

CABLES DE MEDIA TENSION: Ensayo por Relajación / Descarga Dieléctrica Controlada

(Parte I)

Bases:

- Considerando que los circuitos de cables, han sido previamente ensayados bajo tensión continua, amparados por la anterior edición de IEC-60840 (Pto. 13.1.2 – DC TESTING); IEC60502, y dado que las versiones actualizadas de dichas normativas, ya se excluye a dicha prueba como método válido para fines del tipo tensión resistida (pasa/ no pasa), atribuyendo esta exclusión a la peligrosa acumulación de cargas en el interior de la aislación principal, que sufren los materiales termo rígidos (XLPE) , y que dichas cargas acumuladas permanecerán remanentes, aún luego de finalizada la aplicación de la tensión de prueba (IEEE-400-2004), situación esta que se agravaría ante una repetición del mismo ensayo; se conviene, para no someter a la aislación a mayores esfuerzos y stress eléctrico, el realizar sobre cada una de las fases, un ensayo del tipo: Relajación / Descarga Dieléctrica Controlada, con conclusiones individuales y comparativas, entre fases de un mismo sistema de cables (ternas), o entre otros de similares características.

Procedimiento de Prueba: Ejemplo sobre cables de 33kv

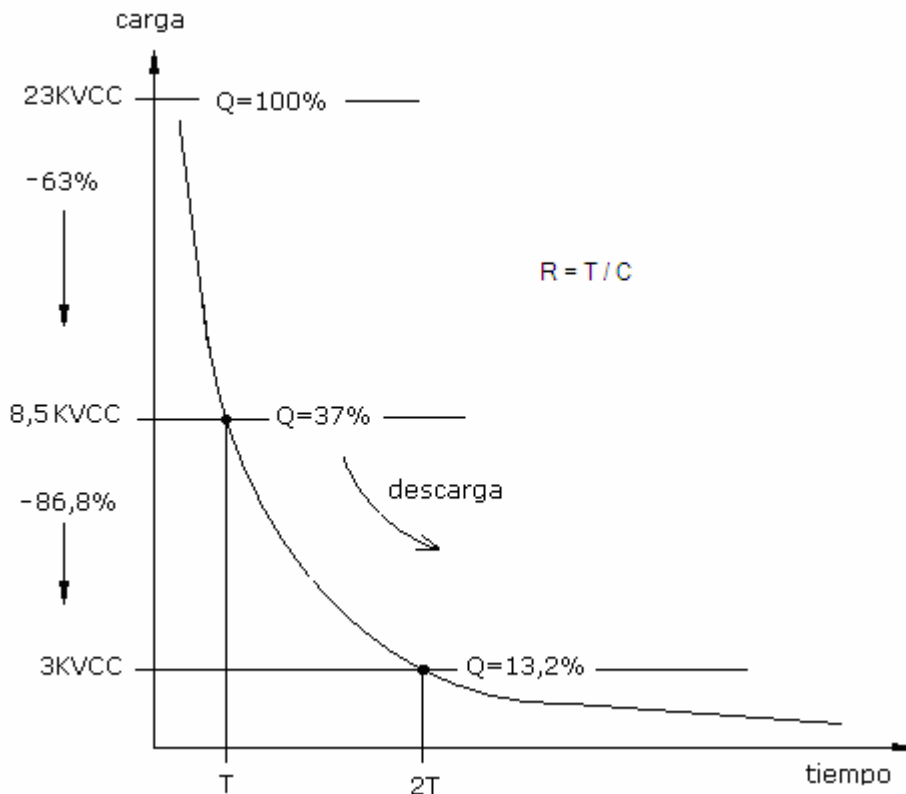
(A repetir sobre cada una de las fases)

