

EM ELECTROMOTORES

PRUEBA DE ALTO POTENCIAL (HI-POT) PARA LA EVALUACIÓN DEL BOBINADO EN MÁQUINAS ELÉCTRICAS ROTATIVAS



Resumen - Las pruebas de sobretensión, también conocidas como de alto potencial o "Hi-Pot", se utilizan regularmente para garantizar la fuerza dieléctrica mínima del sistema de aislamiento. No es una prueba destructiva, ni degrada los materiales. Dichas pruebas se realizan en todo o en parte del bobinado, para probar la condición a tierra del aislamiento de grandes máquinas rotativas.

HI POT

Es común que los usuarios de motores y generadores apliquen las pruebas de sobretensión en corriente directa (Hi-Pot en DC) periódicamente [1]. Esto permite la detección in situ de debilidades del sistema de aislamiento, y su reparación durante una parada programada. También es una prueba de rutina para verificar la condición del aislamiento a tierra cuando las máquinas se construyen o reparan [2]. Deben aplicarse, cuando sea posible, por fase, con las dos fases restantes y los dispositivos auxiliares conectados a tierra.

Las pruebas de Hi-Pot en DC son útiles para discernir cualquier debilidad avanzada o incipiente en la estructura del aislamiento que pueda conducir a fallas en el servicio. La prueba es una herramienta útil para detectar distintos problemas, tales como: grietas y fisuras, absorción de humedad, separaciones de cintas aislantes, contaminación, ausencia de curado, y delaminación interna en las capas de epoxi/mica del devanado.

Una pregunta recurrente es si la prueba es destructiva. La respuesta a esta pregunta es NO, planteada a menudo por los gerentes de mantenimiento, que tienen que aprobar la aplicación de las pruebas de Hi-Pot a sus máquinas. Además, dichas pruebas NO introducen ninguna degradación significativa en una máquina con un buen sistema de aislamiento. Las máquinas que fallaron durante una prueba de Hi-Pot, siempre han tenido un sistema de aislamiento deficiente, confirmado en un examen posterior a la falla [3]. Por el contrario, un aislamiento en buen estado soportará normalmente entre 2 y 3 veces la tensión aplicada en Hi-Pot DC.

Cuando una tensión en corriente continua se aplica a un estator de una máquina rotativa, como lo muestra la Fig. 1, entre el bobinado y la carcasa (tierra), se pone a prueba el aislamiento a tierra. Aparece una corriente I , la cual es producida por 2 fenómenos, que son:

- Corriente de Conducción y Corriente de Fuga, las cuales son producidas por cargas que pasan por el aislamiento, donde ambas corrientes son constantes en el tiempo, y dependen de: la temperatura, la tensión de la prueba y la presencia de defectos. [4]
- Corriente de Absorción, asociada a un fenómeno llamado Polarización, y tiene que ver con la orientación de las partículas dipolares del material aislante, que se organiza para enfrentar la tensión (campo eléctrico), y esta es función del tipo de aislante, además decrece con el paso del tiempo. [4]

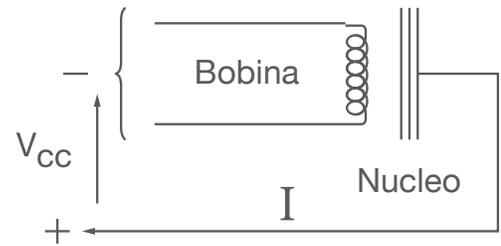


Figura 1: Configuración básica de una prueba de Hi-Pot en corriente continua

Para las pruebas de Hi-Pot en CC, la tensión recomendada es una función de la tensión nominal de la máquina multiplicada por un factor para representar la relación entre la tensión de prueba (CC) y la tensión alterna (RMS). La selección de la tensión máxima es como sigue [2]:

1. Prueba de aceptación: para máquinas nuevas y rebobinadas, ya sea en fábrica, en taller o en el sitio. La tensión de prueba es 1.7 veces $[2E + 1000]$ V (donde: E es la tensión línea-línea).
2. Prueba de mantenimiento: para máquinas en servicio. La prueba se realiza a la tensión entre un 65 % y 75 % del valor 1.7 veces $[2E + 1000]$ V.

La aplicación de la tensión debe ser gradual, para evitar exceder la máxima tensión de prueba. La duración de la misma típicamente es de un minuto (mayoría de los casos), y puede llegar hasta diez minutos (algunos casos), contados a partir de que se alcanza el valor máximo de la tensión. Cuando la prueba está completa, la fuente de tensión se reduce a cero y el bobinado debe ser descargado a tierra.

Los expertos recomiendan hacer la prueba de Hi-Pot DC para máquinas en servicio cada 3 a 5 años, idealmente coincidiendo con trabajos de mantenimiento mayor y como una forma de recertificar la condición de la unidad. Al pasar la prueba, se considera que el sistema de aislamiento es suficientemente robusto para una operación confiable.

REFERENCIAS

1. B. Gupta, G. Stone, and J. Stein Stator Winding Hipot (high potential) Testing," in *Electrical Insulation Conference EIC*, 2009, no. June, pp. 409–413, doi: 10.1109/EIC.2009.5166381.
2. *IEEE Std 95 Recommended Practice for Insulation Testing of AC Electric Machinery (2300 V and Above) With High Direct Voltage*. USA, 1995, pp. 1–57.
3. G. Stone, "Stator Winding Hipot Testing," *Iris Power*, no. February, Toronto, pp. 1–4, 2007.
4. *IEEE Std 43 Recommended Practice for Testing Insulation Resistance of Rotating Machinery*. USA, 2013, pp. 1–26.

Autores: Dr.-Ing Oscar Núñez Mata y Departamento de Ingeniería de Electromotores.

**CONTACTE AL DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA PARA RECOMENDACIONES
ACERCA DE LA APLICACIÓN DE LA PRUEBA HI POT**