

BOLETÍN DE GESTIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL TRANSFORMADOR (TLM):

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

SEGURIDAD, FIABILIDAD Y EFICIENCIA

Sin duda, el aspecto más importante a la hora de realizar pruebas eléctricas es la seguridad. La mayoría de las pruebas realizadas en transformadores se llevan a cabo antes de que el transformador se conecte al sistema de potencia y se energice (prueba de puesta en marcha) o después de desconectar el transformador y aislarlo del sistema de alimentación (prueba de rutina o prueba de localización de averías). El instrumento de prueba se convierte en la fuente eléctrica controlable y medible con la que se energiza el transformador para realizar la prueba. Los fabricantes reconocidos de instrumentos para pruebas proporcionan varias medidas de protección para salvaguardar sobre todo al usuario, pero también al transformador y a los instrumentos que se emplean para realizar la prueba¹.

La fiabilidad de los instrumentos de prueba se encuentra inmediatamente después de la seguridad en orden de importancia (en las pruebas). Puesto que los pasos necesarios para lograr una parada de servicio, aislar y preparar un transformador para una prueba requieren mucho tiempo, cuando llega el momento de encender un instrumento para comenzar la prueba, lo último que necesita el encargado es que este no funcione, o bien que los resultados de la prueba sean dudosos debido a problemas con el instrumento o los cables. Al dar prioridad a la seguridad y la fiabilidad, ¿qué lugar ocupa el factor de eficiencia de las pruebas eléctricas?

La eficiencia es el grado hasta el que se lleva a cabo algo sin malgastar energía. Tras solicitar un corte de electricidad, la siguiente pregunta que suele plantearse de forma universal es "¿cuánto tiempo se necesita?". Aunque durante una prueba la eficiencia se asocia principalmente al ahorro de tiempo, no hay que confundirlo con realizar la prueba de forma apresurada, lo que causa dudas sobre el mantenimiento de la seguridad. La seguridad nunca debe sacrificarse en beneficio de reducir la duración del corte eléctrico. La eficiencia implica ahorrar tiempo manteniendo la seguridad y fiabilidad. De hecho, la eficiencia en las pruebas eléctricas a menudo fomenta un ambiente de trabajo seguro y puede afectar positivamente la fiabilidad y, concretamente, los resultados de la prueba.

El tiempo necesario para llevar a cabo las pruebas eléctricas se ve afectado sobre todo por el tiempo que lleva preparar, configurar y separar cada prueba. Por lo tanto, es posible mejorar notablemente la eficiencia de las pruebas con una mejor gestión de los cables de prueba, que incluya la colocación correcta de los cables y la calidad de cada conexión². Nunca está de más recalcar la importancia de las conexiones de prueba en las pruebas eléctricas de campo. En casi todos los diagnósticos de transformador (por ejemplo, factor de potencia/ $\tan \delta$ y capacitancia, relación de transformación, resistencia de devanados, reactancia de dispersión, respuesta de frecuencia de pérdidas de dispersión, SFRA, etc.), abundan las experiencias en las que una conexión incorrecta o deficiente fue la causa de resultados no representativos que, en última instancia, aumentaron la duración de la prueba y, en algunos casos, implicaron la búsqueda de problemas inexistentes en el transformador.

Este problema no solo surge con responsables de pruebas sin experiencia. Le ha sucedido hasta a los responsables de pruebas más veteranos. Y los problemas no solo aparecen al conectarse a los terminales de los pasatapas o a las bridas de puesta a tierra. Un cable de prueba cuenta con dos extremos y la conexión con el instrumento de prueba puede también crear problemas si no se mantiene conectado correctamente a él. Si no está bien diseñado, aumenta el riesgo de que el cable de prueba se afloje al aplicarle tensión y, con el desgaste producido por el uso, el problema puede ser todavía mayor.

