

Vida útil residual de los cables de media tensión

Nuevas vías en el diagnóstico avanzado del factor de disipación

Con respecto al diagnóstico del factor de disipación en cables de media tensión, y al análisis del estado relacionado con él, perviven aún muchas ideas anticuadas, contradictorias o del todo incorrectas. La realidad es que este método ha evolucionado hasta convertirse en un procedimiento completo y acorde con los tiempos. Thorsten Schlender presenta las posibilidades y los límites actuales de esta tecnología.

Las primeras experiencias de Baur GmbH en el ámbito de la determinación del estado de los cables de media tensión mediante la medición del factor de disipación (diagnóstico TD) se remontan a los años 90. Hace ya 30 años que esta empresa suministra la tecnología de medición necesaria para esta tarea y, en ese tiempo, ha atesorado una amplia experiencia. Las siguientes páginas describen cómo esta tecnología ha evolucionado de forma constante: desde la medición de un valor medio de TD, pasando por la introducción de nuevos parámetros de evaluación y valores límite, hasta la determinación de la vida útil residual de los cables de media tensión.

La introducción del software de análisis statex ha constituido el hito más reciente en la historia del diagnóstico de cables. Ahora, con este software, se puede averiguar en detalle el grado de envejecimiento, la velocidad de envejecimiento y la vida útil residual estadística del cable.

Además de los parámetros de evaluación convencionales acordes con la norma IEEE 400.2 (SDTD, MTD y ΔTD), statex aplica el nuevo parámetro TD-Skirt, que muestra la estabilidad del factor de disipación con el tiempo. Eso permite calcular el índice de envejecimiento y la velocidad de envejecimiento del tendido de cable. También es posible formular una recomendación exacta sobre cuándo debe realizarse una medición posterior o sobre si son necesarios trabajos tales como sustituir un tendido parcialmente (imagen 1).

Problemas de los métodos anteriores para averiguar la vida útil residual

Detrás de una avería de cable pueden esconderse varios mecanismos de ruptura dieléctrica, por lo que no es posible determinar la vida útil residual mediante una simple fórmula analítica. Baur ha solventado este problema basando su

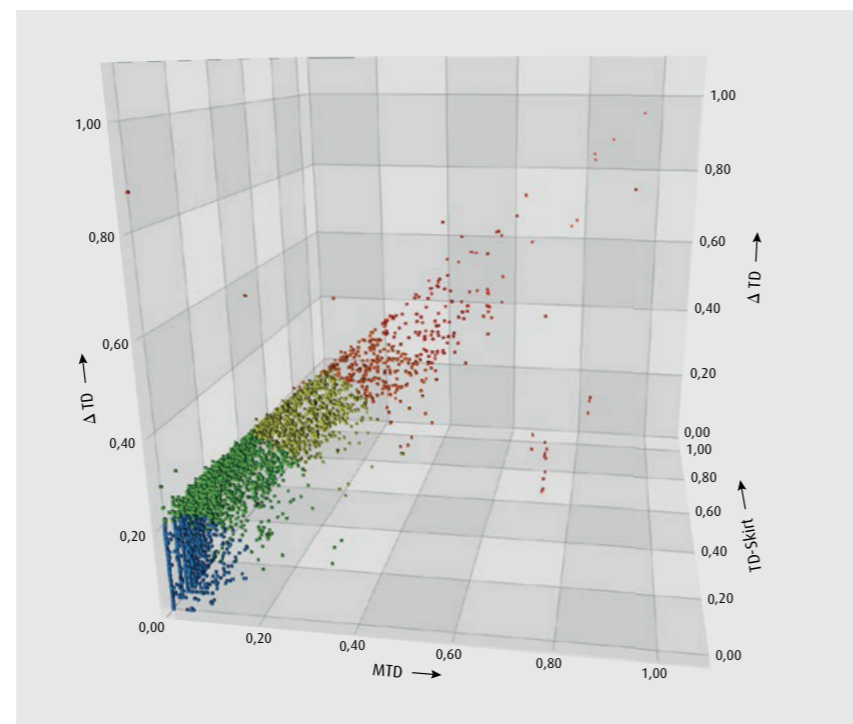


Imagen 1. Representación en clúster 3D del índice de envejecimiento: cada punto corresponde a una medición de diagnóstico

solución en la estadística y la experiencia. El primer paso para determinar la vida útil residual es evaluar el grado de envejecimiento.

