

motor tico

BOLETÍN MENSUAL PREPARADO POR WWW.MOTORTICO.COM, COSTA RICA

MAYO 2013

Prueba del Índice de Polarización (PI)

El Índice de Polarización es una de las pruebas de aislamiento más usadas hoy en día, útil para el diagnóstico de máquinas eléctricas rotativas. Antes de revisarla, es importante profundizar en la estructura interna de los materiales aislantes, para su mejor comprensión.

Estructura de un Aislante

Desde el punto de vista de cargas eléctricas, un aislante puede considerarse como un conjunto de partículas cargadas eléctricamente, de 2 tipos, esta son:

- Cargas Libres (*Positivas y Negativas*), son pocas.
- Cargas Asociadas (Llamadas *Dipolos*).

Las cargas libres son responsables de la conducción, éstas son: Electrones o Iones (subpartícula cargada eléctricamente, + o -), que pueden desplazarse. Por otro lado, los Dipolos son **pares de carga** de distinto signo (+ -), que se mantienen distribuidas por la estructura, sin desplazarse, aunque pueden girar sobre su eje. La Figura 1 siguiente muestra la estructura interna de un Aislante.

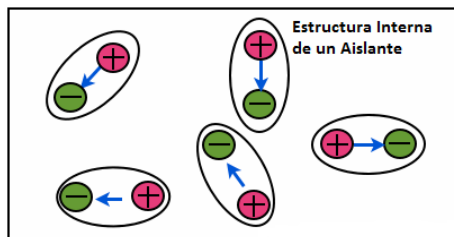


Figura 1 Aislante mostrando los Dipolos internos.

Algunas consideraciones sobre los Aislantes son:

- Las Cargas Libres (+ o -) se *desplazan*.
- Los Dipolos *giran*.
- Se acumula trabajo igual a la energía eléctrica aportada por la fuente externa.

- Se dice que el material se **Polariza**, esto significa que los dipolos se **orientan** por acción de una fuente externa.
- Un material con esta condición se llama: **Dieléctrico**.
- Es una condición **Reversible**, es decir: en presencia de la fuente externa se mueven, pero al retirarse tienden a relajarse.
- Si se alimenta con Corriente Alterna el efecto es igualmente **Alternó**, es decir los dipolos giran constantemente.

Breve Historia

Los primeros aislantes utilizados fueron naturales como: Fibras de celulosa, seda, lino, lana, cuero, ceras, petróleo (Asfalto), asbesto, mica, arena. Algunos de ellos combinaron para dar origen a nuevos materiales. En 1908, el Dr. Baekeland produjo los primeros materiales sintéticos (Resinas Fenol-Formaldeidas, ej: Bakelita). Durante la I Guerra Mundial, las resinas de asfalto se combinaron con Mica para mejorar los aislantes de ranuras (Métodos hasta 1980). En 1974, el IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de USA) introdujo su estándar para pruebas de aislamiento en máquinas rotativas, el IEEE 43, basado en Corriente Directa. En este incorporó una prueba para evaluar la condición del aislamiento desde el punto de vista del tiempo, conocido como INDICE DE POLARIZACIÓN. Por ser un **Índice**, se basa en una operación matemática.

Componentes de la Corriente en la Prueba de CD

Cuando se prueba un material aislante en Corriente Directa (CD), el fenómeno que predomina es la **Resistencia de Aislamiento (IR)**. A diferencia de las pruebas de aislamiento en

Corriente Alterna (CA), donde la característica más importante es la *Capacitancia*, útil para encontrar problemas internos del material. Es así como la Resistencia de Aislamiento se ve afectada principalmente por la presencia de humedad y contaminación en las capas exteriores, y la temperatura. Es posible usar la Ley de Ohm para encontrar la relación que describe la prueba, esto es (IR: Resistencia de Aislamiento):

$$IR [M\Omega] = V/I$$

La Figura 2 muestra cómo se hace la prueba de aislamiento.

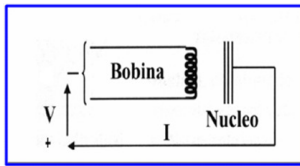


Figura 2 Prueba de Aislamiento en CD.