Dada la atención necesaria para garantizar una conexión correcta y de buena calidad, es lógico suponer que cuantas más conexiones de prueba se necesiten para llevar a cabo una prueba, mayores serán las posibilidades de que en algún momento una conexión deficiente o incorrecta cause un resultado de prueba poco fiable o no representativo.

Desde el punto de vista de la seguridad, uno de los requisitos para establecer y mover muchas de las conexiones de prueba consiste en el uso de escaleras para subir y bajar del transformador, lo que aumenta el riesgo de accidentes. Además, establecer muchas conexiones de prueba puede engendrar complacencia y aumentar el riesgo de sufrir una descarga eléctrica si, en algún punto de coyuntura, el encargado de la prueba pasa por alto la práctica recomendada de tocar de forma rutinaria el terminal de pasatapas con una varilla de puesta a tierra antes de retirar el cable.

Con beneficios para la seguridad y fiabilidad, además de para la economía empresarial, no sorprende que estén surgiendo soluciones para la gestión de los cables de prueba y que, en general, mejoran la eficiencia de las pruebas. A continuación encontrará información sobre estas soluciones, ordenadas progresivamente en función del tiempo que permiten ahorrar.

¹ Es recomendable llevar a cabo una reunión antes de comenzar las pruebas para identificar y aumentar el conocimiento sobre todos los peligros de seguridad que se encontrarán durante la prueba eléctrica.

² Por ejemplo, es una buena práctica limpiar un terminal con un cepillo de alambre antes de conectar el cable de prueba.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

CONEXIÓN DEL TRANSFORMADOR QUE SE VA A PROBAR

Las pruebas eléctricas de transformadores trifásicos requieren diversas conexiones de prueba con cables de prueba de fuente, cables de medición / retorno y un cable de puesta a tierra para el instrumento de prueba. La mayoría de instrumentos de prueba para su uso en el campo ofrecen una fuente de prueba monofásica. Tradicionalmente, esto ha significado que, en muchas pruebas eléctricas, después de probar una de las tres fases, los cables de prueba se desconectan y vuelven a conectar para pasar a la segunda fase y, finalmente, a la tercera fase³. En la Tabla 1 se enumeran varias de las pruebas eléctricas más comunes usadas en el campo para evaluar el estado de los transformadores, el número mínimo de veces que es necesario subir la escalera para establecer las conexiones necesarias para ejecutar las pruebas en un transformador trifásico delta-estrella (y para desconectar los cables una vez finalizada la prueba)⁴, así como el número acumulado de conexiones (y desconexiones) necesarias a los terminales de los pasatapas. Se observa que cuantas más veces es necesario realizar una conexión, mayores son las probabilidades de que se establezca una conexión deficiente o incorrecta y que, cuantas más veces es necesario subir la escalera, mayores son las probabilidades de que se produzca un incidente de seguridad.

Tabla 1: Veces que se sube por la escalera y número total de conexiones necesarias tradicionalmente para ejecutar las pruebas

Conexiones de prueba tradicionales: Transformador delta-estrella

Prueba	Componente/ Fase	N.º de conexiones a tierra / cable	N.º de desconexiones de cable	N.º de conexiones de cortocircuito	N.º de desconexiones de cortocircuito	N.º de escaleras subidas	Desmagnetización	Totales:
Tan δ/ Factor de potencia	CH + CHL							3 subidas
	CH			7		1		5 conexiones de cable
DFR (1 - 500 Hz)	CL + CLH							7 conexiones de cortocircuito
	CL							
Prueba de elevación de tensión	CLH	2	2			1		
			3		7	1		
Pasantapas de AT	A - C1	2		7 ¹		1		7 subidas
	B - C1	1	1			1		8 conexiones de cable
	C - C1	1	1			1		
			2					7 ¹ conexiones de cortocircuito
	A - C2	2				1		
	B - C2	1	1			1		
	C - C2	1	1			1		
			2		7	1		
Corriente de excitación	A	3		n/a	n/a	1		4 subidas
	B	3	3	n/a	n/a	1		9 conexiones de cable
	C	3	3	n/a	n/a	1		
			3			1		
Relación de transformación / Polaridad	A	4		n/a	n/a	1		4 subidas
	B	3	3	n/a	n/a	1		10 conexiones de cable
	C	3	3	n/a	n/a	1		
			4			1		
Resistencia de devanado	CA	4 (cables V e I en 2 pasatapas)		n/a	n/a	1	Recomendado al final de la prueba; el n.º de conexiones depende del método o la herramienta utilizados	7 subidas
	AB	4	4	n/a	n/a	1		20 ¹ conexiones de cable
	BC	4	4	n/a	n/a	1		
	an	4	4	n/a	n/a	1		
	bn	2	2	n/a	n/a	1		
	cn	2	2	n/a	n/a	1		
				4				1