Son muchos los factores que influyen en mayor o menor medida en el grado de envejecimiento de un cable de media tensión. Entre otros, podemos mencionar:

- Carga eléctrica
- Esfuerzos mecánicos
- Esfuerzos térmicos
- Procesos químicos
- Humedad
- Calidad de montaje e instalación
- Defectos en los materiales
- Diferencias de calidad entre los distintos fabricantes de cables y accesorios

Muchos de estos factores no se conocen

o solo se pueden verificar con mucho trabajo. ¿A qué cargas ha estado expuesto el cable en los últimos 30 años?, ¿cuántos cortocircuitos se han producido?, ¿qué tipo de empalmes se han instalado y de qué fabricante?,

¿en qué «estado de forma» se encontraba el montador que los instaló? Para sortear este déficit de información, se parte del hecho de que todos estos factores influyen en las magnitudes del diagnóstico (imagen 2).

Avances en el diagnóstico del factor de disipación

Estadística y experiencia
Gracias a una experiencia que abarca décadas y a una base de datos que ya acumula más de 100.000 mediciones, el



Imagen 2. Procesos de envejecimiento en cables con aislamiento plástico o aislamiento de papel impregnado según la publicación NEETRAC Diagnostic Testing of Underground Cable Systems, 12-2010

diagnóstico de cables ha logrado diversos avances. La investigación ha arrojado nuevos conocimientos: por ejemplo, que la curva de bañera no describe acertadamente el modo en que envejecen los cables de media tensión (imagen 3).

Entre los progresos conseguidos estos últimos años, se cuentan nuevos valores límite para distintos aislamientos, nuevos criterios de evaluación – como el TD-Skirt – y nuevas combinaciones de métodos como Full MWT (que simultanea el ensayo y el diagnóstico TD/DP).

Información adicional a través del diagnóstico simultáneo

El ensayo de cables, la medición del factor de disipación y la medición de descargas parciales se complementan entre sí a la perfección, ya que permiten tanto conocer el estado general del cable como detectar y localizar en él averías individuales. Simultaneando el ensayo con las mediciones de diagnóstico, se obtiene más información sin necesidad de más esfuerzo.

La detección de arborescencias de agua ya no es una aplicación fundamental

En sus inicios, el diagnóstico TD a menudo se usaba cuando los cables sufrían daños por arborescencias de agua (o WT, por sus siglas en inglés). Sin embargo, la aparición de nuevos cables transversal y longitudinalmente impermeabilizantes está relegando este ámbito de aplicación a un segundo plano. Los usos actuales son mucho más interesantes: ya no solo se averigua si existen o no arborescencias de agua, sino cuál es el

grado de envejecimiento global del cable. Por tanto, el diagnóstico TD y statex funcionan con los cables envejecidos por las WT, pero también sirven para otros casos.

Ahorro de recursos gracias a la selección inteligente de las muestras ensayadas

Otra conclusión obtenida del análisis de mediciones TD es que los valores del factor de disipación de los cables nuevos o recién tendidos son mayores debido a los productos de disociación de la reticulación. En estos casos, el factor de disipación disminuye con el tiempo. Solo si vuelve a aumentar tiene sentido efectuar una medición para determinar el estado del cable, y de ahí la introducción del DSP (Degradation Starting Point o punto de inicio de la degradación), que es el inicio estadístico del envejecimiento. Los análisis químicos realizados cada año de servicio han revelado que muchos tipos de cable comienzan a envejecer a partir del decimotercer año, un resultado que coincide con lo observado por los fabricantes de cables.

