** se creó utilizando un nuevo material electroforético y flexible de visualización, descrito a menudo como 'papel electrónico'. Sin embargo, el material de visualización no puede responder directamente al campo eléctrico en cuestión. Una adaptación desarrollada por ABB permitió acumular la energía de varios períodos de oscilación de CA (con menos de un segun-

1 Primera unidad de demostración del principio de un indicador pasivo de tensión. En un campo eléctrico de 50 Hz CA con 1 kV/cm de valor medio, el panel muestra una señal visible de alto contraste.

No electric field



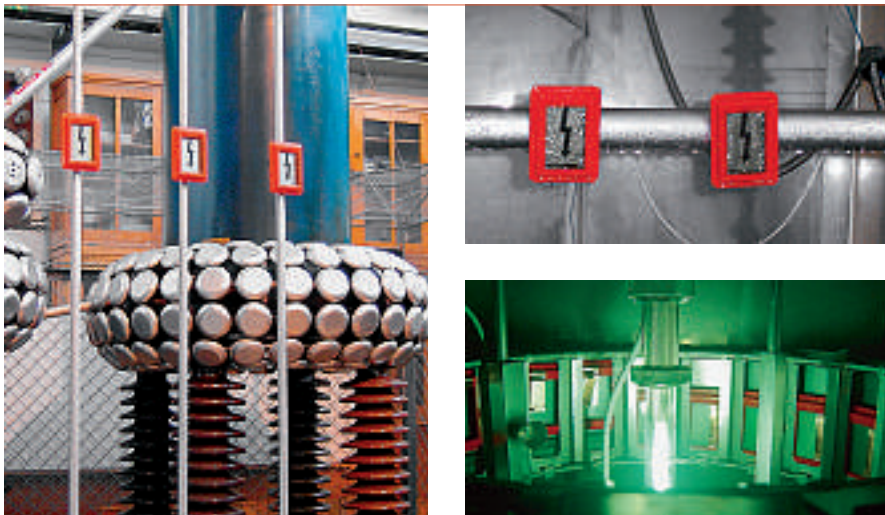
Electric field 1kV/cm



2 Prototipo de indicador pasivo de tensión (PVI)



3 Prueba de indicadores PVI en una línea trifásica a 6 kV (distancia entre polos 20 cm). La tensión se indica con flechas de descarga eléctrica (izquierda). Indicadores PVI bajo niebla salina (derecha arriba) y siendo probados en una cámara con lámpara de arco de xenón (debajo).



do en total), logrando así una mayor sensibilidad efectiva. El resultado es que el campo eléctrico local se acumula en el material de visualización, cuya amplitud es mucho mayor que el pico de su valor externo. Con esto se consiguió que el dispositivo respondiera a campos eléctricos inferiores a 1 kV/cm.

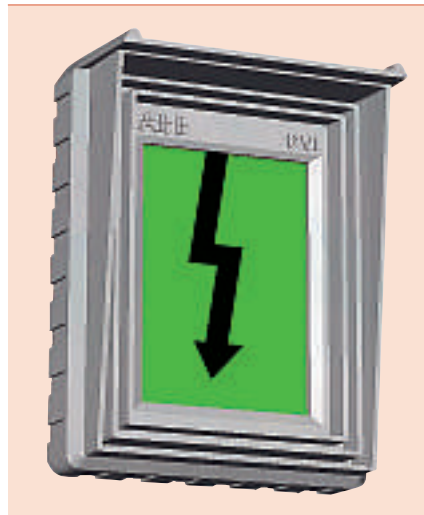
No obstante, la sensibilidad no es el único criterio de aplicación de esta tecnología en equipos eléctricos. En los equipos de Media Tensión, especialmente en las aplicaciones a la intemperie, la solución adoptada ha de poder resistir severas condiciones ambientales, como son las grandes variaciones de temperatura, los cambios de humedad, la lluvia y la luz solar directa. Además, una vez instalada, ha de permanecer operativa durante muchos años sin necesidad de mantenimiento. Para que la tecnología de papel electrónico, enteramente de plástico, sea capaz de dar respuesta a estas exigencias, sería necesario un considerable trabajo de desarrollo. Considerando el rango necesario de temperaturas y la robustez total del sistema, el equipo del proyecto centró su atención en la tecnología de pantalla de cristal líquido (LCD) de fase nemática, encapsulada en cristal, la más simple y robusta de todas las tecnologías LCD. Aunque la sensibilidad de esta tecnología no satisface el requisito en un factor de 10-100, podría crearse además una estructura microscópica del panel de visualiza-

ción para amplificar localmente el campo eléctrico. La sensibilidad deseada podría conseguirse sin sacrificar las ventajas de esta tecnología de visualización: la solidez de su proceso de fabricación y su bajo coste.

El éxito de esta etapa de desarrollo animó al equipo a crear un prototipo de indicador de tensión 2, denominado Passive Voltage Indicator (PVI). Se prestó especial atención a que el prototipo pudiera utilizarse a la intemperie. Este primer prototipo PVI, del que se construyeron unas 100 unidades, fue sometido a gran número de ensayos 3, con pruebas de funcionalidad en sistemas trifásicos de Media Tensión, una prueba de niebla salina, pruebas con lámparas de arco de xenón simulando condiciones extremas de luz solar y pruebas de envejecimiento climático acelerado. Los resultados de las pruebas dejan clara la resistencia del dispositivo a estas duras condiciones. Actualmente se está desarrollando un producto piloto 4.

PVI operará sin fuente de alimentación externa y, una vez instalado, no necesitará mantenimiento alguno. Se han diseñado dos tipos de indicadores PVI para dos rangos distintos de sensibilidad. Su especificación cubrirá todo el rango de Media Tensión de 3 a 36 kV nominales según CEI y ANSI. Las instrucciones indicarán el tipo PVI que debe utilizarse para cada aplicación, en función de la tensión nominal del sistema y de la disposición geométrica de sus conductores. Por ejemplo,

4 Diseño del producto piloto PVI presentando una cubierta elastómera de silicona, adecuada para operar permanentemente a la intemperie



para 6 kV de tensión nominal, PVI será funcional para cualquier distancia entre polos de entre 125 mm (valor típico mínimo) y 400 mm. El umbral de tensión es igual al recomendado por las normas CEI para sistemas de detección de tensión (CEI-61958 y CEI 61243), es decir, el umbral para la indicación de existencia de tensión está siempre por debajo del 45% de la tensión nominal del sistema.

La instalación de PVI será apropiada tanto si el sistema está desconectado, para el mantenimiento, o energizado, utilizando una pértiga aislada. PVI contribuirá sin duda alguna a la localización de averías y a otras tareas, y proporcionará más seguridad en los ensayos de tensión para las aplicaciones de conexión a tierra.

Jan Czyżewski

Maciej Wnęk

Marek Florkowski

ABB Corporate Research

Krakow, Polonia

jan.czyzewski@pl.abb.com

Thomas Liljenberg

ABB Corporate Research,

Västerås, Suecia

thomas.liljenberg@se.abb.com

Kurt Kaltenegger

ABB Power Technology Products

Management Ltd

Zurich, Suecia

kurt.kaltenegger@ch.abb.com