

NOVA MIRON

Nota Técnica: “Especificación de transformadores. Parte 1.”

1. Introducción

Los transformadores de potencia y de distribución, así como los reactores de compensación, representan activos físicos muy importantes en los sistemas eléctricos de potencia, debido al costo del ciclo de vida asociado y a la criticidad operativa que tienen asignada.

En tal sentido, queda establecido que, como punto de partida en el ciclo de vida de estas máquinas eléctricas, el proceso de adquisición deberá considerarse como una decisión estratégica para la compañía.

Una mala decisión en esta etapa del ciclo de vida, podrá traer asociado un conjunto de riesgos que ocasionarán un gran impacto negativo en los objetivos de costos y en la confiabilidad integral del sistema.

Implementar un proceso de adquisición, sin un análisis integral de los costos del ciclo de vida, así como de las eventuales alternativas derivadas del mismo, llevará inexorablemente a una Gestión de Activos con riesgos, que tendrán asociados consecuencias con un alto grado de impacto negativo sobre los objetivos estratégicos.

Por lo tanto, una de las actividades clave para desarrollar un modelo efectivo de Costos del Ciclo de Vida, que permita optimizar el proceso de toma de decisiones de adquisición, será la elaboración y formalización de Especificaciones Técnicas del transformador o del reactor.

Además, se incorporará como actividad clave (y también crítica) la implementación del proceso de Revisión del Diseño de las máquinas.

Sabemos que el transformador, ya sea de potencia o de distribución, representa uno de los activos más importante y crítico en los sistemas eléctricos de potencia.

Concluimos entonces que, la adquisición de un transformador (de potencia o de distribución) o un reactor, representa un proceso de toma de decisiones de características complejas, en la etapa inicial del Ciclo de Vida, en donde las Especificaciones cumplen un rol fundamental en la toma de decisiones correctas.

2. Especificación en el Ciclo de Vida

El Ciclo de Vida de un transformador se puede definir como el período de tiempo en donde se realiza la generación de valor de éste, por parte de la organización.

Incluye, a grandes rasgos, la identificación de las necesidades, la creación o adquisición, la operación, el mantenimiento, la modernización, el reacondicionado y la disposición.

La realización de valor normalmente implicará alcanzar un equilibrio entre los costos, riesgos y/u oportunidades y desempeño del transformador (o reactor).

En la siguiente figura se observan distintas formas de representar los ciclos de vida, atendiendo a las posibles etapas que podemos encontrar a lo largo del mismo.

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON



La Especificación de la máquina se encuentra contenida en la etapa de “Identificar Necesidad”, la cual es común a todos los esquemas indicados.

A los fines propuestos de nuestro análisis, podemos distinguir tres etapas características del ciclo de vida, a saber:

- Etapa Pre Puesta en Servicio.
- Etapa de Vida Esperada.
- Etapa Fin de la Vida.

Nuestro interés se enfocará en la Etapa Pre Puesta en Servicio, ya que es aquí en donde se desarrollarán las Especificaciones del transformador.

Distinguimos las siguientes etapas constituyentes:

- Especificaciones.
- Diseño, Fabricación y Calidad.
- Ensayos de fábrica.
- Transporte, Instalación y Comisionamiento.

A continuación, haremos una breve descripción de cada una.

Especificaciones

- Representa el conjunto de condiciones técnicas y del contexto operativo del transformador (reactor).
- Se establecen y describen las funciones primarias y secundarias.

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON

- Se establece de forma clara y precisa el contexto operativo de:
 - a) **Aplicación:** se definen las situaciones de aplicación de la máquina (ej.: transformador de distribución sujeto a frecuentes estados de arranques y paradas de un compresor).
 - b) **Ambiente físico:** se definen las condiciones ambientales del emplazamiento de la máquina (ej.: ambiente húmedo, ambiente salino, altitud, temperatura y humedad ambientes, etc.).

