

Una "GUIA" PARA EL USO DE SIMULACIONES DE PRUEBAS DE LABORATORIO PARA AUMENTAR LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA

Autoria:
Sergio Feitoza Costa

Empresa:
COGNITOR – Consultoria, P&D e Treinamento Ltda.

Email: sergiofeitoza@cognitor.com.br Site : www.cognitor.com.br

Palabras clave: IEC, IEEE, Ensayos, Certificación, Simulación, paneles, tableros, embarrados, canalizaciones, laboratorios de pruebas eléctricas, alta potencia, arco interno, fuerzas electrodinámicas, calentamiento, corrientes de corta duración y cresta, IEC 61439, IEC 61271-200

1) INTRODUCCIÓN

¿Qué es mejor para los países que tienen una industria para la fabricación de equipos para subestaciones, pero no tienen un laboratorio de pruebas para ponerlos a prueba. Utilizar simulaciones o hacer nada ¿El uso organizado de las simulaciones de pruebas eléctricas es una solución posible, realista y cada vez más bien aceptada.

Hace unos años comenzó a aumentar las compras en las tiendas virtuales en Internet. Muchos decían que no iba adelante, porque no se podía ver el producto y no era seguro. Hoy en día cada vez más personas hacen compras o transacciones bancarias virtuales a través de Internet. Los productos son más baratos, las compras más rápidas y los problemas que se presentan se resuelven en la medida que los reglamentos son mejorados por la experiencia del uso.

En 2007 presenté el artículo a respecto del tema "...equipos de transmisión y distribución: falta algo en las normas IEC y en las especificaciones de usuarios" en el Coloquio Técnico Internacional del CIGRE". Las primeras reacciones a la idea de sustituir las pruebas por las simulaciones de laboratorio fueron similares a las reacciones a las primeras compras virtuales. Estoy convencido de que las simulaciones, en mediano espacio de tiempo, serán la regla y no la excepción.

Lo digo con la experiencia de quien por 25 años, ayudó a diseñar, construir, operar y administrar los principales laboratorios de pruebas de alta potencia y alta tensión en Brasil. Durante muchos años he sostenido que las pruebas de laboratorio no pueden ser reemplazadas por las simulaciones. He cambiado de opinión después de validar las simulaciones y darme cuenta de que muchas pruebas reales pueden ser reemplazadas y con beneficios. Hay laboratorios internacionales preparándose para esto.

Sustituir los ensayos por cálculos o simulaciones no es idea nueva. Se aplica desde hace décadas en las normas como IEC 60076 - Transformadores de Potencia (pruebas de cortocircuito), IEC 61439 (conjuntos de aparatos de baja tensión - "switchgear") y la IEC 60439.

La IEC 61439 es posiblemente la más avanzada norma mundial en el uso de conceptos innovadores. Ella da un paso adelante en la sustitución de las pruebas hechas en laboratorios por las simulaciones y por las llamadas "reglas de diseño". El concepto es que si un equipo es parecido con otro equipo ya probado en laboratorio atendiendo a ciertas reglas no se necesita testarlo. Por ejemplo, para ensayos de calentamiento, la norma permite que el ensayo no sea realizado si el nuevo equipo tiene volumen de aire mayor o menos watts internos porque va a calentar menos que el que ya fue probado. El TTA / PTTA fue reemplazado por algo mucho más amplio.

Puede ser utilizado simulaciones también si el equipo supera la capacidad de ensayo de los laboratorios (por ejemplo interruptores de interruptores o seccionadores). Hay un trabajo en progreso en la IEC para la extensión de la validez de las pruebas de tipo en equipos de alta tensión (31 WG / SC 17C).

Evitar la realización de pruebas dentro de las reglas del sentido común ahorra recursos de la sociedad y da lugar a productos de menor costo. Las simulaciones son también una manera de minimizar los efectos del tiempo de espera y el costo de las pruebas de laboratorio. Los países en desarrollo son los que más pueden ganar con simulaciones o con conceptos tales como IEC 61439.

La mayor parte de las normas IEC se estableció hace décadas bajo la visión de que "todo debe ser probado." Esto tiene que ver con el hecho de que los participantes con mayor frecuencia en las reuniones que se realizan en las normas IEC son los fabricantes internacionales más importantes. Ellos tuvieron la visión, el mérito y los recursos para construir en el pasado laboratorios para desarrollar sus propios productos. Es poco probable que cualquier uno que tenga sus propios laboratorios y equipos ya probados vengan a promover ideas como las simulaciones que pueden tornar más competitivos los fabricantes de pequeñas y medianas empresas. Entonces estos últimos es que deben tratar de actuar para crear una guía como la que aquí se propone

Otra motivación para la Guía es que, por ejemplo, en América del Sur, el acceso a los laboratorios es el mayor obstáculo para la calificación de los productos. En Brasil hay una estructura de laboratorio para apoyar la industria eléctrica. Esto funcionó bien durante unos 20 años y luego se estancó en términos de capacidad. Hay iniciativas en marcha para aumentar la capacidad de laboratorio en Brasil, pero los resultados se deben tomar de 3 a 4 años.

