

LAS DESCARGAS PARCIALES EN CABLES DE ENERGIA

UN LENTO PERO EFECTIVO ENEMIGO INTERNO (Parte III)

INTRODUCCION:

El presente es un informe sobre las mediciones de descargas parciales realizadas a una muestra de cable unipolar, tipo XLPE 13,2KV, nuevo y sin uso; tomado del excedente de una bobina utilizada para un tendido subterráneo de un alimentador.



Este podría haber sido un informe mas, referido a un ensayo de cable; sin embargo, lo interesante y educativo del mismo, es la amplia divergencia entre los resultados obtenidos por medio de dos mediciones realizadas bajo diferentes procedimientos / tecnologías, ayudando también a tomar conocimiento de que un cable puede superar satisfactoriamente un ensayo de aislación, pero sin embargo poseer defectos propios del proceso de manufactura, que pasarían inadvertidos durante tal vez años, hasta el comienzo del colapso.

Cabe aclarar que los ensayos de descargas parciales (**IEC 60270/2000**), son complementarios y no sustitutivos de los ensayos de aislación (**ICEA S94-649-2000**).

CONCEPTOS CLAVES:

Para facilitar el análisis del presente informe es necesario al menos manejar dos conceptos claves, referidos a las mediciones de descargas parciales en cables de energía:

- El criterio de aceptación / rechazo de un cable.
- La calibración del sistema.

CRITERIOS DE ACEPTACION / RECHAZO DE UN CABLE, EN PRUEBAS DE LABORATORIO.

5 pC: EL NUMERO MAGICO:

Los ensayos de D.P. realizados en laboratorios para la aceptación de las partidas, requieren que las muestras no superen los 5 pc a la máxima tensión de ensayo especificada por norma (IEC).

Por lo tanto, el número 5 se transforma para algunos casos, en la barrera límite que define si un cable es apto o no para ser destinado al mercado.

Lo difícil de este concepto, es el poder llegar a interpretar que significan en realidad 5 pC: Por ejemplo, si tomáramos una muestra de cable de 250 metros de longitud, con una capacidad propia de 0,05 uF, y basados en la ecuación $V = Q/C$; 5 pC de descargas significarían tan solo 100 uV (100 micro-volts) en el interior del cable, dando así una idea del ínfimo orden de magnitud de la medición que deberíamos poder realizar.

Para peor, los tiempos de aparición/extinción de estas descargas, están en el orden de los nano-segundos (Seg. x 10 -9).



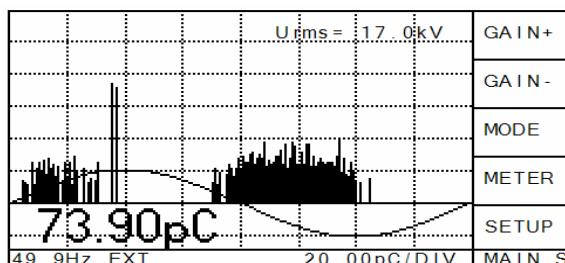
Para poder lograr estas mediciones, es necesario que los niveles de interferencias y perturbaciones propias de un entorno fabril, sean llevados como máximo a un 50% por debajo de este valor (50 uV), obligando al uso de jaulas de apantallamiento, y de filtros selectivos; además de todo tipo de precauciones especiales.

Por lo tanto, obtener mediciones sin interferencias, a un nivel de 5 pC, es toda una especialidad que requiere de muchos cuidados y profesionalismo, ya que de lo contrario, los resultados obtenidos pueden ser muy divergentes.

Las mediciones actuales de descargas parciales en laboratorios, obtienen una principal relevancia, no solo por la simple aplicación de un criterio de aceptación o rechazo de las partidas, si no por que del propio análisis del sus formas de ondas (representación gráfica de las descargas), es posible guiar al fabricante, acerca del tipo de problema u error que está cometiendo en el proceso de manufactura de un cable, y por supuesto, ayudarlo a corregirlo; mientras que para el usuario, constituye una medio para estimar el grado de deterioro de sus instalaciones.

En aislaciones tipo XLPE (termorígidas), una vez que las D.P. aparecen en el interior de un cable, solo puede esperarse de ellas su ascenso con el tiempo, implicando por consiguiente, una degradación ascendente de la aislación, hasta su colapso.