3 Con excepción de las pruebas de aislamiento, en las que se separa los paquetes de fase para realizar la prueba no resulta práctico, por lo que se encuentran unidos y cargados con una misma tensión monofásica.

4 Suponiendo que nadie permanece en la parte superior del transformador durante la prueba.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

Impedancia de cortocircuito	Equivalente trifásico:						7 subidas
	C-A	4 (cables V e I en 2 pasatapas)		3		1	
Reactancia de dispersión	A-B	4	4			1	20 ² conexiones de cable
	B-C	4	4			1	
FRSL	Por fase:						7 conexiones de cortocircuito
	C	0	0	2	3	1	
	B	4	4	1	1	1	
	A	4	4	1	1	1	
			4		2	1	

Nota: El objetivo de esta tabla no es ofrecer información exhaustiva; por ejemplo, los pasatapas de BT (que no se muestran) también deberían probarse.

¹ Puede ahorrarse tiempo si no se retiran los puentes de cortocircuito después de completar las pruebas de Tan δ / factor de potencia.

² 10 si se usan pinzas Kelvin de 4 conductores.

La Tabla 1 muestra que las mediciones de resistencia de devanados y de impedancia de cortocircuito requieren el mayor número de subidas de escaleras y conexiones. Si los pasatapas se encuentran a gran altura y no es posible establecer una conexión desde la parte superior del transformador, necesitará usarse un camión canasta, lo que retrasa aún más el proceso. Además, si el alcance del camión canasta no permite conectar cada terminal desde un punto central y requiere reubicarlo para desplazarse entre conexiones, el tiempo acumulado de la prueba se hace excesivo.

Las pruebas de impedancia del cortocircuito requieren la ardua tarea de conectar puentes de cortocircuito en diferentes configuraciones en los devanados del lado de baja tensión, en función de la prueba de la secuencia (esta tarea se indica en la Tabla 1). Las pruebas de resistencia de devanado, por su parte, se demoran al tener que saturar el núcleo tras iniciar la prueba y antes de poder registrar la medición. En las pruebas de resistencia de devanados también se recomienda desmagnetizar el núcleo del transformador una vez completada la prueba y antes de energizar el transformador para entrar en servicio. Dependiendo de la herramienta de desmagnetización y el método accesible, por ejemplo el uso de una batería de 12 V frente a la capacidad de una herramienta de prueba⁵, este proceso puede requerir más conexiones y desconexiones de cables. Y la gestión de cables de prueba se vuelve todavía más compleja cuando se prueba un transformador de tres devanados.

CONEXIÓN ÚNICA

El objetivo de una conexión única como medida para ahorrar tiempo es conectar un cable de prueba a cada terminal de pasatapas de, por ejemplo, un transformador con conexión delta-estrella, una sola vez, lo que debería ser suficiente para completar la prueba en una sola secuencia, p. ej., relación de transformación, Fase A, Fase B y Fase C. De esta forma se evita la posibilidad de conectar de forma incorrecta un cable de prueba ya que, el instrumento de prueba y, en ocasiones, una caja de conmutación automática complementaria⁶, toma el mando y selecciona qué cables usar como fuente y como medida. Tras la finalización de la primera prueba de la secuencia, el software/firmware del instrumento actualiza automáticamente su selección de fuente y cables de medida para realizar la siguiente prueba en la secuencia; no es necesario cambiar cables ni rotar los cables de prueba para pasar a la siguiente fase de la medición.