Al prescindir de las mediciones TD en los cables que aún no han llegado al inicio estadístico del envejecimiento, se liberan capacidades que pueden dedicarse al diagnóstico de tendidos de cable que

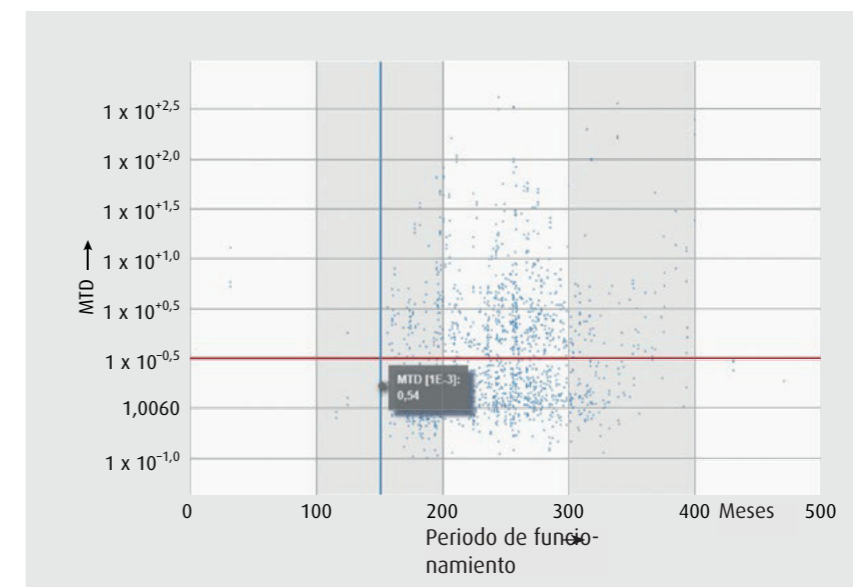


Imagen 3. La evaluación estadística de varios miles de mediciones de diagnóstico muestra que el envejecimiento no sigue una curva de bañera, sino que muestra una amplia dispersión.

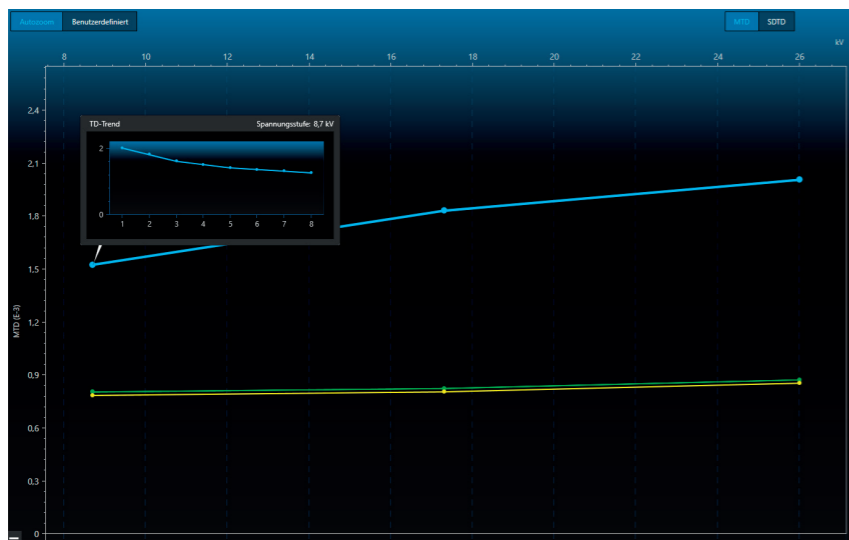


Imagen 4. La humedad en el empalme de L1 (azul) se identifica por la tendencia descendente

