

Pruebas eléctricas convencionales en devanados de estator

El objetivo de este documento es ofrecer una visión general de los métodos de pruebas eléctricas más comunes, lo que pueden detectar y sus limitaciones. Estas pruebas son una práctica común de la mayoría de los técnicos de pruebas de todo el mundo y se mencionan en las normas internacionales. En este documento se tratarán los cuatro métodos de prueba siguientes:

- > Medición de la resistencia del aislamiento de CC
- > Medición del índice de polarización (PI)
- > Prueba de alta tensión no disruptiva
- > Medición de la resistencia del devanado

Medición de la resistencia del aislamiento de CC

Para obtener una estimación aproximada sobre el estado del aislamiento, se realiza la medición de la resistencia del aislamiento de CC. Problemas graves en el aislamiento pueden detectarse con esta simple prueba. Además, la prueba permite una estimación del estado de la superficie del devanado mediante la comparación con los datos de mediciones anteriores.

La resistencia del aislamiento es el cociente de la tensión directa aplicada a través del aislamiento, dividida por la corriente total resultante en un momento dado:

$$IR: U_{\text{prueba}} / IT_{\text{(total)}}$$

La corriente total resultante (IT) puede modelarse como la suma de estas cuatro corrientes diferentes:

- > Fuga superficial (IL)
- > Capacitancia geométrica (IC)
- > Conductancia (IG)
- > Absorción (IA)

Índice de polarización (PI)

El índice de polarización (PI) se deriva de la medición de la resistencia del aislamiento y es un valor simple que da una indicación aproximada del estado del aislamiento. Se define como la relación entre el valor de la

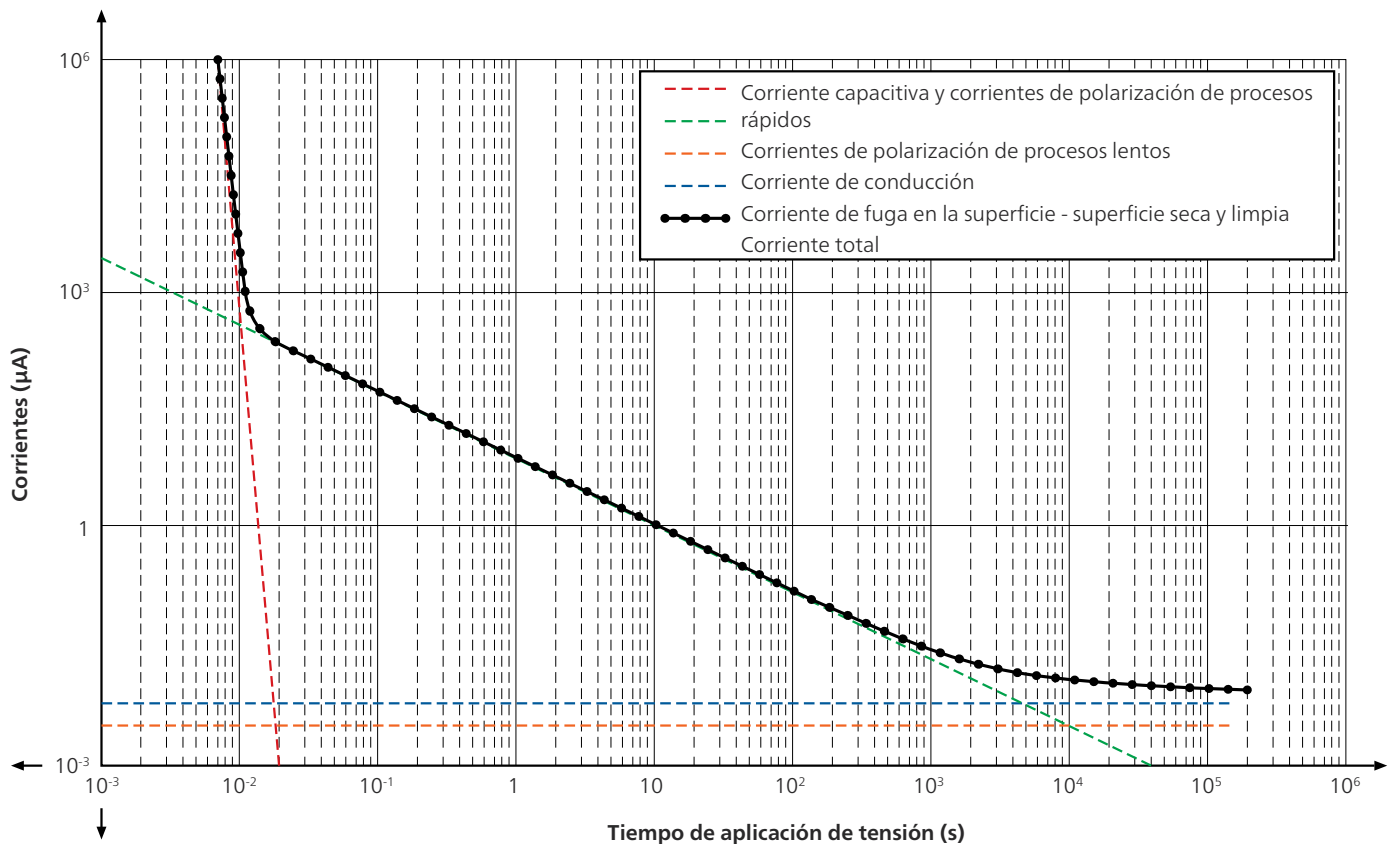


Figura 1: Corriente relativa en el tiempo de aplicación de tensión. Comportamiento típico de un devanado seco y limpio a base de resina sintética (las escalas son logarítmicas); Fuente: IEC 60034-27-4:2018

Ventajas de la medición de la resistencia del aislamiento de CC:

- > Fácil de configurar
- > Detección de posibles grandes defectos

Desventajas de la medición de la resistencia del aislamiento de CC:

- > Larga duración de la prueba
- > Medición de CC: La distribución de la tensión no es la misma que durante el funcionamiento
- > No se detectan defectos individuales

resistencia de 10min y el valor de la resistencia de 1 min.