El registro gráfico de una medición de DP, denominado registro en "fase resuelta", o sea aquel que pueda samplear una medición en coordenadas de ángulo de fase, magnitud y frecuencia de repetición de cada pulso, brinda una correlación entre la naturaleza de la descargas (tipos), su lugar de ubicación dentro del cable, y la calidad/cualidad de los materiales involucrados.



Grafica de DP en modo Fase Resuelta

La ubicación de las descargas, según el semicírculo en que aparezcan (+) y/o (-), tiene una interpretación particular relacionada directamente con el lugar del defecto dentro del cable.

Por lo tanto, más allá de exponer un valor numérico de descargas (xxx pC), la posibilidad de la representación gráfica que generan las mismas, hace posible identificar visualmente el tipo de defecto, y constituyen la base del diagnóstico de cables.

CALIBRACION:

Las descargas parciales son medidas como una magnitud relativa a una señal patrón; por lo tanto, para el proceso de medición, es necesario el uso de una fuente de referencia denominada "calibrador", el cual, inyecta sobre la muestra (cable), una señal de referencia (patrón) expresada en p C ó n C.

El resultado numérico de estas mediciones es denominado "descargas parciales aparentes". Estas señales patrón, deben cumplir una serie de requisitos en cuanto a su magnitud y forma de onda (rise - decay time), capacidad interna, frecuencia de repetición, constancia; y deben cumplir con otras relaciones, derivadas del sistema de ensayo a utilizar, y de la muestra a analizar. La norma IEC 60270/2000, y sus versiones sucesivas regula estas condiciones. Esto también significa, que una errónea calibración, o la utilización de calibradores fuera de los estándares, tenderán indefectiblemente a una errónea medición final, ya que el instrumento detector, en cada medición, simplemente comparará este valor de descarga patrón con el obtenido, para asignarle a cada descarga su valor numérico.

No obstante esto, el uso de instrumentos detectores que puedan efectuar representaciones de las descargas en el modo "fase resuelta", mas allá de un posible error numérico de las mismas (valor en pC), no pueden dejar lugar a dudas sobre la existencia, severidad y tipo de defecto interno de una muestra, ya que estas gráficas son producidas por cada pulso de aparición de las mismas.

Esto sería equivalente a las distintas interpretaciones que podría hacer un grupo de médicos al examinar una fractura (defecto) en una placa radiográfica (registro), pudiendo disentir en cuanto a la severidad (magnitud) de la misma, pero nadie pensaría que la maquina de rayos haya creado una fractura (defecto) inexistente.



ANALISIS DE LA MUESTRA

Longitud: 10 metros.

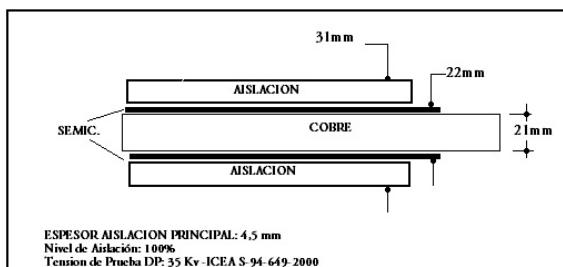
Tipo: XLPE – Unipolar - Un: 13,2 Kv.

Sección: Cu 1x300 mm² – Pantalla Cu 50 mm².

Luego de realizadas una serie de mediciones on-line sobre un reciente tendido subterráneo, las cuales dieron como resultado un muy elevado nivel de descargas parciales distribuidas, pero sin llegar a tener fallas puntuales por el momento; se decidió someter a una muestra de este mismo tendido, a ensayos de laboratorio.

Si bien los resultados de estas pruebas realizadas, reflejan el estado interno de un cable nuevo pero extremadamente defectuoso, y que de ninguna manera lograría superar los ensayos de recepción de fábrica conforme a IEC, el lector deberá extraer del mismo sus conclusiones.

UNA PRUEBA DE AISLACION SOLO GARANTIZA EL LA APTITUD DE UN CABLE PARA SU INGRESO EN SERVICIO INMEDIATO – NO EMITE DIAGNOSTICO SOBRE SU ESTADO, Y NO HABLA DE SU CONDICION A FUTURO.



PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Según la Norma Internacional de manufactura **ICEA S94-649-2000 = "STANDARD FOR CONCENTRIC NEUTRAL CABLES RATED 5 THROUGH 46 KV"**, la tensión de prueba en fabrica para cables de: 8 a 15 Kv. fase/fase, y secciones de 33,6 a 506,7 mm², es de **35 KV** para 100% de nivel de aislación.

Pese a ser una muestra sin uso, se adoptó un límite de **25 Kv** (70% de la tensión máxima), considerando el periodo y condiciones de almacenamiento que el cable pudo poseer. De acuerdo a la Norma de procedimiento de ensayo **ICEA T24 380**, se fijó un límite máximo de nivel de descargas parciales de 5 pC para la aceptación de la muestra, y para cualquier tensión de ensayo igual o inferior a la máxima especificada por la norma.

Luego de la etapa de calibración, el ensayo comienza con una tensión aplicada de 3 KV, con lo cual solo se observan descargas de muy baja magnitud, del orden de los 1,8 pC, sobre la gráfica sincronizada con la tensión. (fig1)

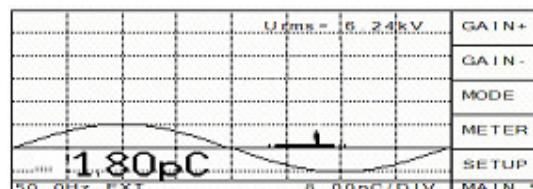


Fig1

Subiendo la tensión de prueba, los registros obtenidos, muestran que la tensión de ignición de descargas ocurre a los **6,2 KV** con un valor de **19,80 pC**.

(La *tensión de ignición* se define como la mínima tensión de ensayo que aplicada a la muestra, logra originar el inicio de las descargas)

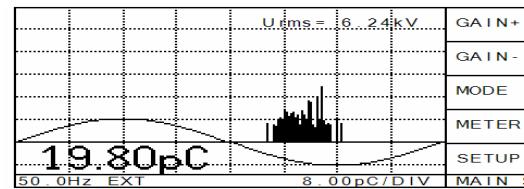


Fig 2

La ubicación de las descargas iniciales en el semicírculo negativo de la senoide, indican claramente que las mismas se producen en la interfase aislamiento / pantalla del cable (capa semiconductor externa). Fig 2.

A esta altura, y pese al bajo nivel de tensión de ensayo, la muestra se halla en condiciones de ser rechazada, ya que ha superado los límites de los 5 pC establecidos por ICEA, con solo el 17,7% de la tensión máxima aplicable.

Esto implica que si un cable posee niveles altos de descargas, por debajo de la tensión de servicio (13,2 % 1,71 = 7,71 KV), indefectiblemente su degradación estará en constante progreso durante su vida útil.

La misma condición se mantiene hasta los 11 KV de tensión aplicada, llegando ahora hasta los 31,20 pC. (fig3)

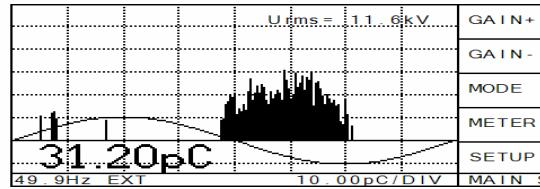


Fig 3

Aumentando la tensión de prueba hasta los 13 KV, se encienden otras descargas en el semicírculo positivo, indicando defectos en la interfase núcleo central / aislación (capa semiconductor interna). Fig 4.

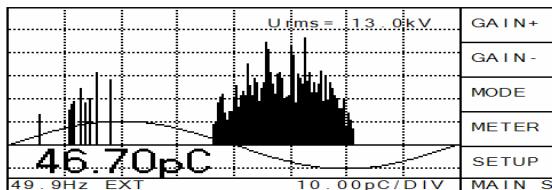


Fig 4

A los 18 KV las descargas en ambos semicírculos, persisten y se elevan hasta los 76,10 p C.

