

Usos del Aluminio en Transformadores (Tercera parte)

Consideraciones de diseño.

Propiedades Eléctricas y su efecto en el diseño

A primera vista, la necesidad de tener que incrementar el área de la sección transversal del aluminio con respecto a la del cobre en más o menos 50% ó 60 % pudiera parecer que tiene un efecto intolerable en los demás materiales involucrados tales como el núcleo, tanque y cantidad de litros de líquido aislante. Pero realmente este efecto es mucho más reducido por el hecho de que los conductores ocupan un pequeño porcentaje de la ventana del núcleo del transformador, y todo depende del “factor de espacio” de los conductores, repercutiendo realmente en un incremento que puede ir desde un 4 % hasta un 19 % en las dimensiones de la ventana, en el peor de los casos.

Propiedades Térmicas y su efecto en el diseño

En un transformador, el principio térmico a considerar es la caída de temperatura de la superficie del conductor al medio refrigerante. Bajo esta consideración, el aluminio tiene una inherente ventaja sobre el cobre ya que en la base de iguales pérdidas por unidad de longitud, sus watts por unidad de área son únicamente el 78% de las del cobre.

Como medida adicional el diseñador puede considerar colocar en la bobina ductos de enfriamiento mas amplios que para el cobre.

Propiedades Mecánicas y su efecto en el diseño

El aspecto mecánico es particularmente importante debido a que el devanado debe diseñarse adecuadamente para soportar las fuerzas de corto circuito.

Es importante seleccionar el tipo de construcción de los devanados según sea el tipo de transformador así como también sus rangos de tensión que debe manejar. Por ejemplo, para devanados de baja tensión de digamos 350 Amps o mayores, es conveniente considerar como conductor hoja ó foil de aluminio para lograr equilibrar los centros eléctricos de los devanados de Baja y Alta Tensión y así evitar los esfuerzos verticales de corto circuito.

Para devanados de Alta Tensión, se puede elegir alambre o solera de aluminio con un forrado adecuado a la tensión que se va a manejar y siempre en combinación con papel dieléctrico entre capas del tipo Kraft Insuldur con rombos de resina epóxica que al curar se adhieran al conductor, y con esto se logre obtener una masa sólida que pueda soportar los esfuerzos de corto circuito.





Terminaciones y Uniones

En el pasado, cuando se discutía sobre el uso del aluminio en los devanados de los transformadores siempre brincaba el problema concerniente a la dificultad para soldar las uniones y terminaciones en la parte viva del transformador. Lo anterior fue causado principalmente por el prematuro uso del aluminio y a la carencia de técnicas adecuadas para soldar este material. Afortunadamente, los años de experiencia en el uso del aluminio dieron pauta al desarrollo de nuevas técnicas para soldar, de tal manera que en la actualidad ya no se considera un problema.

Básicamente existen dos métodos de soldado para uniones y terminaciones con material de aluminio y son:

- Método TIG (Electrodo de Tungsteno en un gas inerte), el cual es usado para unir el foil o lámina de aluminio a la barra también de aluminio usada como guía, generalmente de Baja Tensión. Este tipo de soldadura permite obtener acabados sumamente finos, de tal manera que no se tengan rebabas ni puntas que perforen el papel aislante entre capas.
- Método MIG (Soldadura con micro alambre en gas inerte), el cual puede ser usado para las uniones fuera de las bobinas, tales como el cierre del neutro, terminaciones, etc.

Otras consideraciones

En el desarrollo de la aplicación del aluminio como conductor de los devanados se han observado algunos fenómenos de interés, tales como: Se encontró que el aceite aislante del transformador era mucho más estable en presencia del aluminio que en presencia del cobre, dado que aparentemente el cobre actúa como un agente catalítico.

Otro fenómeno fue que la adhesión al papel con resina epóxica era tres veces mas fuerte con el aluminio que con el cobre.

Conclusiones:

Generalmente, el uso de conductores de aluminio en los devanados tendrá un núcleo mas grande, por lo tanto demandará un tanque mayor, así como también una mayor cantidad de litros de líquido aislante, sin embargo el costo actual de los conductores de cobre nos abre una gran oportunidad de mantener la eficiencia y el uso económico de la energía eléctrica con beneficios para fabricante y usuario, si usamos conductores de aluminio grado eléctrico.