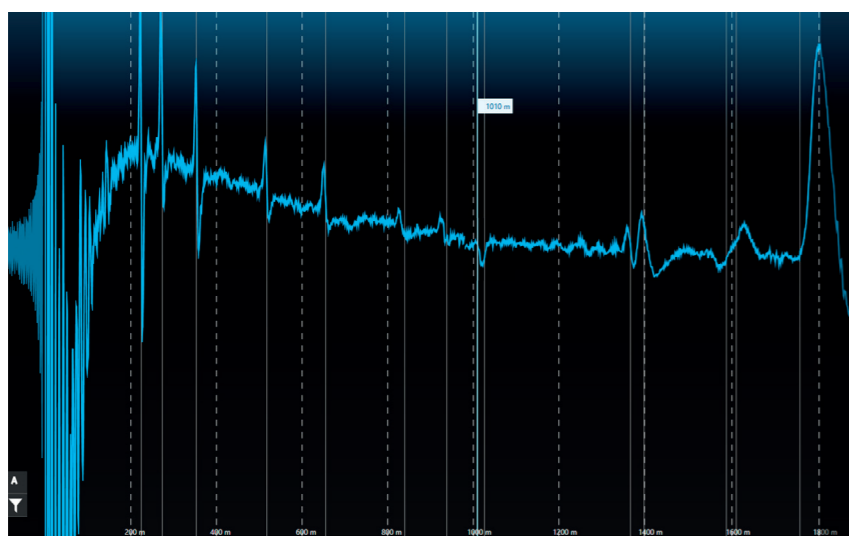


Imagen 5. Curva TDR/de calibración con determinación de un empalme con penetración de agua en los 1010 m

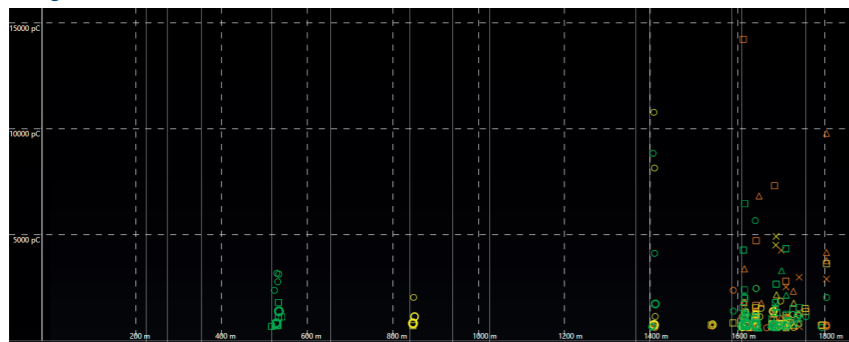


Imagen 6. El empalme llamativamente húmedo detectado por la medición TD no se puede detectar con la medición DP

están muy envejecidos o tienen una importancia crítica.

Diagnóstico del factor de disipación para descubrir puntos débiles locales

La dependencia entre el factor de disipación y la tensión, así como la tendencia dentro de un nivel de tensión, son parámetros

adecuados para identificar la influencia de los accesorios de cable. Los empalmes húmedos se pueden identificar, por ejemplo, por una tendencia TD descendente (imagen 4). A continuación, la posición del empalme puede determinarse mediante una medición TDR (imagen 5). Para esta aplicación son

sería suficiente una medición de descargas parciales, ya que, cuando hay mucha humedad, a menudo las descargas parciales no se detectan (imagen 6).

Tanto cuando hay humedad como cuando hay descargas parciales en accesorios de cable, es recomendable renovar accesorios individuales para lograr mejores resultados y averiguar con más precisión la vida útil residual. Es justo en los cables cortos o en los cables con valores TD bajos donde más influyen los accesorios individuales defectuosos y donde estos se deben, por tanto, reemplazar. La imagen 7 muestra un diagrama de flujo simplificado del procedimiento recomendado: en un cable de media tensión, se realiza un diagnóstico DP y TD, ya sea de forma planificada o en respuesta a una incidencia (una avería y una reparación). Si durante la medición se detectan descargas parciales o efectos de la humedad, deben tomarse las medidas inmediatas que sean necesarias. Si, tras ello, el cable no presenta descargas parciales ni está afectado por la humedad, puede emplearse statex para determinar la vida útil residual y la fecha de la medición posterior.