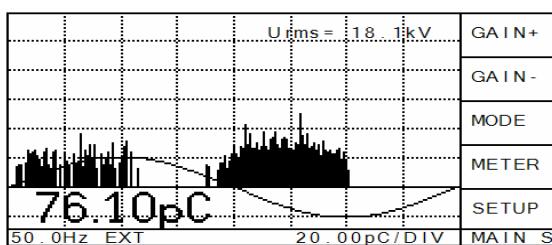


Fig 5

A la máxima tensión de prueba, las descargas en la capa semiconductor interna, logran superar en nivel a las de la capa semiconductor externa, pese a que estas últimas siguen manteniendo una fuerte frecuencia de repetición. (Fig6)

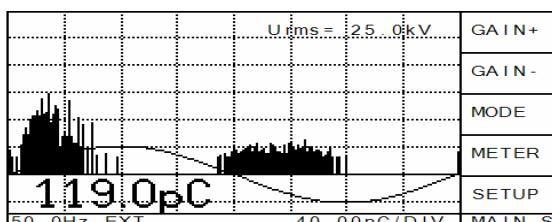


Fig 6

Por último, y para confirmar los resultados, las descargas en forma de senoide, muestran claramente las caídas de tensiones en las cavidades (espacios de oclusión gaseosa) dentro de la aislación, de fuerte persistencia, con un consiguiente daño térmico prematuro del material aislante. Fig7

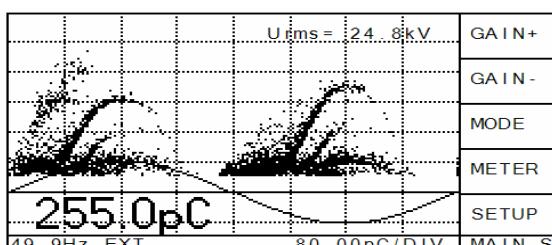
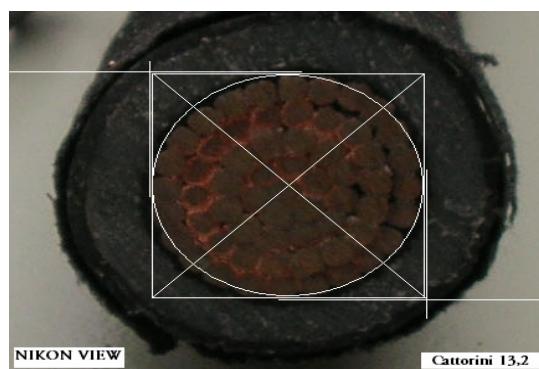


Fig 7

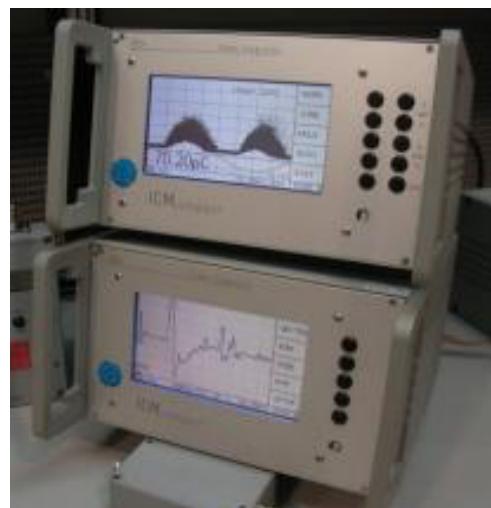
CONCLUSIONES:

Los resultados obtenidos indican claramente la existencia de gruesos defectos de manufactura en los procesos de extrusión de las interfaces semiconductoras del cable examinado.

El uso actual de instrumentos detectores que puedan efectuar mediciones y representaciones de las descargas en el modo "fase resuelta", no pueden dejar lugar a errores sobre la existencia o no de un defecto interno, ya que estas gráficas son producidas o ploteadas por cada evento (pulso), de aparición de las mismas, constituyendo la base del actual diagnóstico de cables.



El archivo fotográfico de la muestra, confirma un cable con alta humedad condensada en el interior, pantallas sulfatadas y deformaciones en su estructura geométrica;



FUENTE: **INDUCOR INGENIERIA S.A.**

Cable Testing Division
Detección/Localización de Fallas en Redes de Energía
www.inducor.com.ar