Existen límites recomendados para el valor de PI en función de la clase térmica del sistema de aislamiento. Esto no elimina la responsabilidad de conocer el sistema de aislamiento y su comportamiento típico. Como en cada prueba, una comparación entre fases (si es posible) o una comparación de los resultados de las mediciones a lo largo del tiempo son los métodos más efectivos para determinar el estado del aislamiento.

Prueba de tensión no disruptiva (CA)

La prueba de tensión no disruptiva es una prueba de CA con un simple criterio de conformidad/inconformidad. La prueba se realiza con una alta tensión de CA, generalmente más alta que la tensión nominal durante un cierto tiempo. Si el dispositivo en prueba soporta la tensión durante este período, la prueba queda superada.

El objetivo de la prueba es evidenciar posibles puntos débiles en la misma condición eléctrica que durante el funcionamiento normal (tensión de CA). Estos puntos débiles no siempre son detectables con otras pruebas. Si las pruebas provocan una avería, la parte del devanado debe repararse antes de volver a ponerse en servicio.

Aunque es una prueba potencialmente dañina, es un método muy efectivo para identificar los puntos débiles. Como la energía durante las pruebas es comparativamente baja en comparación con la energía durante el funcionamiento, el daño causado durante las pruebas es sólo local. Dado que la prueba se realiza durante el mantenimiento, pueden evitarse tiempos adicionales fuera de servicio debido a una falla provocada.

Medición de la resistencia del devanado de CC/contacto

La medición de la resistencia del devanado de CC se realiza en fábrica o durante la puesta en servicio de una máquina para comprobar las pérdidas calculadas y si existen problemas de soldadura o contacto. Las pruebas de resistencia del devanado también se realizan durante las mediciones de rutina.

Ventajas de la prueba de tensión no disruptiva (CA):

- > Fácil evaluación (criterios Sí/No)
- > Distribución de la tensión en el aislamiento, por ejemplo, durante el funcionamiento
- > Se detectan "puntos ocultos"

Desventajas de la prueba de tensión no disruptiva (CA):

- > Prueba potencialmente destructiva
- > Esfuerzo de montaje medio

Es una herramienta efectiva para detectar problemas de contacto en los devanados, conectores de los polos o devanados de los polos. Por ejemplo, los problemas debidos a malos contactos de soldadura son un problema, especialmente en las máquinas más antiguas.

Se inyecta una corriente continua en el devanado del estator y se mide la caída de tensión. Debido a la alta inductancia del devanado de estator, deberá registrarse la corriente una vez se haya estabilizado. La resistencia del devanado se calcula mediante $R_M = U_{prueba} / I_{prueba}$. Debido a la baja resistividad de los devanados (rango $\mu\Omega$), se debe aplicar la configuración de medición de 4 hilos como se muestra en la figura 2. De lo contrario, la resistencia de contacto falsificaría la medición.

El valor de la resistencia se corrige en función de la temperatura (según la norma IEC/IEEE aplicable) para comparar los resultados.

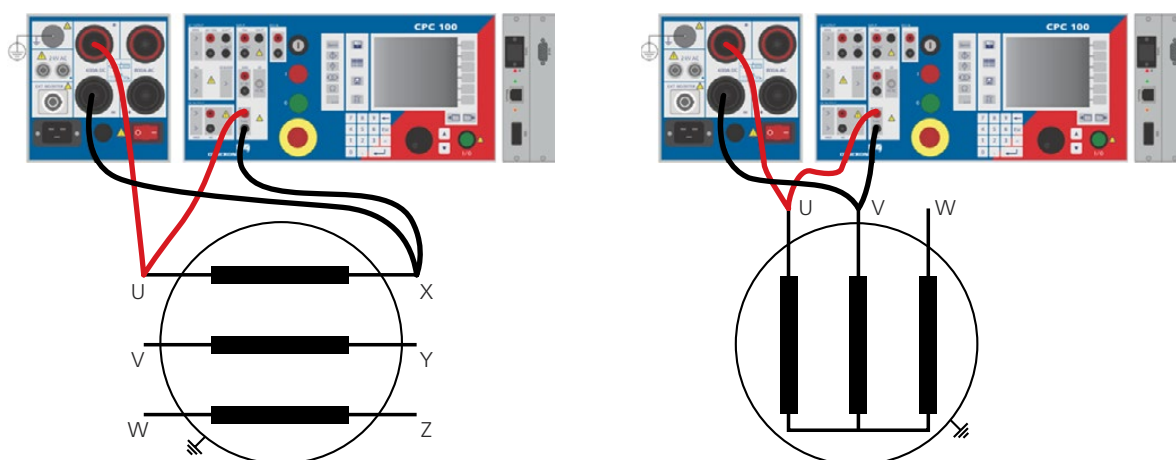


Figura 2: Medición de la resistencia del devanado de CC de cuatro hilos en el devanado del estator con punto de estrella abierto (izquierda) y punto de estrella cerrado (derecha).