Al utilizar, por ejemplo, una conexión única para probar la relación de transformación de un transformador (TTR), el número de veces que es necesario subir la escalera se reduce a la mitad (de 4 a 2)⁷ y el número de veces que es necesario conectar o desconectar un cable pasa de 10 a 7, en comparación con el método tradicional (como se muestra en la Tabla 1). Para las pruebas de resistencia de devanado, el número de veces que es necesario subir una escalera pasa de 7 a 2 y el número de conexiones (o desconexiones) de cables de 20 a 7 con una conexión única. Estos ahorros pueden verse reflejados en la Tabla 2.

Una de las ventajas de usar una conexión única, es decir, una conexión simultánea a todos los terminales de AT y BT, es la posibilidad de usar un método de magnetización dual durante la medición de la resistencia de devanado. Esto resulta especialmente útil para acelerar la saturación de transformadores de gran tamaño con una conexión delta en el lado de BT. El núcleo del transformador se magnetiza con el "flujo efectivo", que es varias veces mayor que el desarrollado durante una medición única del lado de BT (sin la asistencia del lado de AT) [1].

⁵ Todos los instrumentos de pruebas de resistencia de devanados y los instrumentos multifunción con capacidad para pruebas de resistencia de devanados de Megger disponen de una función de desmagnetización incorporada.

⁶ Normalmente se conoce como caja de conmutación.

⁷ Incluye subir la escalera para desconectar los cables al finalizar la prueba.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

Tabla 2: Reducción del número de veces que es necesario subir la escalera y el número de conexiones de prueba acumuladas necesarias para ejecutar las pruebas con nuevas soluciones de gestión de cables de prueba

Tipo de instrumento	Prueba		Cables tradicionales	Juego de cables de "una sola conexión"
Función única	Relación de transformación / Polaridad	N.º total de subidas de escalera	4	2
		N.º total de cables (conexiones de cables/ a tierra)	10	7
	Resistencia de devanado	N.º total de subidas de escalera	7	2
		N.º total de cables (conexiones de cables/ a tierra)	20	7
Instrumentos de resistencia de devanado y función única TTR que admiten el mismo juego de cables de prueba de conexión única O BIEN Instrumento de resistencia de devanado y multifunción TTR	Relación de transformación / Polaridad + Resistencia de devanado	N.º total de subidas de escalera	10	2
		N.º total de cables (conexiones de cables/ a tierra)	28	7
Ligero multifunción + Caja de conmutación automatizada	Relación de transformación/ polaridad + resistencia de devanado y resistencia dinámica + Impedancia de cortocircuito (reactancia a fugas y FRSL)	N.º total de subidas de escalera	16	2
		N.º total de cables (conexiones de cables/ a tierra)	46	7

AUMENTAR LA EFICIENCIA DE LA CONEXIÓN ÚNICA

Instrumentos que aceptan el mismo juego de cables de conexión única:

Si es posible usar el mismo juego de cables de conexión única en los instrumentos para probar la relación de transformación y la resistencia de devanado, el número de veces que es necesario subir la escalera se reduce de 10⁸ a 2 (en ambas pruebas), mientras que el número de conexiones de cable pasa de 28 a 7, lo que permite ahorrar todavía más tiempo^{9, 10} (Figura 2).



