

Trazabilidad metrológica en la calibración de los ensayadores de rigidez dieléctrica de fluidos aislantes para alta tensión

Javier López ⁽¹⁾, Pascual Simón ^{(1),(2)}, Eva María Rubio ⁽²⁾

⁽¹⁾Centro Tecnológico de Alta Tensión y Metrología del Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia (LCOE) de la F2I2.

⁽²⁾ETS de Ingenieros Industriales de UNED .

⁽¹⁾ javier.lopez@ffii.es 616 118 183

RESUMEN: Se presentan las características técnicas de los patrones de transferencia compactos para la calibración de chispómetros y la técnica de calibración más adecuada, de modo que se garantice la correcta calibración, según las normas IEC 60060-2 [1] e IEC 60156 [2], y la trazabilidad metrológica de las medidas a los patrones nacionales de alta tensión, mantenidos en España por el LCOE, Laboratorio Asociado al CEM.

1. INTRODUCCIÓN

La rigidez dieléctrica de los líquidos aislantes empleados en los equipos de alta tensión, como los transformadores de potencia, es esencial para garantizar la seguridad de las personas y de las propias instalaciones. Según la práctica de mantenimiento y monitorización de estas instalaciones y lo establecido en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, RD 337/2014 [3], la rigidez dieléctrica de estos líquidos se verifica periódicamente, tomando para ello muestras de los aparatos en servicio y utilizando chispómetros de uso muy extendido en el sector eléctrico. Las técnicas de calibración en alta tensión de los chispómetros deben adaptarse a las normas IEC 60060-2 [1] e IEC 60156 [2]. El objeto de este trabajo es describir las técnicas de calibración desarrolladas en el LCOE, que garantizan la trazabilidad metrológica de las medidas a los patrones nacionales de alta tensión, mantenidos en España por el LCOE, Laboratorio Asociado al CEM

2. DESARROLLO/DESCRIPCIÓN

Los chispómetros constan de una célula con dos electrodos, capaz de albergar la muestra de líquido a ensayar, generalmente un aceite dieléctrico, y una fuente de alta tensión que genera y mide una tensión alterna creciente hasta alcanzar la ruptura dieléctrica del aceite.

La calibración de los chispómetros presenta varios retos importantes: 1) los electrodos que generan alta tensión están aislados de tierra, lo que impide utilizar divisores convencionales que requieren conexión con tierra; 2) no deben calibrarse con patrones que consuman una corriente significativa, ni con condiciones de calibración distintas de las de funcionamiento real y; 3) cómo conectar los patrones de alta tensión, ya que los electrodos están sumamente próximos, con tensiones de hasta 100 kV eficaces. Todas estas dificultades propician que, en muchas ocasiones, los chispómetros se verifiquen o calibren de forma incorrecta o sin garantizar la trazabilidad de las medidas. Un método que garantiza cumplir con estos requisitos consiste en emplear patrones de transferencia compactos, calibrados a su vez empleando un circuito de tensión combinada, según la Figura 1.