Es posible, para efectos de análisis, separar la corriente **I** en 3 componentes principales, esto es:

If: Corriente de fuga, que fluye por los contaminantes y zonas externas de los aislantes. Constante en el tiempo.

Ic: Corriente Capacitiva, relacionada con la carga del capacitor que se forma, desaparece en el primer minuto de prueba.

Ip: Corriente de Absorción o Polarización, se relaciona con el movimiento de los Dipolos, que se re orientan en presencia de la fuente de CD.

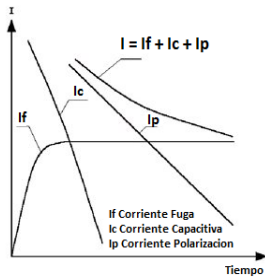


Figura 3 Componentes de Corriente de la Prueba de Aislamiento en CD.

Prueba del Índice de Polarización (IP)

Cuando se hace una prueba de aislamiento en corriente directa, los dipolos tienden a orientarse por acción de la fuente externa. Esta orientación sigue la **Ley de Cargas**, que enuncia que las cargas de igual signo se repelen, mientras que las de diferente signo se atraen. Este proceso lo muestra la figura 4.

El IP fue desarrollado para hacer una interpretación menos sensible a la temperatura, y es la división de dos valores de IR, en dos diferentes momentos, por lo que no tiene Unidades. La fórmula del IP es:

$$IP = \frac{IR_{10\ min}}{IR_{1\ min}}$$

Un IP de 2 a 4 se considera aceptable. Aunque se prefiere mínimo de 3. Esta criterio de aceptación, sin embargo, no se aplica al actual sistema de aislamiento en motores modernos, ya que muestran valores de IR muy altos, especialmente máquinas con sistemas VPI. La norma IEEE 43 indica que cuando se obtengan IR mayores a 5000MΩ la prueba de IP pierde sentido.

Además, en la fórmula del IP, la corriente de polarización se utiliza para determinar si la corriente de fuga If es excesiva. Si esta corriente es mucho más grande que la de polarización actual, el IP será de aproximadamente uno. Se sabe a partir de la experiencia, que si el IP es aproximadamente uno, la corriente de fuga es suficientemente grande, y predomina en la prueba. A la inversa, si la de fuga es baja comparada con la corriente de polarización, el IP será mayor que 2.

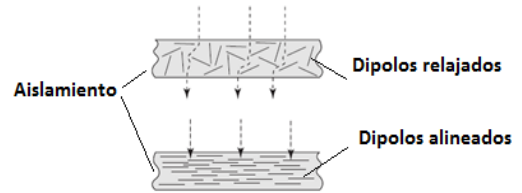


Figura 4 Orientación de Dipolos por acción de la fuente externa.

Valores MUY altos de IP

Cuando se obtengan IP mayores a 6-8 pueden, en principio parece ser muy bueno, sin embargo no son recomendados. Es posible que un deterioro térmico esté presente, lo que cambia fundamentalmente la naturaleza de aislamiento y por lo tanto las corrientes de polarización que fluyen. Es muy probable que un deterioro aumentado esté presente en el bobinado, la forma de comprobarlo es por medio de una inspección manual y visual. Para la comprobación final se sugiere una prueba de Hi Pot (Alto Potencial), con un equipo especial.

Recomendaciones finales

- Antes de aplicar la prueba de IP, se recomienda aterrizar el bobinado, esperar 20-30 minutos, luego de ser apagado el motor.
- Tomar en cuenta dónde se está realizando la prueba, en el Centro de Control de Motores, o directamente en el motor, ya que los conductores también sufren deterioro. Se recomienda hacer IP directamente en el motor.
- Algunos instrumentos registran los valores de la prueba durante los 10 minutos, y muestra las gráficas en el tiempo. Se ha encontrado útil revisar la forma de la onda. La figura siguiente muestra algunos casos de estudio.

Figura 5 Alternativa de análisis para el IP por medio de gráficas.