- 1) La prueba consistirá en la aplicación de una tensión de ensayo de hasta 1,2 Uo. (equivalente a 23KV CC en cables de 33kv), mantenida estable durante 10 minutos, y con el único fin de cargar a tensión plena, todo el recorrido de una fase del circuito.
- 2) A continuación se disminuirá rápidamente a cero la tensión de prueba; y se tomarán registros de los siguientes coeficientes de relajación:
 - 2a) Tiempo transcurrido en que la tensión remanente en el cable, disminuye en un 63%, con respecto a la máxima aplicada: de 23KV a 8,5 KV.
Este tiempo (T), corresponderá a la *constante de tiempo* de cada fase, la cual agrupa a todas las corrientes de fugas en la misma. ($T = R \times C$).
 - 2b) Tiempo transcurrido en que la tensión remanente en el cable, disminuye en un 86,8% con respecto a la máxima aplicada: de 23KV a 3 KV.
Este tiempo (2T), corresponderá a dos veces la constante de tiempo del sistema.

La constante de tiempo (T), es un parámetro eléctrico bien definido, que equivale al tiempo en que el sistema de cables, descargará por sus propias fugas, su carga inicial en un 63% ($W = \frac{1}{2} C \times V \times V$).

La constante (T), será utilizada para asegurar la estabilidad dieléctrica del sistema a través del paso de los años: T se mantiene invariante o muy similar a través del tiempo; y para determinar un posible nivel de degradación ascendente: T tiende a disminuir a través del tiempo, significando un aumento de las corrientes de fugas.

Al mismo tiempo, el resultado de la resistencia de aislación, calculado según fórmula, y corregido posteriormente a 20°C, ofrecerá un índice de los MΩ / KV, que presenta el sistema, constituyendo otro factor de análisis, para determinar la evolución a futuro de las propiedades dieléctricas del sistema de cables.



Instrumental a Utilizar:

Para estas pruebas, se utilizará un probador de aislación en corriente continua (Hi-Pot), con una tensión disponible de hasta 30 kv CC, de una potencia mínima de 1,5 KVA, para permitir un proceso de carga en el menor tiempo posible, manteniendo estable la tensión de ensayo antes grandes corrientes de fugas.

Para estos ensayos, no estará permitido el uso de megóhmetros electrónicos, dado que estos instrumentos poseen una muy baja corriente de aporte (en el mejor de los casos, del orden de los 2 mA máximos), insuficientes para mantener una estabilidad de su tensión de salida, ante las grandes cargas capacitivas que ofrecen las líneas extensas de cables.

El valor de la temperatura durante los ensayos, será registrada mediante el uso de termómetro digital, del tipo convencional, clase 1 o superior.

Resultado de los ensayos:

Para cada línea a ensayar; se confeccionará la siguiente tabla de resultados:

LINEA (DENOMICACION)				
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C):			HUMEDAD RELATIVA (%):	
FASE	(T) (seg.) Constante de tiempo (Δ: 23 a 8,5 KV)	(2T) (seg.) 2 x Constante de tiempo (Δ: 23 a 3 KV)	R = T / C (MΩ)	
			Medido	Corregido a 20°C.
A				
B				
C				

LINEA (DENOMICACION)				
TEMPERATURA DE ENSAYO (°C):		HUMEDAD RELATIVA (%):		
FASE	Rupturas durante la realización del ensayo SI / NO (Tensión de ruptura) (1)	(T)A ≈ (T)B ≈ (T)C SI / NO (Δ %) (2)	Estabilidad en las Lecturas SI / NO (3)	Rmin (20°C) ≥ 4(Un+1) SI / NO (4)
A				
B				
C				

Tomando una longitud media de 13 km de línea, con una capacidad eléctrica media de 0,2 uf x km; implica un total acumulado de 2,6 uf por fase.

La energía total almacenada en cada fase, a 23kv de tensión de prueba, será de: $\frac{1}{2} C \times V \times V = 608$ Joules (watt/seg).

Constante de tiempo (T) :

$T = R \times C =$ Constante de tiempo. (Seg.).

R= Resistencia (paralela) de cada fase. (MΩ).

C= Capacidad de cada fase. (2,6 μf).

