



PTE CONSULTORÍA

Somos una empresa de ingeniería especializada en transformadores de potencia que busca apoyar a empresas del sector eléctrico e industriales en procesos de interventoría, consultoría, capacitación y asesorías para garantizar que los equipos operen de forma óptima y de esta manera mejorar la confiabilidad de los sistemas de potencia.

Los transformadores de potencia son equipos que juegan un papel crucial en los sistemas de generación, transmisión y distribución de cualquier sistema eléctrico y/o proceso industrial. Una indisponibilidad de estos equipos puede generar grandes pérdidas económicas y de productividad, es por esto que a la hora de adquirir un transformador nuevo se deben concentrar todos los esfuerzos y herramientas para obtener un equipo de máxima calidad.

Un transformador que ha sido correctamente especificado y diseñado tendrá un excelente comportamiento en las cuatro bases del diseño de máquinas eléctricas: DIELECTRICO, CORTOCIRCUITO, TÉRMICO y MECÁNICO y esto acompañado con buenos procesos de fabricación y materiales de primera calidad son la mezcla perfecta para producir transformadores para 50 años de vida o más.

Queremos ser un aliado estratégico de todos nuestros clientes en procesos de adquisición de transformadores, estudios de causa raíz y análisis de las fallas, capacitaciones técnicas especializadas, acompañamiento y asesoría en cualquier tema relacionado con transformadores de potencia y contamos con un equipo de expertos con más de 35 años de experiencia y herramientas de última tecnología para asegurarnos de ejecutar nuestros proyectos con profesionalismo, dedicación, calidad y ética.

ELABORACIÓN Y REVISIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

El primer paso para la compra exitosa de un transformador de potencia es el documento de especificaciones técnicas de cada compañía, este es el documento en donde se plasman los requisitos MÍNIMOS que debe cumplir el prototipo de los fabricantes interesados en suministrar el transformador y es el documento más importante y prima por encima incluso de las normas nacionales e internacionales, estas especificaciones técnicas serán tomadas por el fabricante como la base para el diseño con el cual va a calcular los costos para su oferta económica.

Es por esto que no se debe omitir un solo detalle que sea importante para las necesidades del sistema de potencia, condiciones ambientales y demás información relevante para el proyecto. PTE consultoría presta el servicio de consultoría y revisión del documento de especificaciones técnicas con el cual las compañías están comprando actualmente sus transformadores, en búsqueda de garantizar que el documento se encuentra actualizado con la normatividad vigente, las buenas prácticas de fabricación, los más exigentes



ensayos de recepción en fábrica y todos los requisitos y exigencias necesarias para asegurar que los prototipos propuestos sean diseñados correctamente.

REVISIÓN DEL DISEÑO

Después de tener bien consolidado el proyecto con un documento sólido de especificaciones técnicas y haber adjudicado el transformador a un fabricante, este último debe presentar los diseños de su prototipo para una revisión de diseño. Esta revisión debe estar pactada entre el fabricante y el comprador, su alcance debe estar claramente indicado en las especificaciones técnicas, y se realizará de acuerdo con el Technical Brochure N°529 del CIGRE: "Guidelines for conducting design reviews for power transformers", publicado en abril 2013 por el Working Group A2.36. En este Technical Brochure se establecen la información requerida que debe ser suministrada por el fabricante para dicha revisión.

El estudio de revisión de diseño consiste en hacer una simulación general del prototipo para estudiar las características básicas como lo son las potencias, pérdidas, voltajes, impedancias, capacitancias, etc. Posteriormente se realizan cuatro estudios especializados para estudiar el comportamiento del equipo en los siguientes aspectos.

1. Estudio de corto circuito: Los bobinados y todos los elementos aislantes y estructurales de la parte activa del transformador deben ser diseñados para soportar las fuerzas de cortocircuito a las cuales va a estar expuesto el transformador. Este estudio consiste en revisar las estructuras mecánicas y simular su comportamiento a las fuerzas generadas durante la falla y la deformación que estos tendrán. El diseño es exitoso si las estructuras soportan los esfuerzos aplicados por dichas corrientes de falla sin que exista una deformación mecánica inadmisibles.

2. Estudio dieléctrico: Los transformadores en operación van a estar expuestos a sobretensiones de rayo y de maniobra, por tanto, el fabricante debe garantizar que las estructuras dieléctricas están en la capacidad de soportar dichas sobretensiones sin que exista un daño en los aislamientos sólidos o ruptura de los dieléctricos. El estudio parte y tiene como base los ensayos dieléctricos que recomiendan las normas internacionales y este se considera exitoso cuando la magnitud de los campos eléctricos encontrados por las simulaciones es inferior a los necesarios para excitar la inserción de descargas parciales en los ensayos dieléctricos en los materiales aislantes.

3. Estudio Térmico: Uno de los causantes más importantes del envejecimiento de los materiales aislantes y por tanto de la reducción de la vida útil del transformador, es la temperatura de operación del transformador. Es por esto que es de suma importancia revisar que el transformador en operación nominal y a plena carga no exceda en ningún punto, las temperaturas recomendadas para los diferentes tipos de



materiales aislantes. Simular el comportamiento térmico del transformador nos da la seguridad que no va a tener un envejecimiento prematuro. Cabe resaltar que el estudio es exitoso cuando en las simulaciones térmicas el transformador en ningún punto de sus devanados, aceite o hot spot supera los límites máximos establecidos por las normas.

4. Estudio Mecánico: El diseño mecánico del tanque del transformador y todos sus elementos estructurales debe ser capaz de soportar la sobrepresión y el vacío especificado por las normas, permitir las maniobras de transporte del transformador, soportar sin rotura el arco interno y las exigencias sísmicas que correspondan al lugar de instalación

Una vez culminado el estudio se tiene la certeza que el prototipo presentado por el fabricante cumple a cabalidad con los requisitos planteados en el documento de las especificaciones técnicas y en las normas aplicables y por tanto el fabricante puede comenzar el proceso de fabricación.

