



Experiencia de la ITAIPU Binacional en ensayos de descargas parciales realizadas en un aislador de salida de líneas tipo SF6/aire de 550 kV

Domingo Maldonado / Jaime Suné / Claudio Moraes

Itaipú Binacional

Paraguay / Brasil

RESUMEN

Los ensayos de descargas parciales (PD) se realizan para verificar el estado general de las aislaciones sólidas, estas, pueden tener defectos introducidos durante la fabricación que producirían, una vez energizados, pequeñas descargas internas que posteriormente conducirían a la falla del equipo por el incremento de la intensidad y la energía envuelta en las descargas que van degradando la rigidez dieléctrica del material aislante.

Las mediciones de descargas parciales en los equipos (transformadores, aisladores de alta tensión, etc) son realizados para: 1) verificar si las descargas parciales a una tensión determinada no son superiores a los valores especificados, 2) verificar los valores de tensión ascendentes para los cuales inician las descargas y las tensiones descendientes para los cuales ellas se extinguen, 3) determinar la intensidad de las descargas parciales con una tensión especificada.

Para realizar los ensayos son tomados en cuenta varias consideraciones técnicas y la mayoría de ellas tienen en cuenta las características y las disposiciones físicas de los equipos en los laboratorios de alta tensión. Muchos factores externos pueden interferir en la ejecución del ensayo de descargas parciales; muchas veces en un ambiente fabril o inclusive en laboratorios de investigaciones y desarrollos, nos encontramos con inconvenientes que pueden perjudicar la realización de los ensayos de descargas parciales, inconvenientes debido a causas tan simples algunas y complejas otras pero que influyen de manera considerable en los resultados esperados.

El presente artículo describe la experiencia de la ITAIPU binacional en los ensayos de descargas parciales en un aislador de alta tensión tipo SF6 /aire 550 kV, realizados en dos laboratorios de Europa y en un laboratorio del Brasil. En las mismas son descriptos los principales inconveniente encontrados y las soluciones implementadas.

PALABRAS CLAVES

Laboratorios de Alta tensión, condiciones de laboratorios, mediciones de descargas parciales, aisladores de alta tensión.



X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

1. INTRODUCCIÓN

Durante los ensayos de descargas parciales existen muchas condiciones externas que influyen en los resultados esperados, es obligación del laboratorista asegurar las condiciones técnicas adecuadas en su estructura y definir los métodos apropiados para la calibración y medición de la intensidad de descargas parciales en los equipos eléctricos de alta tensión, de manera que las medidas obtenidas sean confiables y posibiliten al inspector tomar la decisión correcta respecto a la aceptación o no del equipo ensayado, así como la verificación de su calidad.

Muchos factores externos pueden interferir en la ejecución del ensayo de descargas parciales. Muchas veces en el ambiente de fábrica e inclusive en laboratorios de investigación y desarrollo, es posible encontrar eventos e inconvenientes que puedan perjudicar la realización del ensayo de descargas parciales. Se cita a continuación algunos de ellos:

- a) Funcionamiento de máquinas industriales en ambientes cercanos al área de ensayos.
- b) Movimiento de pórticos
- c) Descargas en objetos ubicados en el área de ensayos sin la suficiente separación del circuito de ensayos.
- d) Descargas parciales generadas por la propia fuente utilizada para alimentación del circuito de ensayos.
- e) Dispositivos de equipotencialización de campo eléctrico mal posicionados o de geometría inadecuada.
- f) Posicionamiento inadecuados de los elementos componentes del circuito de ensayos (por ejemplo: divisores capacitivos muy próximos de las paredes metálicas del laboratorio)
- g) Conexiones eléctricas entre elementos del circuito de ensayos (divisores capacitivos, fuente auxiliar de alimentación) realizadas a través de conductores inadecuados.

El blindaje electromagnético del ambiente de laboratorio es una condición importante para conseguir resultados satisfactorios en los ensayos de descargas parciales.

Laboratorios con paredes laterales o techos sin esos requisitos pueden presentar dificultades para la realización adecuada de los ensayos.

Por otro lado, un laboratorio en el cual el sistema de puesta a tierra está mal dimensionado puede representar también inconvenientes a la hora de realizar los ensayos.

Muchos de los factores citados más arriba fueron constatadas por el equipo de ITAIPU durante los ensayos en varios tipos de equipos (transformadores, aisladores, etc).

La norma IEC 60.270 [1] establece que el ruido de fondo presente en el laboratorio debe ser como máximo 50% del valor que se quiere medir en un equipo. Esta condición muchas veces, no son atendidas por los laboratorios en las que ITAIPU estuvo presente, y en todos los casos

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

fueron solicitados mejoras en las condiciones o cambio de laboratorio para proseguir con los ensayos.

También durante los ensayos se pueden obtener muchas señales en forma de ruido, interferencias, etc., los cuales deben ser investigados y corregidos. Esta tarea no es fácil, puesto que en gran medida depende de la experiencia y el conocimiento del responsable / especialista por la conducción de los ensayos de descargas parciales.

Generalmente las alternativas para eliminar las interferencias tienen un enfoque empírico y depende mucho de la práctica del laboratorista de alta tensión.

El ensayo de descargas parciales, por su naturaleza, aspectos técnicos envueltos, contingencias, circuitos de ensayos empleados puede tener un tiempo previsto de realización muy diferente al planificado debido a las divergencias que podrán surgir.

La elección del circuito a ser utilizado, el método de calibración de los equipos y las condiciones estructurales del laboratorio, son determinantes para que el ensayo de medición de intensidad de descargas parciales sea realizado de manera satisfactoria.

