

Ensayos VLF (muy baja frecuencia) para cables de Media Tensión



Domingo Oliva Rodero
Técnico comercial
unitronics electric
doliva@unitronics-electric.com
www.unitronics-electric.es

Introducción

La fiabilidad demandada en generación y distribución eléctrica se está incrementando en los últimos años. Los defectos de aislamiento son la causa más común de fallo en equipos, aparataje eléctrica y cables. La realización de ensayos bajo un programa de mantenimiento programado, alargará la vida de nuestros equipos, minimizará el fallo y evitaremos inversiones innecesarias.

En el caso de problemas de aislamiento en cables, uno de los objetivos es detectar el desarrollo de arborescencias acuosas (water trees) antes de que se produzca un corte en el suministro eléctrico.

Perforación dieléctrica

Generalmente las causas de deterioro y rotura del dieléctrico en cables XLPE y PILC se producen por:

- 1.- Actividad de descargas parciales debidas a malas terminaciones o empalmes, daño superficial en la cubierta semiconductor y debido a impurezas o cavidades en el dieléctrico.
- 2.- Rotura térmica, debida a la sobrecarga y al calor que no puede ser disipado por los conductores.
- 3.- Rotura por perforación eléctrica producida en el aislamiento por estrés eléctrico.

Métodos de ensayo y diagnóstico para cables de Media Tensión

Los métodos disponibles para mantenimiento y diagnóstico en cables son los siguientes:

1. - Tangente de Delta.
2. - Descargas Parciales.
3. - Corriente de Fuga y ensayo de cubierta en corriente continua.

1. Tangente de Delta a baja frecuencia

A medida que el conductor va envejeciendo, se produce un incremento de pérdidas en el dieléctrico. La medida de Tangente de Delta, es un ensayo de corriente alterna que evalúa la calidad del dieléctrico.

El propósito de este ensayo es detectar arborescencias acuosas, y así, clasificar el aislamiento como excelente, normal o envejecido.



Fig 1. Formación de arborescencia acuosa a arborescencia eléctrica.

Podemos asimilar un cable eléctrico a un condensador. Por lo tanto, a mayor longitud del cable, mayor será su capacidad. Al aplicar una tensión de corriente alterna, la intensidad estará desfasada con respecto a la tensión 90 grados.

Con la aparición de arborescencias acuosas en el aislamiento del cable, este dejará de comportarse como un condensador puro, y comenzará a tener una pequeña resistencia en paralelo con la capacidad (ver fig 2.). El resultado es que la corriente ya no se encuentra a un desfase de 90 grados con respecto a la tensión. Este cambio es muy pequeño (menor de un grado), pero esta desviación hace que el cable empiece a no tener un comportamiento normal.

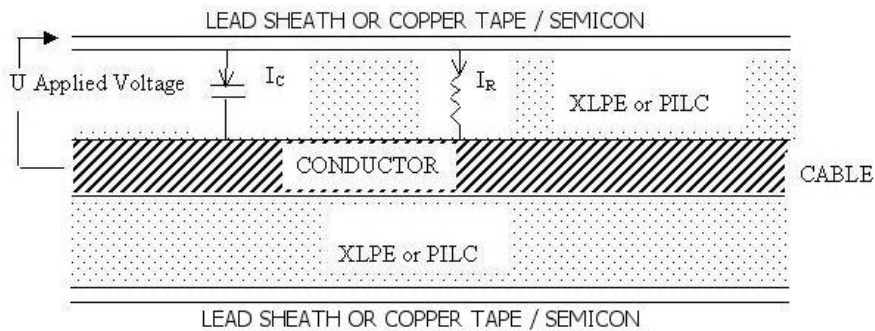


Fig 2. Diagrama eléctrico equivalente de un cable

Este cambio, por insignificante que parezca, es detectado por el ensayo de Tangente de Delta durante su diagnóstico. Al realizar el ensayo, se inyectarán distintas tensiones al cable, las cuales estarán ligeramente por debajo y por encima de la tensión de operación. Los cables con un aislamiento envejecido, tendrán valores altos de Tangente de Delta. Además, también se producirán cambios en estos valores, dependiendo de la tensión que se haya aplicado durante la prueba. Por otro lado, los cables con un buen aislamiento,

presentarán unos resultados bajos de Tangente de Delta, y sus valores, no tendrán apenas variaciones cuando el ensayo se realice a tensiones diferentes.