Los factores externos se pueden compensar

Los factores externos, tales como las descargas parciales o las corrientes de fuga, pueden influir en el resultado de un diagnóstico TD. Sin embargo, también es posible compensarlos sin mucho esfuerzo. Las descargas parciales por efecto corona en el punto de conexión y en el extremo del tendido de cable se pueden prevenir con capuchones de apantallamiento, por ejemplo, con semicasquillos de aluminio.

Las corrientes de fuga fluyen hacia tierra por la superficie de las botellas terminales e influyen por tanto en el resultado de la medición. Colocando cintas de cobre (anillos de guarda) alrededor de las botellas terminales, estas corrientes se pueden derivar, medir y compensar.

El diagnóstico del factor de disipación es posible y conveniente en todo tipo de cables de media tensión

Los distintos tipos de cable se distinguen por sus valores TD. Los cables con aislamiento de papel impregnado y los cables de aislamiento plástico de primera y segunda generación se diferencian mucho en sus valores de medición. También dentro de esta subdivisión existen otras diferencias; por ejemplo, los cables de homopolímero y copolímero se diferencian considerablemente en sus valores

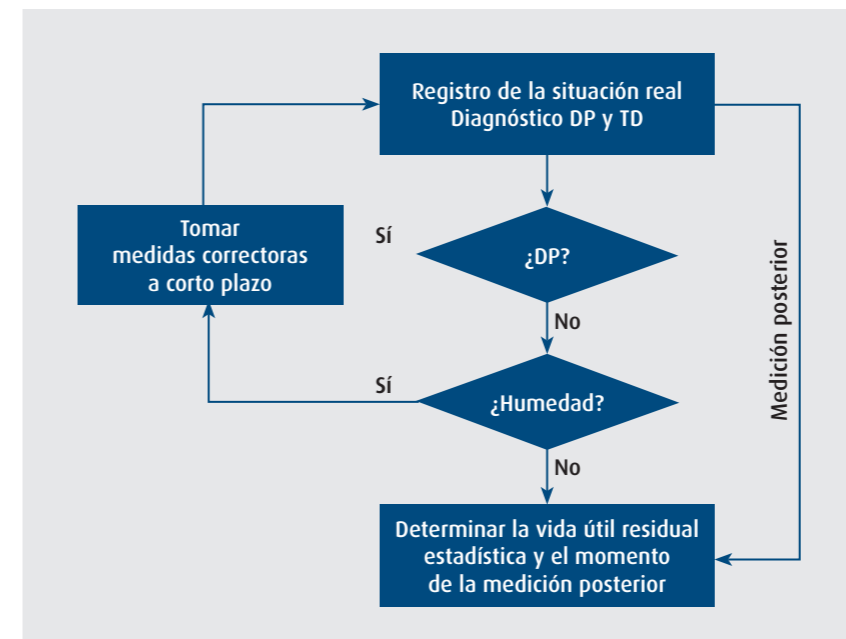


Imagen 7. Esquema: medidas correctoras a corto plazo y determinación de la vida útil residual

res MTD (valores TD medios de cada nivel de tensión). Dado que este comportamiento ya se conocía, el propio anexo de la norma IEEE 400.2-2013 establece los valores límite de los distintos tipos de cable.

Además, statex permite reflejar los distintos aislamientos y sus subcategorías, con lo cual es posible considerar por separado los tendidos de cable mixtos con tramos de distintas longitudes de XLPE. También es posible determinar la vida útil residual de tendidos de cable mixtos (imagen 8).