2. ENSAYOS DE DESCARGAS PARCIALES EN AISLADOR SF6/AIRE 550 KV

2.1 Ensayos en el laboratorio del fabricante (Alemania)

El aislador es del tipo SF6/aire, 550 kV, utilizadas en ITAIPU para dos fines: salidas de líneas de la Subestación aislada a gas SF6 y ensayos dieléctricos en transformadores.

Los padrones establecidos por la norma de referencia para aisladores establecen una descarga parcial máxima de 10 pC (las especificaciones de ITAIPU establecen de manera más estricta los valores en 5 pC).

Durante la verificación de la intensidad de las descargas parciales, en la etapa de 476 kV, presentó valores de descargas parciales de 8,5 pC y en 580 kV, valores de 30 pC, figura 1.



Figura 1: Aislador ensayado en el laboratorio del proveedor

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012

Por los valores observados este aislador no estaría en condiciones de pasar el ensayo de descargas parciales por la que debe iniciarse las investigaciones para identificar el origen de las descargas, en caso de que no sea el propio objeto de test.

Según el fabricante el ruido es originado por la propia fuente de tensión del laboratorio y no posee condiciones de mejorar el valor medido, por tanto antes de que ITAIPU rechace el equipo propusieron realizar los ensayos en otro laboratorio.

1.2 Ensayos en un laboratorio de Suiza

Trasladado el aislador fue montado el circuito de ensayos, midiéndose un ruido de fondo menor que 1,3 pC (esperado 50% de valor a medir que es 5 pC, es decir, 2,5 pC), este laboratorio establece las condiciones óptimas para determinar el verdadero valor de la descarga parcial del equipo, en toda las fajas de tensiones y hasta la tensión de ensayo 600 kV los valores de descargas parciales permanecieron inferiores a 2 pC.

Con estos valores se comprueba que realmente las descargas en el aislador son muy bajas por lo tanto el equipo es aceptado, la disposición de equipos para ensayos se puede observar en la figura 2.



Figura 2: Aislador siendo ensayado en un laboratorio de Suiza

Luego de trasladar el aislador al Brasil se realizó más un ensayo de descargas parciales previendo cualquier inconveniente de transporte en un laboratorio del Brasil, y en este laboratorio se vivió una experiencia única en materia de readecuación de circuitos e investigación de fuentes de ruidos para realizar el ensayo correctamente.

1.3 Ensayos en un laboratorio del Brasil

En el laboratorio fue preparado un circuito de ensayo donde los equipos de test son interconectados por tubos de aluminio flexibles, ver figura 3.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012



Figura 3: Conexión de equipos de test

En esta etapa estando la tensión en 400 kV, fueron medidos 80 pC de descargas parciales. Fue necesario realizar diversas investigaciones, modificaciones en el circuito de ensayos y alrededores de tal manera a comprobar que las descargas ocurren fuera del objeto ensayado y que realmente no es una falla del equipo.

A continuación se citan algunas de las medidas implementadas en el laboratorio:

- a) Sustitución del toroide anticorona localizado en la parte superior del aislador por uno de mayor diámetro.
- b) Retirada del pórtico utilizado para transportar equipos pesados en el laboratorio.
- c) Reposicionamiento de la fuente de AC, divisor de tensión resistivo, fue separado de la pared donde estaban inicialmente ubicados.
- d) Retirada de todos los objetos metálicos en las cercanías del circuito de ensayo
- e) Sustitución de todos los electroductos flexibles de aluminio, diámetro de 15 cm, utilizados en las conexiones aéreas entre el capacitor de acoplamiento, fuente variable de tensión, aislador bajo test y divisor resistivo por otros electroductos rígidos de aluminio de 4 pulgadas de diámetro.
- f) Limpieza general de la parte externa del aislador.
- g) Verificación de la fijación de todos los elementos del circuito de test
- h) Limpieza de todos los tubos de aluminios

Fue utilizado un detector ultrasónico acústico móvil para auxiliar en las investigaciones de las causas de los ruidos medidos.

Luego de las mejoras realizadas, ver figura 4, fue aplicado una tensión de 476 kV en el aislador bajo ensayo, y los valores de descargas parciales medidos fueron menores a 10 pC y el ruido de fondo menor a 5 pC.

X SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
19, 20 y 21 de setiembre de 2012



Figura 4: disposición final de equipos en el laboratorio del Brasil

Si bien los valores medidos atienden las especificaciones de la norma, no atiende la de ITAIPU, pero llevando en cuenta todo el proceso de investigación realizado en el laboratorio del Brasil además de los ensayos realizados satisfactoriamente en Europa, y otros ensayos realizados de modo satisfactorio en el Brasil como impulsos atmosféricos, capacitancia y tangente delta, permitieron evaluar el estado del aislador y naturalmente aprobar todos los ensayos realizados en la misma.

No significa una tolerancia a la norma de ITAIPU si no que todo el proceso de investigación realizado demostraron que el origen de las descargas no es el objeto ensayado sino las condiciones del laboratorio, además estos valores son suficientes para demostrar que el aislador no ha sufrido daño durante el transporte, el cual fue el principal motivo de realizar un nuevo ensayo en el Brasil.

2. CONCLUSIONES

Las mediciones de descargas parciales y los inconvenientes que se pudieran encontrar durante los ensayos no son padronizados, depende de cada laboratorio, de los objetos ensayados y siempre debe buscarse la manera de poder identificar el origen de las descargas antes de aceptar o rechazar un equipo.

En este ensayo los criterios fueron estrictos buscando inclusive realizar los ensayos en los diversos laboratorios mencionados.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] IEC 60270 – High voltage test techniques. Partial discharge measurements, 1989.

[2] IEC 60137 – Insulated bushings for alternating voltages above 1000 V, 2003.