Figura 1: Ejemplo de instrumentos de prueba individuales para la medición de la relación de transformación y la resistencia de devanado con el mismo conjunto de cables (con conexiones de pinza tipo Kelvin)

8 La vez que se sube la escalera para desconectar los cables de la prueba de relación de transformación es la primera que se cuenta para establecer conexiones para medir la resistencia de devanado. Recuerde que es recomendable llevar a cabo todas las pruebas de relación de transformación antes de llevar a cabo las pruebas de resistencia, ya que estas requieren la saturación del núcleo y este proceso podría influir en los resultados de la prueba de relación si se realizan en el orden inverso.

9 Observe cómo al dejar las conexiones en los terminales de pasatapas es necesario usar una toma a tierra al pasar el conjunto de cables de un instrumento a otro.

10 Esta capacidad está disponible en los instrumentos de prueba de relación de transformación TTR de Megger, así como en los instrumentos de medición de la resistencia de devanado, que emplean un juego de cables común (Figura 1). En este caso, el conjunto de cables se desconecta del instrumento TTR (2 conexiones agrupadas) y se vuelve a conectar al instrumento MTO para continuar las pruebas de forma fluida sin necesidad de establecer nuevas conexiones en el transformador.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

Instrumentos de prueba multifunción

Los instrumentos de prueba multifunción combinan varias capacidades de prueba eléctrica¹¹ en un mismo instrumento. En un extremo del espectro, un instrumento de prueba multifunción puede combinar simplemente las capacidades de prueba de 2 instrumentos de función única, como las pruebas de relación de giros (y fase) y de resistencia de devanado¹². Cuando se combina este instrumento con un juego de cables de "conexión única" que sirva para llevar a cabo ambas pruebas, no es necesario desconectar ningún cable ni tampoco establecer conexiones nuevas (ni al transformador ni al extremo del instrumento) para pasar de medir la relación de transformación a la resistencia de devanado, lo que aumenta la eficiencia de la prueba.

Algunos instrumentos multifunción tienen la capacidad de realizar una muy amplia y completa combinación de pruebas eléctricas. Uno de los posibles defectos de diseño en un instrumento multifunción de largo alcance es la falta de atención que se le presta al peso del mismo, ya que este pesará inherentemente más que un instrumento de función única y esto podría dificultar su transporte. Los instrumentos multifunción que incorporan el mayor rango de capacidades de prueba eléctrica con un peso que permita llevarlo como equipaje de mano en un avión incorporan una caja de distribución independiente que permite ampliar las capacidades de prueba única. La caja de conmutación de un instrumento multifuncional actúa como "direccionador" entre el instrumento de prueba y el objeto de la prueba que permite seleccionar qué cables transmiten una corriente o una tensión desde la fuente, qué cables realizan la medición y qué cables establecen una conexión a tierra, para que no sea necesario mover las conexiones en los terminales de los pasatapas tras completar cada prueba monofásica. Especialmente en pruebas que requieran rotar los cables de prueba después de completar la medición de cada fase, es deseable maximizar el número de pruebas que puede facilitar una caja de conmutación¹³. Mientras tanto, los cables de la caja de conmutación a cada terminal de los pasatapas debe ser manejable, segura y asequible, y la clasificación de los cables deben ser prácticas para las tareas que van a realizarse (especialmente para la medición de la resistencia de devanado¹⁴), a fin de no invalidar la capacidad para completar con éxito una prueba y aprovechar las ventajas que ofrece la conmutación automática entre pruebas.

Cuando una caja de conmutación incluye pruebas de impedancia del cortocircuito además de pruebas para la medición de la relación de transformación y la resistencia de devanado del transformador¹⁵, el número total de veces que es necesario subir la escalera para llevar a cabo estas pruebas acumulativas pasa de 16 a 2, y el número de conexiones de cables de 46 a 7 (Tabla 2). Esto no solo mejora notablemente la eficiencia de las pruebas, sino que también aumenta la seguridad y reduce el uso de la escalera.

