

# 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 en sitio 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]

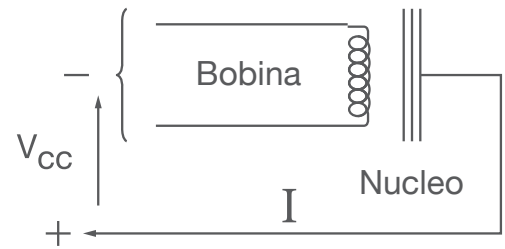


Figura 1: Configuración básica de una prueba de Hi-Pot en corriente continua

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**