Para la realización del ensayo de Tangente de Delta, se necesita un generador de tensión de baja frecuencia. Existen dos razones, por lo que podemos considerar el ensayo a baja frecuencia como un buen recurso:

- 1.- El peso y el precio con respecto a equipos de ensayo a 50Hz.
- 2.- El incremento de sensibilidad y efectividad para la detección de arborescencias acuosas.

2. Descargas Parciales a baja frecuencia

Una descarga parcial se define como una descarga eléctrica localizada en el aislamiento. Es importante diferenciar, que una descarga parcial es una rotura parcial del aislamiento del cable y, por lo tanto, no sería detectable usando un método convencional de detección de faltas en cables.

Se pueden desarrollar desde distintas partes de un cable como por ejemplo, a través de una arborescencia eléctrica, empalmes, en la cubierta semiconductora, etc. Si estas descargas se produjeran en el aislamiento del cable, el fallo del cable será inminente.



Fig 3. Equipo de VLF con opción para tangente de delta y descargas parciales.

Los ensayos off line de descargas parciales realizados en los cables durante paradas programadas, pueden ser ejecutados a distintos niveles de tensión para detectar una o múltiples descargas parciales en distintas partes del cable.

La erosión en el aislamiento debido a actividad de descargas parciales, nos conducirá a un fallo inminente en cables XLPE. Sin embargo, debemos tener en cuenta, que existen materiales que son más resistentes a las descargas parciales que otros. Por ejemplo, las juntas y terminaciones, tienen una gran capacidad para aguantar descargas parciales, si lo comparamos con el aislamiento principal. Por lo tanto, es muy importante localizar la descarga parcial, para determinar si el fallo va a ser o no inminente.

Tradicionalmente el ensayo de descargas parciales se ha estado realizando en fábricas de cables para control de calidad. En estos últimos años, se ha avanzado mucho con respecto a esta tecnología, y se ha conseguido realizar ensayos satisfactorios en campo y en ambientes ruidosos.

Las arborescencias acuosas y eléctricas tienen diferentes propiedades, por lo tanto, los métodos de diagnóstico para detectarlos son distintos.

En muchos casos, cables con valores muy pobres de factor de disipación, indicarán la presencia de arborescencias acuosas, pero estos valores no nos advertirán de actividad de descargas parciales.

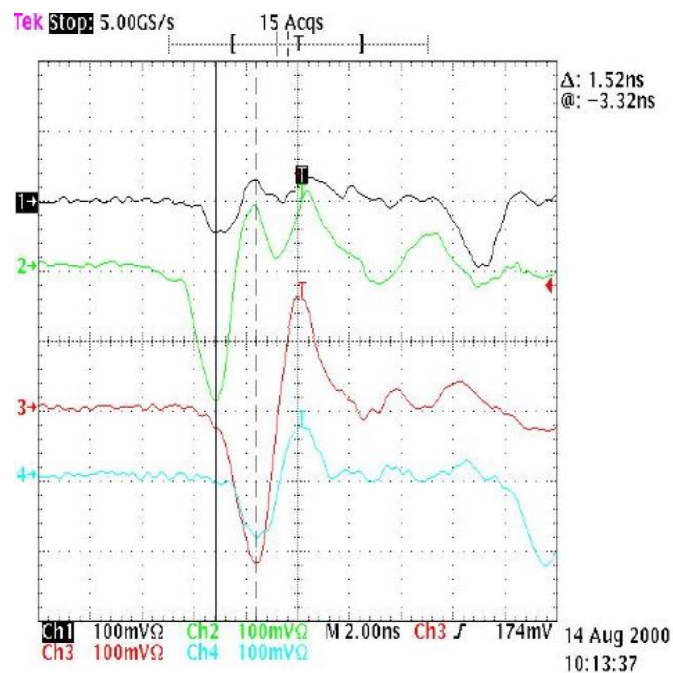


Fig 4. Problema de descargas parciales en un empalme.