Además de ahorrar tiempo con las mejoras en la gestión de los cables de pruebas, los instrumentos de prueba multifunción permiten pasar de prueba a prueba de forma más rápida (lo que evita tener que guardar instrumentos y conectar otros entre pruebas) y, generalmente, solo requieren una interfaz de usuario para llevar a cabo todas las pruebas, lo que mejora la velocidad y la habilidad del usuario.

No obstante, la migración a instrumentos de prueba multifunción y a nuevos sistemas de cables deja atrás varias de las ventajas que ofrecen los instrumentos individuales de una única función y los cables tradicionales, como la posibilidad de conservar el uso de otras capacidades de prueba cuando se envía un instrumento para su calibración o reparación, un peso más ligero que facilita su manejo y el menor coste de los cables tradicionales. Curiosamente, un vehículo de pruebas de transformador proporciona una solución.

EL "VERDADERO" CONCEPTO DE VEHÍCULO DE PRUEBA

Una furgoneta de prueba de transformadores puede describirse como un vehículo cómodo y especializado en el que se transportan instrumentos de prueba de transformadores al lugar donde va a realizarse la prueba, y que también puede usarse como estación de prueba para llevar a cabo las mediciones sin extraer los instrumentos. Aunque esto aumenta la eficiencia de las pruebas al no tener que sacar y guardar los instrumentos de prueba, la tecnología de los vehículos de pruebas de transformadores ha llegado a convertirse en uno de los mayores avances no solo gracias al ahorro de tiempo que ofrece, sino también porque incluye todas las ventajas aquí descritas además de una mejor gestión de cables, entre otras cosas. Entonces, ¿qué es lo que distingue a una auténtica furgoneta de prueba de otras furgonetas?

Una auténtica furgoneta de pruebas es algo más que un vehículo especializado para transportar equipo de prueba de transformadores; una furgoneta de este tipo es en sí un instrumento sobre ruedas, con cables de prueba, accesorios e instrumentos completamente integrados. La gestión de cables se lleva a cabo en su totalidad en una interfaz inteligente ubicada en la parte trasera de la furgoneta. El número mínimo de cables de prueba que allí se encuentran (Figura 2) no justifica todos los instrumentos de prueba individuales alojados en el interior de la furgoneta y la evaluación global que puede hacerse sobre el transformador bajo prueba. En el centro del sistema se encuentra una caja de conmutación que reduce el número colectivo de cables de todos los instrumentos de prueba a un conjunto común único (Figuras 3 y 4). No existen cables de prueba, cables de conexión a tierra ni cables de bloqueo de seguridad duplicados. En el caso del interruptor de BT (Figura 3), se emplea un principio de conexión única que permite llevar a cabo la medición de la relación de transformación y la resistencia de devanado con un solo juego de cables de conexión.

11 que no era posible utilizar antes con un solo instrumento.

12 por ejemplo, el instrumento de prueba MWA de Megger.

13 La caja de conmutación automática TSX de Megger facilita 5 diagnósticos diferentes de transformador.

14 Los cables TSX de Megger están preparados para 16 A.

15 Como sucede con la caja de conmutación automática TSX de Megger.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba



Figura 2: La gestión de cables requiere trabajar únicamente con el conjunto de cables más sencillo (en la imagen) para llevar a cabo una prueba exhaustiva del transformador