INTERVENTORÍA EN PROCESOS DE FABRICACIÓN

Una vez comenzada la fabricación del transformador existen diversos procesos que son fundamentales para garantizar la calidad del producto final y es muy importante realizar una auditoría durante dichos procesos. A continuación, se mencionan algunos ejemplos:

- Corte y apilado del núcleo.
- Fabricación de devanados.
- Proceso de estabilización y prensado de los devanados.
- Ensamble de la parte activa.
- Proceso de secado.
- Procesos metalmecánicos.

ACOMPañAMIENTO EN LA RECEPCIÓN DE EQUIPOS

Una vez que el transformador se ha fabricado, es de suma importancia realizar los ensayos de recepción en fábrica propuestos en las especificaciones técnicas y en las normas vigentes. Estos ensayos deben ser realizados siguiendo un estricto orden y cumpliendo con todos los requisitos para garantizar que el transformador sea probado correctamente y de esta manera evitar fallas prematuras en el transformador.

PTE Colombia lo acompañará en todo el proceso de recepción del equipo incluyendo la revisión del plan de pruebas, la visita a la planta para la ejecución del ensayo, la revisión y la interpretación de los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos para garantizar la entrega del transformador a satisfacción. Posteriormente, se realizará un proceso de acompañamiento en la instalación del equipo en la subestación y a las pruebas finales del transformador para así cerrar el ciclo de adquisición de transformadores de potencia.



CAPACITACIONES ESPECIALIZADAS

El recurso más importante en cualquier organización lo conforma el personal implicado en las actividades laborales, por lo cual PTE Colombia quiere presentar su nuevo plan de capacitación técnica y especializada en transformadores de potencia enfocado en la creación de espacios de aprendizaje con expertos de talla internacional; el personal desarrollará habilidades, mediante una red de aprendizaje conjunto, sobre aspectos fundamentales que van desde el diseño, la recepción, instalación, operatividad y mantenimiento de transformadores entre otros.

1. Fundamentos de diseño: este curso es una herramienta muy poderosa para todos los ingenieros relacionados con transformadores de potencia. Si bien es cierto que, las funciones que tenemos a cargo no incluyen diseñar un transformador de potencia, conocer el proceso, y los parámetros que se tienen en cuenta en el diseño, nos permite tener una base sólida a la hora de la elaboración de **especificaciones técnicas, compra de nuevos equipos, recepción en fábrica de transformadores, diagnósticos de falla, mantenimiento de nuestro parque eléctrico, etc.**

El objetivo del curso no es diseñar un transformador desde sus inicios, sino un buen entendimiento de los fundamentos del diseño, las estructuras mecánicas para soportar las fuerzas de corto circuito, las estructuras dieléctricas para soportar los esfuerzos generados en los ensayos y en operación y el moldeamiento térmico del transformador.

2. Profundizaciones: se busca profundizar en los elementos a tener en cuenta para un diseño óptimo de los transformadores.

CORTO CIRCUITO: Las corrientes de cortocircuito generan esfuerzos mucho mayores a los generados en operación. Los transformadores deben tener un diseño mecánico capaz de soportar las diferentes fallas a las que se verá expuesto el equipo durante su operación.

MODELADO TÉRMICO: Estudio de los diferentes tipos de transferencia de calor existentes dentro del transformador. Las temperaturas internas no deben exceder los límites permitidos dentro de las normas, para evitar un deterioro acelerado que disminuya la vida útil del equipo.

DISEÑO DIELECTRICO: Los campos eléctricos en las estructuras de aislamiento, deben ser diseñados cumpliendo con los estándares de los proveedores para evitar la inserción de descargas parciales y le permitan al equipo soportar todas las transitorios de tensión a los que estará expuesto durante los ensayos de recepción en fábrica y en servicio.

3. Especificaciones y recepción de equipos: después de conocer los fundamentos, procesos, pasos y parámetros del diseño de transformadores, esta sección brinda herramientas para la elaboración de especificaciones técnicas, evaluación y selección de proveedores, criterios en los materiales utilizados, revisión de diseño y demás actividades previas a la compra de un transformador de potencia.

4. Ensayos: la capacitación en ensayos de recepción en fábrica y de mantenimiento en campo busca un entendimiento completo de los mismos y la respuesta a las tres preguntas fundamentales que debemos hacernos antes de encarar cada uno de los ensayos en fábrica y en campo:

- a. ¿Para qué se realiza?
- b. ¿Cómo se realiza?
- c. ¿Cómo interpretamos los resultados?

De esta manera aseguramos que la recepción de los equipos cumpla con todas las exigencias y las normas internacionales.

5. Operación y diagnóstico: para cerrar el ciclo de capacitaciones esta última sección busca promover las buenas practicas desde la recepción del equipo en fábrica, la instalación de los transformadores en las subestaciones, la operación y el mantenimiento que nos permitirá mantener y en algunos casos alargar la vida útil del transformador.

De la misma manera poder realizar un monitoreo constante a nuestro parque de transformadores y diagnósticos acertados de la condición de cada uno de ellos basados en las pruebas eléctricas y el estado del fluido aislante del Transformador.

En esta parte se incluye la capacitación en Guías de Carga de Transformadores que nos permiten gerenciar la operación de los transformadores en condiciones de carga y temperatura ambiente variable sin comprometer la vida del equipo.



ALVARO PORTILLO LAURINO
Ingeniero Industrial – Opción Eléctrica
PTE Consultoría S.A.S.