Aquí viene el tema principal de este artículo que es la propuesta de utilizar simulaciones para minimizar los efectos de la falta de laboratorios de ensayo.

2) DIRECTRICES PARA EL USO DE SIMULACIÓN PARA REEMPLAZAR ALGUNAS PRUEBAS DE ALTA POTENCIA ESPECIFICADAS EN LAS NORMAS TECNICAS DE PRODUTOS

El camino hacia el uso sistemático de las simulaciones es a través de una "guía" con el formato de "normas horizontales" de la IEC. La siguiente propuesta fue preparada por el autor del artículo y enviada a la CB-3 (Electricidad) de la ABNT – Asociación Brasileira de Normas Técnicas en abril de 2011.

La propuesta fue enviada con el apoyo de más de 20 empresas que desean participar en las reuniones del grupo de trabajo. Entre estos están 15 fabricantes de equipos de altas y bajas tensiones, especialmente de conjuntos de apartamentos ("switchgear"), laboratorios de ensayo, grupo de certificación, concesionarias de energía eléctrica y grandes usuarios.

Para que la propuesta pueda avanzar es necesaria la evaluación de la ABNT sobre el tema. Es necesario saber si la ABNT considera el Guía relevante para el sector eléctrico en Brasil. Si considerar es necesario crear un grupo de trabajo para crear la guía

Através deste artigo o autor envia a sugestão para outros comitês de normalização em outros países. A proposta completa, pode ser lida em. Um resumo do Guia proposto está descrito a seguir e sugestões para melhoramentos são benvindas.

A través de este artículo, el autor envía una sugerencia a los comités de normalización en otros países, principalmente en América del Sur. La propuesta completa se puede leer en http://www.cognitor.com.br/GUIDE_Simulations_v0_October2010.pdf o en http://www.cognitor.com.br/Proposta_Guia_ABNT.htm

Un resumen de la Guía se describe a continuación y sugerencias son bienvenidas.

2.1) PREFACIO (de la Guía)

Ensayos de tipo en el laboratorio son la forma más eficaz para comprobar si un producto cumple con las especificaciones técnicas pertinentes de la norma. Ensayos de alta potencia eléctrica como el de arco interno, de calentamiento o de las corrientes soportables de corta duración y la cresta son costosos y requieren un largo tiempo de preparación.

Técnicas de simulación de ensayos se utilizan para predecir los resultados de algunos tipos de pruebas y permiten obtener información más completa de la que se puede obtener en el laboratorio. Las simulaciones se pueden aplicar en diferentes situaciones como:

- (a) para evitar ensayar un equipo de características similares a otro equipo ya probado
- (b) para evitar la duplicación de pruebas en los procesos de certificación de productos, cuando se hacen pequeños cambios en un producto ya certificado.
- (c) para reemplazar el SF6 por aire en las pruebas de arco interno hechas en equipos aislados en SF6.

Dentro de ciertos límites, se puede utilizar la simulación para extrapolar los resultados de una prueba de laboratorio hecha en un cierto equipo para otro no probado que tiene construcción similar.. Esto se puede hacer de forma más fácil o más complejas, dependiendo del tipo de prueba o ensayo.

Para pruebas de calentamiento la simulación es fácil de realizar y validar. Mismo con los métodos simplificados se puede llegar a valores calculados muy cerca de los valores obtenidos en las pruebas en laboratorio.

Para las pruebas de arco interno en conjuntos de apartamentos, celdas, canalizaciones y otros equipos la tarea es más compleja, pero posible. El que se debe verificar son los efectos de las sobrepresiones que se producen durante el arco y la posibilidad de quemar las personas en las inmediaciones por los gases calientes o partículas sólidas. La evolución de la sobrepresión en el tiempo es el agente principal para el suceso o fracaso en la prueba.

En las pruebas de corrientes soportables de corta duración y cresta verificase la soportabilidad de aislantes y conductores frente a los efectos de las fuerzas electrodinámicas que se producen durante un corto circuito. Calcular las fuerzas y tensiones mecánicas no es tan complejo, pero su medición es difícil. Sin embargo, los métodos de cálculo se han utilizado durante décadas y son bien aceptados en los medios técnicos.