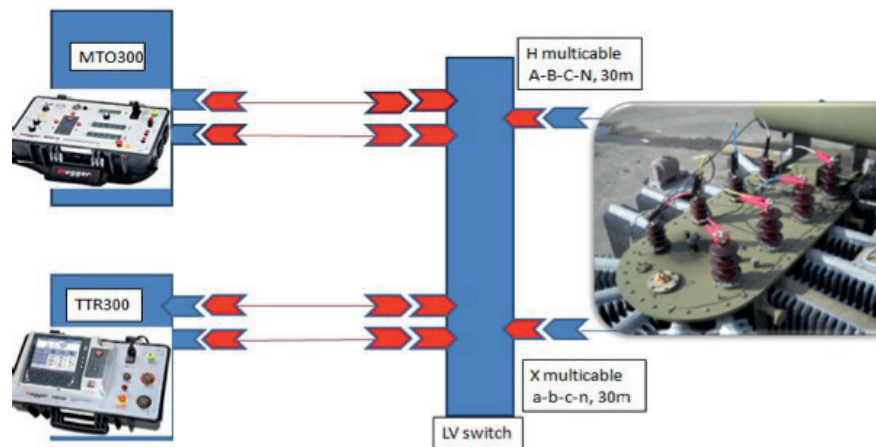


Figura 3: Interruptor de BT en la caja de conmutación de la furgoneta de prueba; los instrumentos de prueba de la relación de transformación y resistencia de devanado del transformador individual emplean el mismo juego de cables de prueba

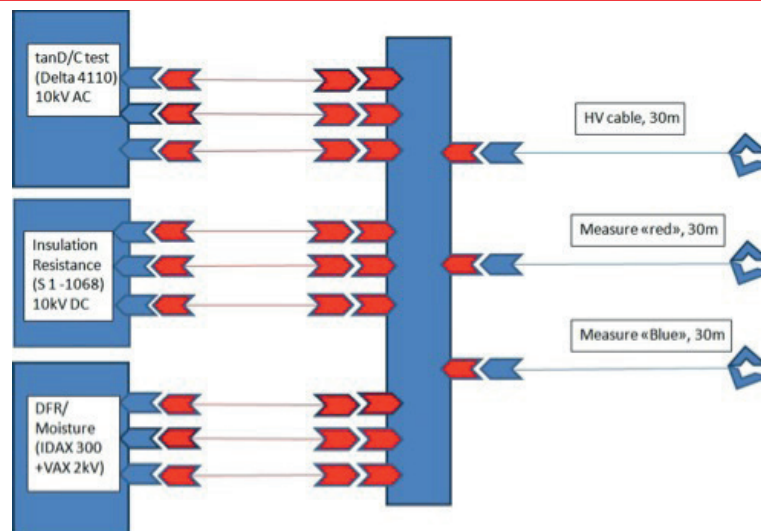


Figura 4: Interruptor de AT en la caja de conmutación de la furgoneta de prueba; los instrumentos de prueba de DFR, factor de potencial \tan y resistencia de aislamiento emplean el mismo juego de cables de prueba

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

Reducir el número de cables al mínimo común denominador o juego de cables resulta muy ventajoso. Reduce significativamente el tiempo de configuración y desconexión, y el número de cables a gestionar es menor. También puede pasarse más rápido de una prueba eléctrica a otra. Además, con el sistema de enrollado de cables resulta difícil olvidarse algún cable o guardarlo en la bolsa equivocada, lo que dificultaría su búsqueda la próxima vez que sea necesario realizar una prueba.

La interfaz inteligente de la furgoneta de prueba crea un entorno "de instrumento multifunción". Ya no es necesario contar con una interfaz directa con los instrumentos de prueba individuales que hay en la furgoneta. Los cables de prueba se encuentran conectados permanentemente a los instrumentos y no es necesario pulsar ningún botón o interruptor. No obstante, si fuese necesario, podría sacarse fácilmente cualquier instrumento de la furgoneta y usarse de forma independiente.

Cuando se desee, la transición a un entorno de instrumento individual de función única se lleva a cabo de forma fluida. Esto ofrece la ventaja de que si un instrumento requiere reparación o calibración, no se pierde el acceso al resto de las completas capacidades de prueba de la furgoneta de prueba de transformadores. De esta forma, la furgoneta de pruebas de transformadores combina lo mejor de las soluciones tradicionales con las innovaciones más recientes.