Corrección por temperatura: Dado que las variaciones de temperatura, tienen un efecto directo sobre los resultados de la resistencia de aislación; los valores obtenidos de $R = T / C$, deberán ser corregidos siempre a 20 °C, mediante la siguiente formula de conversión:

$$R (20^{\circ}\text{C}) = K(\theta) \times R(\theta)$$

Siendo:

R (20°C) = Temperatura corregida a 20°C

K(θ) = Factor de corrección para cables XLPE, para la temperatura de ensayo θ.

R(θ) = Resistencia medida a la temperatura de ensayo θ.

(θ) °C Temperatura de ensayo	K(θ) Factor de corrección a 20°C
20	1
25	1,75
30	2.75
35	4,50
40	7,50
45	12.50
50	20

Nota: La resistencia de aislación, cae marcadamente con cada incremento de la temperatura Utilizando la conversión a 20°C, se estima como resultado aceptable, un valor mínimo de resistencia de aislación de:

$$R_{\min} (20^{\circ}\text{C}) \geq 4(\text{Un}+1)$$

Siendo:

Rmin: Resistencia de aislación mínima expresada a 20°C (MΩ).

Un= Tensión nominal del sistema (KV) ; en este caso 33KV

Esta expresión de la Resistencia de aislación mínima @20°C, basada esencialmente en verificar o establecer una corriente de fuga máxima, apunta mas a garantizar la seguridad que brinda la aislación a las personas, que a calificar el estado de la aislación en sí.

Su resultado es tomado como un dato complementario, con incidencia sobre la confiabilidad al manipular o maniobrar el sistema de cables ensayado.

En este caso, con $U_n = 33 \text{ kv}$:

$$R_{\min} (20^\circ\text{C}) \geq 4(33+1) = \geq 136 \text{ M}\Omega$$

Corrección por Humedad:

A diferencia de la temperatura, la humedad no es un gradiente constante, y en tanto la temperatura permanezca por encima arriba del punto de rocío, no será un factor que afecte en mayor medida a las lecturas.

Las superficies de los terminales extremos se deberán mantener limpias de aquellos contaminantes que tengan la propiedad de absorber humedad (polvo –tierra, etc).

Conclusiones del Ensayo:

Condición de Rechazo:

La aptitud eléctrica de la línea ensayada, será considerada como “rechazada” (no apta para su puesta en servicio confiable), si todas o algunas de sus fases no cumplieran con todos o algunos de los siguientes resultados:

CONDICIONES DE RECHAZO (ante todos o uno de estos resultados)		
COLUMNA	RESULTADO	OBSERVACION
(1)	SI	
(2)	NO	Δ superior al 40%.
(3)	NO	

Observaciones:

1) Con respecto a la similitud entre los resultados $(T)A \approx (T)B \approx (T)C$, según columna (2), toda variación superior al 10%, deberá ser expresamente anotada en el cuadro de observaciones del protocolo a emitir, para permitir ser evaluada como antecedente o factor inicial del sistema, con particular interés ante futuros casos de eventos o irregularidades en la evolución de la calidad dieléctrica de los cables.

2) Con respecto a los resultados de la resistencia de aislación mínima, según columna (4), toda variación, por debajo de los 136 MΩ mínimos recomendados, deberá ser expresamente anotada en el cuadro de observaciones del protocolo a emitir, para permitir ser evaluada como antecedente o factor inicial del sistema, con particular interés ante futuros casos de eventos o irregularidades en la evolución de la calidad dieléctrica de los cables, y en especial sobre la seguridad que el mismo ofrece a las personas que operan o maniobran el sistema de cables.

Un bajo (T), es indicativo de una baja resistencia mínima de aislación.

No olvidemos un punto de actualidad: el uso de la corriente continua como método de ensayo. Ya ha sido desestimada su aplicación en cables XLPE, por todas las normativas internacionales vigentes, dando paso a los ensayos en VLF (very low frequency).