La única dificultad para validar los métodos de simulación de las pruebas eléctricas es que algunas mediciones simples que no están especificados en las normas IEC. Faltan informaciones fiables para la comparación entre resultados de ensayos y simulaciones. La mayoría de los laboratorios no hace las mediciones que no se le pide en las normas técnicas, aunque es simple de hacer. No obstante, algunos lo hacen sin costes adicionales cuando sea solicitada antes por el cliente.

El propósito de esta Guía es proporcionar directrices para el uso sistemático de las simulaciones y cálculos, en las normas técnicas, utilizables para reemplazar algunas pruebas de laboratorio en situaciones donde el sentido común resulta ser razonable para hacerlo. Muestra los parámetros que deben ser registrados en el ensayo de laboratorio para permitir el uso futuro de las simulaciones en la extrapolación de los resultados de las pruebas. La Guía también indica los valores típicos de tolerancias aceptables para los valores calculados en comparación con los resultados de las pruebas de laboratorio.

2.2) ALCANCE (de la Guía)

La Guía ofrece orientaciones para el uso de simulaciones y cálculos en la sustitución de las pruebas de laboratorio en algunas situaciones específicas. El más común es la extrapolación de los resultados de los ensayos ya efectuados en un cierto equipo, para predecir los resultados de la misma prueba en otro equipo de características similares pero que no ha sido probado.

El uso de simulaciones para reemplazar pruebas de laboratorio sólo es posible si se especifican las mediciones de ciertos registros en las normas de producto y, por tanto, están disponibles en el informe de la prueba. Esta Guía describe las mediciones mínimas y registros fotográficos, que deben ser hechas y registradas en los informes de ensayo emitidos por laboratorios. Las mediciones y los registros son de bajo costo y fácil realización.

Estas mediciones y registros, además de hacer la prueba reproducible permiten aún más el uso de la información en las simulaciones posteriores y ayudan a los usuarios a identificar si el producto vendido es similar a lo que se ha sido probado en el laboratorio. Son presentados ejemplos de datos de entrada y de los resultados obtenidos para su uso como de calibración y para demostrar si la simulación es aceptable o no.

No es un objetivo de esta Guía presentar los métodos de cálculo para la simulación de las pruebas. Se considera que un modelo o método es aceptable cuando se producen resultados que puedan ser validados dentro de tolerancias aceptables y, además, la validación se puede demostrar de forma objetiva y transparente para los usuarios.

Aunque los conceptos presentados son aplicables a cualquier producto eléctrico las aplicaciones más visibles ocurren en los siguientes equipos de alta y baja tensiones: tableros, celdas, conjuntos de apartamentos, canalizaciones, interruptores, seccionadores, reconectores automáticos, fusibles y transformadores.

2.3) DEFINICIONES (de la Guía)

2.3.1 - Simulación o cálculo para sustituir a una prueba de laboratorio y tolerancias.

Uno método utilizado para predecir dentro de una cierta tolerancia, los resultados que se producirían en las pruebas de laboratorio especificadas en la norma. Los valores aceptables de tolerancia de los resultados de la simulación, en comparación con los resultados de las pruebas de laboratorio son los siguientes:

Tipo de prueba	Parámetro para comparar	Valores típicos de tolerancias
Prueba de calentamiento	Elevaciones de temperatura en partes de sólidos y fluidos	1% a 5%
Prueba de arco interno	Sobrepresión en el compartimiento (cresta y duración)	5% a 10%
Prueba de corrientes soportables de corta duración y cresta	Fuerzas electrodinámicas y tensiones mecánicas	5% a 15%

2.3.2 - Norma de producto.

Norma que cubre un determinado producto o grupo de productos relacionados, por ejemplo, IEC 62271-200 (conjuntos de apartamentos de media tensión) o IEC 61439.

2.3.3 - Reproducibilidad del método de cálculo o de una simulación o de una prueba de laboratorio

La capacidad de obtener, para un determinado conjunto de datos de entrada, los mismos resultados de la prueba o de la simulación en diferentes momentos o en diferentes laboratorios.

2.3.4 - Validación de un método de simulación o de cálculo.

Método de comparación entre los resultados mostrados en un informe de pruebas bien documentado emitido por un laboratorio de pruebas y los resultados de la simulación. El método de simulación es aceptable desde el punto de vista del usuario cuando es reproducible y muestra una diferencia en relación a los resultados de las pruebas de laboratorio menos que una tolerancia aceptable.