Además de ofrecer todos los beneficios de un instrumento de prueba multifunción y las ventajas de un instrumento de prueba individual, las furgonetas integradas cuentan con ventajas adicionales que no encontrará en otros instrumentos de prueba. Cuando las condiciones meteorológicas no son favorables, tanto el equipo como el personal están protegidos. Otra de las ventajas que ofrece el uso de una furgoneta integrada es contar con un generador de energía autónomo (que funciona con el motor del vehículo), por lo que resulta posible trabajar en subestaciones sin suministro eléctrico o cuando se prueba un transformador en reserva.

CONCLUSIÓN

La gestión de los cables de prueba, incluida la calidad de la conexión y la colocación correcta de los cables, es una parte esencial de las pruebas eléctricas. El tiempo necesario para realizar las pruebas eléctricas incluye la preparación de la prueba, la configuración y el tiempo que se tarda en desmontar el equipo¹⁶. Por lo tanto, mejorar la gestión de los cables de prueba puede ayudar a aumentar la eficacia de las pruebas. "Conexión única" hace referencia a la conexión una sola vez de un cable de prueba a cada terminal del pasatapas (sin "toques" posteriores) para llevar a cabo todas las pruebas en cada fase de un transformador trifásico. Un juego de cables de prueba de "conexión única" reduce el número de conexiones totales necesarias para llevar a cabo pruebas eléctricas en todas las fases de un transformador trifásico, como las pruebas de relación de transformación y resistencia de devanado del transformador, y elimina la posibilidad de realizar conexiones de prueba incorrectas.

Los conjuntos de cables de prueba de "conexión única" pueden usarse con los instrumentos de prueba de transformadores de función única, así como con instrumentos de prueba multifunción. En comparación con los instrumentos de prueba de función única, los instrumentos de prueba multifunción aceleran la transición entre las distintas pruebas eléctricas, ya que no requiere instalar y desmontar instrumentos para pasar de una prueba a la siguiente. Además, los instrumentos de prueba multifunción solo requieren una interfaz de usuario para realizar todas las pruebas, lo que mejora la velocidad y la habilidad del usuario.

Una de las ventajas de los instrumentos de una sola función que se sacrifica con la adopción de instrumentos multifunción es la posibilidad de usar otras capacidades de prueba eléctrica incluso cuando un instrumento (de función única) se envía para su reparación o calibración; cuando esto sucede, se pierde la capacidad para realizar varias pruebas en lugar de una sola prueba.

Una auténtica furgoneta de pruebas de transformadores brinda las ventajas de las soluciones más recientes al tiempo que mantiene todas las ventajas de las soluciones tradicionales, por lo que ofrece una mayor eficiencia y seguridad que el resto de soluciones.

Al aumentar la eficiencia de las pruebas eléctricas de los transformadores con los avances en la gestión de los cables de prueba, mejoran también la seguridad y la fiabilidad¹⁷. Reducir el número de conexiones y de cambios de conexión reduce también el número de veces que es necesario subir la escalera hasta la parte superior del transformador. En algunas pruebas concretas, tocar cada terminal del pasatapas con una varilla de puesta a tierra antes de retirar los cables de prueba evita el riesgo de sufrir una descarga eléctrica. Minimizar el número de desconexiones disminuye las posibilidades de que el encargado de la prueba se vuelva complaciente e ignore las medidas de seguridad recomendadas.

¹⁶ Con la excepción de las mediciones de frecuencia de respuesta dieléctrica, donde la medición real del tiempo puede llevar alrededor de veinte minutos.

¹⁷ la fiabilidad de los resultados de las pruebas es más probable.

Eficiencia de las pruebas eléctricas mediante la gestión de cables de prueba

REFERENCIAS

- [1] D. Dennisov, A.P. Aleev, "Integrated test van for maintenance and diagnosis of power transformers", (Furgoneta de pruebas integrada para el mantenimiento y diagnóstico de transformadores eléctricos), Conferencia Internacional sobre Monitor y Diagnóstico de la Condición, Xi'an, China, septiembre de 2016.