3. Corriente de fuga y ensayo de cubierta en c.c.

La misión del ensayo de sobretensión, es evaluar el aislamiento para asegurarnos de que este no fallará cuando esté en servicio. Esta prueba, consiste en inyectar al aislamiento frente a tierra una tensión superior a la nominal y ver si este es capaz de soportar sobretensiones extraordinarias provocadas por cortes de red, aperturas de interruptores, etc.

El ensayo de corriente continua ha sido usado durante muchos años para ensayar cables PILC. Como herramienta de diagnóstico, tiene poco de significado, ya que obtenemos un valor de corriente de fuga, el cual será aceptado o no dependiendo del valor obtenido. Este ensayo es más conocido como "pasa o no pasa". En las terminaciones de cables tipo PILC el incremento

de pérdidas aumenta, y por lo tanto, también se produce un aumento de la corriente de fuga.

Este ensayo se ha estado utilizando para cables tipo XLPE, pero algunas investigaciones concluyen que es destructivo y puede provocar un envejecimiento prematuro en el aislamiento.

La cubierta exterior de los cables debe ser ensayada mediante este método por dos buenas razones:

- Para detectar erosiones y faltas a tierra.
- Para evitar que el agua se introduzca dentro de la parte semiconductora externa.

Es un ensayo sencillo de realizar y que hoy en día se sigue utilizando para realizar pruebas de aceptación.

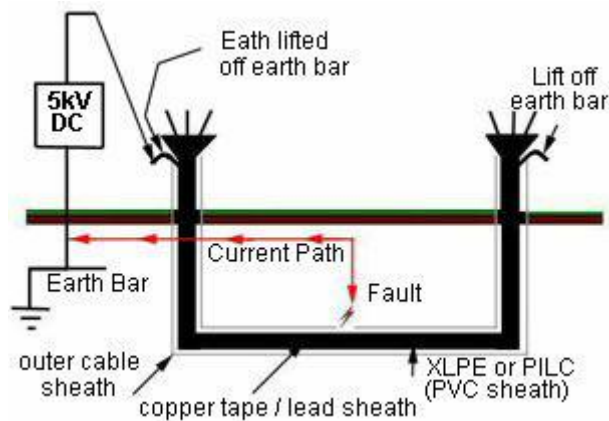


Fig 5. Ensayo de cubierta.

Ventajas del ensayo VLF

Principalmente las ventajas del ensayo de VLF son:

- Al ser una prueba en corriente alterna la forma de onda es sinusoidal.
- La forma de onda sinusoidal es simétrica con respecto a cualquier carga.
- Se realiza el mismo estrés en cables, juntas y terminaciones que en el ensayo a 50Hz.
- Permite realizar ensayo de Tangente de Delta
- Permite realizar ensayo de Descargas parciales.

- El peso de los equipos disminuye a más de la mitad, ya que se reduce la frecuencia de trabajo y la corriente de ensayo si lo comparamos con equipos de 50Hz, por lo tanto, se convierten en equipos portables y económicos.

Conclusiones

La evaluación del envejecimiento de cables de media y alta tensión, constituyen una herramienta muy útil y de vital importancia para las compañías eléctricas. El ensayo de VLF (baja frecuencia) para cables, se está aplicando para realizar puestas en marcha y diagnóstico mediante ensayos de Tangente de Delta y Descargas Parciales en líneas de media y alta tensión.

Las últimas investigaciones sobre estos ensayos avalan el uso de esta técnica aplicada a cables de media y alta tensión, máquinas rotativas, transformadores, etc.,