2.3.5 - Datos que deben ser registrados en las pruebas de calentamiento hechas en laboratorios.

El equipo es aprobado en la prueba si el aumento de la temperatura de sus partes no excede ciertos límites dictados por las propiedades de los materiales conductores, materiales aislantes, fluidos y partes accesibles. La IEC TR 60943 y la IEC 60.890 son útiles para la comprensión de los conceptos.

Los datos a registrar en los informes a través de textos, fotografías y dibujos son los siguientes:

- La corriente eléctrica y la disipación de potencia total en el interior del compartimiento del fluido.
- La resistencia total por fase y las resistencias significativas tales como los contactos de los interruptores, seccionadores y fusibles.
- Los materiales utilizados en las piezas conductoras y aislantes
- Los tipos de revestimientos de contactos y conductores tales..
- El fluido que rodea los componentes en un compartimiento y su temperatura (por ejemplo, en el fondo, en la parte superior y a 50% de la altura de la caja). Incluyese el volumen del fluido.
- La velocidad de flujo de fluidos y las áreas de entradas y salidas de ventilación, así como la existencia de dispositivos que se cierran cuando ocurre un arco interno
- El número de particiones horizontales en el interior del compartimiento y si es relevante para la prueba la posición relativa del equipo en relación con las paredes, techo y equipos vecinos (tal como se presenta en los principios de la norma IEC 60890)

2.3.6 - Datos que deben ser registrados en las pruebas de arco interno hechas en laboratorios.

El equipo es aprobado en las prueba si los efectos de la sobrepresión provocada por el arco no conduce a riesgos potenciales para las personas en las proximidades. Los aspectos a considerar y métodos de evaluación se muestran en documento correspondiente, por ejemplo, la IEC 62271-200 o el IEC TR 61641.

La curva de la sobrepresión en relación al tiempo es crucial para el buen o mal desempeño en la prueba y debe ser registrada. Los datos que afectan a la prueba y los resultados de las simulaciones son los siguientes:

- La corriente eléctrica y los materiales de los conductores y partes aislantes
- El fluido que rodea al equipo en el compartimiento y su volumen.
- La posición y la geometría espacial de los conductores y el área del dispositivo de sobrepresión y su velocidad de apertura.
- Áreas de dispositivos de entrada y de salida para la ventilación y dispositivos que la cierren el cierre en el momento de un arco interno
- La posición relativa de los equipos en relación con las paredes y el techo.

2.3.7 - Datos que deben ser registrados en las pruebas de corrientes soportables de corta duración y cresta.

El objetivo de la prueba es verificar la soportabilidad de aislantes y conductores a los efectos de las fuerzas electrodinámicas en que se producen durante un corto circuito sin arco. La comprobación se realiza mediante la inspección visual y comparándose la resistencia eléctrica por fase antes y después. Los datos a registrar en los informes a través de textos, fotografías y dibujos son los siguientes:

- La corriente eléctrica y los materiales utilizados en los conductores y partes aislantes
- La resistencia mecánica a las cargas de tracción, compresión y flexión de los aisladores de apoyo y similares
- La posición y la geometría espacial de los conductores, así como las principales resistencias eléctricas
- Si hay deformación permanente perceptible de conductores y otras partes deben ser registradas en fotos y sus dimensiones máximas deben ser estimadas y registradas en los informes de ensayo.

2.4) PROCEDIMIENTOS DEL TRABAJO

Cuando se trata de la utilización de simulaciones y cálculos para la sustitución de las pruebas de laboratorio especificadas en las normas de producto, las comisiones que las preparan deben seguir las disposiciones de esta Guía, que se va a utilizar en conjunción con las políticas ISO / IEC.

El estado de la técnica de simulación y los valores aceptables de tolerancia deben ser reevaluados en el

mantenimiento de las normas.

Comisiones desarrollando de normas de productos, que traten de temas cubiertos por esta guía, guía deben incorporar esta Guía en sus propias publicaciones.

1) **COMENTARIOS FINALES**

Esta idea original de implementar el Guía fue enviado formalmente a la Comisión Brasileña para la Normalización (ABNT CB-3) en abril de 2011 con el apoyo de más de 20 empresas, la mayoría, fabricantes de conjuntos de apartamentas.

También se está enviando como sugerencia a otros organismos de normalización en los países de América del Sur y otras partes del mundo.

En algunos países de América del Sur que tienen poca disponibilidad de los laboratorios pero cuentan con una industria creciente de equipos eléctricos y de buen nivel de comprensión de la importancia de contar con equipos calificados esta guía podría aplicarse muy rápidamente como una norma nacional.