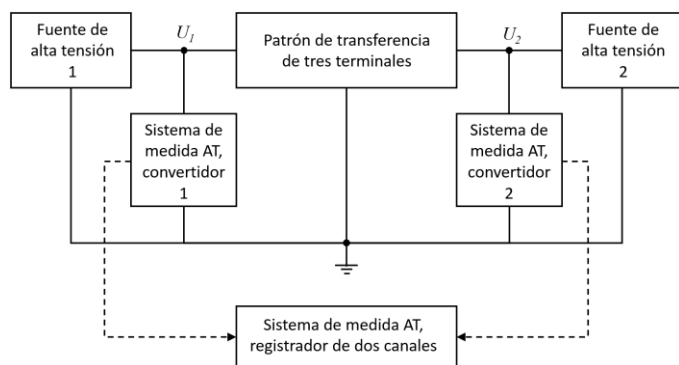


Figura 1. Circuito de alta tensión combinada, $U = U_1 - U_2$

Estos patrones de transferencia compactos deben adaptarse a las dimensiones del chispómetro y aportar una carga similar a la de una célula rellena de aceite dieléctrico, tal y como recoge la norma IEC 60156, lo que implica cargar al ensayador con una impedancia capacitiva o resistiva de alto valor óhmico. No se considera apropiado el empleo de transformadores inductivos para la calibración de los ensayadores, ya que la carga aplicada durante la calibración debe ser equivalente a la que será aplicada durante su operación normal en los ensayos de rigidez. La configuración geométrica de la célula de ensayo, compuesta por dos electrodos enfrentados en presencia de un dieléctrico, puede modelarse mediante un condensador o una resistencia de alto valor, en consecuencia, si el sistema de medida que incorpora el ensayador es sensible a la carga, el empleo de transformadores inductivos podría implicar un sesgo en las mediciones.

Los patrones de transferencia compactos se deben calibrar a su vez con patrones de referencia de alta tensión que estén aprobados según la norma IEC 60060-2, y con trazabilidad a los patrones nacionales de alta tensión, quedando garantizada, de esta forma, la trazabilidad metrológica de las medidas. Un requisito específico en estas calibraciones es el

empleo de un circuito de alta tensión combinada, con objeto de que el reparto del campo eléctrico durante la calibración del patrón de transferencia sea equivalente al que estará presente durante su uso como patrón, conectado entre ambos electrodos activos del ensayador de rigidez.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los procedimientos de calibración y sistemas de referencia desarrollados por el LCOE proporcionan trazabilidad hasta los patrones nacionales de alta tensión a frecuencia industrial, en primer lugar, para los patrones de transferencia compactos, y a continuación a los chispómetros y las medidas de rigidez dieléctrica realizadas con estos, siguiendo el esquema mostrado en la Figura 2.

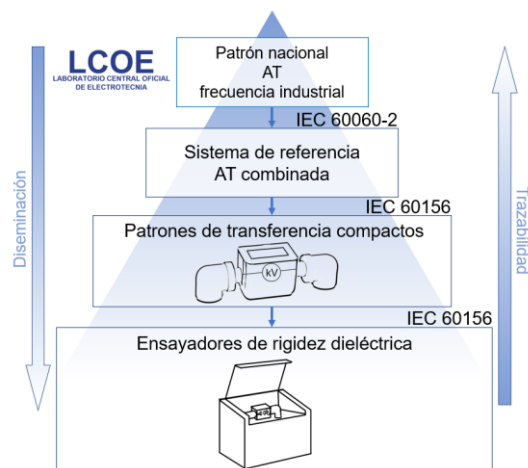


Figura 2. Trazabilidad en las medidas de rigidez dieléctrica

El LCOE ha diseñado sendos patrones de transferencia, con impedancia capacitiva y resistiva de alto valor, con objeto de garantizar que la carga aplicada al ensayador durante la calibración resulte equivalente a la que se aplicará durante la operación normal de estos equipos.

El empleo del sistema de alta tensión combinada desarrollado en el LCOE permite la calibración de los patrones de transferencia en condiciones equivalentes a las de su uso, en presencia de dos electrodos activos, garantizando un reparto del campo eléctrico homogéneo en ambas situaciones.

4. CONCLUSIONES

- La calibración de los ensayadores de rigidez y sus patrones de transferencia deben cumplir las normas IEC 60060-2 [1] e IEC 60156 [2].
- El procedimiento de calibración desarrollado por el LCOE se basa en las normas de aplicación, garantizando la trazabilidad a los patrones nacionales de alta tensión.
- Los patrones de transferencia diseñados por el LCOE y el sistema de alta tensión combinada permiten la calibración de los ensayadores y los patrones de transferencia en condiciones equivalentes a las de operación.

5. REFERENCIAS

- [1] IEC 60060-2:2010 High-voltage test techniques - Part 2: Measuring systems.
- [2] IEC 60156:2018 Insulating liquids. Determination of the breakdown voltage at power frequency. Test method.
- [3] Real Decreto 337/2014, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.