Especialmente interesantes son los análisis

TD de cables XLPE a base de copolímeros (en uso desde 2005 aproximadamente), ya que en ellos aún no está muy estudiada la influencia de la carga de corriente, los cambios de temperatura, los armónicos, etc. en el envejecimiento. En este caso, conviene invertir desde un primer momento en la recopilación y análisis de datos de diagnóstico para así vigilar el envejecimiento y evitar futuras averías.

Conclusión

Hemos visto cómo las nuevas soluciones de hardware y software, combinadas con una amplia experiencia, han

hecho avanzar el diagnóstico TD. Estos avances ofrecen nuevas posibilidades de aplicar el diagnóstico TD y su evaluación e, incluso, de determinar exactamente la vida útil residual de los cables de media tensión.



>> thorsten.schlender@baur-germany.de
>> www.baur.eu/de

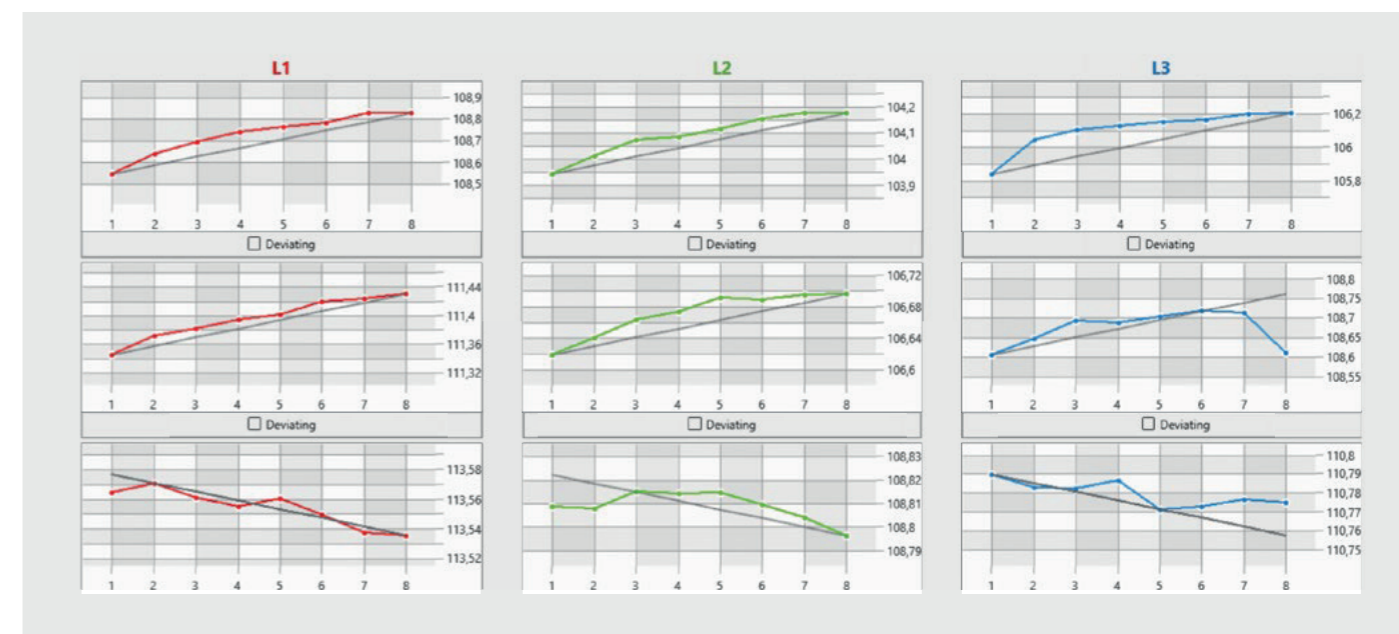


Imagen 8. Comportamiento típico de un tendido de cable mixto envejecido: en los dos primeros niveles de tensión (0,5 U₀ arriba y 1 U₀ en el centro) prevalece el aumento de TD debido a un aislamiento envejecido. En el nivel de tensión de 1,5 U₀, abajo, se manifiesta la influencia de la humedad.