Diseño, fabricación y calidad

- Muy importante será tener en cuenta que, en todo momento, el fabricante del transformador es el responsable del diseño.
- Considerar en esta fase que existen decisiones de compromiso que deberán evaluarse en profundidad (por ejemplo, los costos de los materiales y de la mano de obra).
- Se tendrá que asumir y decidir que, en este sentido, al favorecer la reducción de un tipo específico de solicitud en el diseño, causará que se incrementen otras, favoreciendo así procesos de fallas característicos.
- La mala calidad en la fase de fabricación llevará al desarrollo de mecanismos de falla más específicos que otros.
- Uno o más mecanismos de falla podrán predominar, dependiendo de cómo se manifieste la deficiencia en la calidad.

Ensayos de fábrica

- Corresponde a la implementación del control del proceso de fabricación. Los ensayos de fábrica se deberán realizar con cierta frecuencia, antes de que el transformador (reactor) deje la fábrica.
- Se destaca que algunos ensayos serán requeridos por normas de referencia, incorporados como parte de las Especificaciones de compra.
- Se destaca que otros ensayos serán adicionales, los cuales eventualmente serán especificados por el comprador, o bien por el fabricante.

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON

- Tener en cuenta que la implementación de los ensayos adicionales asegurará que el transformador (reactor) cumpla con determinadas Especificaciones Técnicas y a su vez determinará un indicador de calidad.
- Asociado con lo descripto previamente, además de especificar los ensayos, se deberán establecer los métodos y los criterios de aceptación.

Transporte, instalación y comisionamiento

- Tener muy en cuenta que el transporte del transformador (reactor) desde la fábrica a su emplazamiento, deberá ser considerado como una tarea crítica.
- A los efectos, se deberá disponer de un proveedor (transportista) con experiencia en el transporte e instalación.
- En estos aspectos, no será oportuno asumir que todos los fabricantes poseerán el mismo método de montaje/instalación.
- Se requiere fundamentalmente comprender toda la documentación del montaje de la máquina (manuales, procedimientos, planos, etc.).
- Antes del montaje, será conveniente efectuar una inspección por eventuales daños o problemas.
- También, será oportuno evaluar los factores climáticos antes y durante la instalación.
- Implementar ensayos antes de la puesta en servicio (comisionamiento), comparándolos con los de fábrica, habiendo previamente establecido los criterios de aceptación.
- En base a los resultados previos, se procederá a adoptar y registrar valores de referencia inicial.

3. Fundamentación de la Especificación

Como hemos comentado, la etapa de adquisición del transformador comenzará con el desarrollo y formalización de una Especificación Técnica, siendo esta actividad la primera fase del Ciclo de Vida de la máquina.

Por lo tanto, podemos establecer que la especificación del transformador abarcará las siguientes etapas:

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON

- Diseño.
- Ingeniería.
- Fabricación.
- Instalación/Montaje.
- Pruebas/Ensayos de fábrica.
- Inspecciones.
- Pruebas/Ensayos antes de la salida de fábrica.
- Comisionamiento.

El transformador deberá cumplir con todos los aspectos previamente citados, considerando la aplicación de altos estándares de Ingeniería, diseño y fabricación, siendo capaz de funcionar en operación continua (en condiciones normales y anormales, dentro de los límites especificados), en una manera aceptable para el dueño de la máquina.

Además, la criticidad asociada a la especificación, determina que la misma deberá ser elaborada de una forma clara y completa, con el fin de complementar las normativas de uso en la industria.

También se deberá tener muy en cuenta que, el precio del transformador (reactor) dependerá del diseño de la especificación, atendiendo a que esta máquina eléctrica posee la característica de ser muy compleja de estandarizar.

Lo anterior se justifica en las diferencias existentes entre las características inherentes de los sistemas eléctricos de potencia, en donde el transformador será instalado.

Decimos entonces que, la Especificación Técnica de un transformador (reactor), será un documento contractual fundamental, de primer orden, estando al nivel (o quizás más) de las normas nacionales e internacionales aplicables.

En tal sentido, podemos establecer, en primera instancia, un conjunto de requisitos deseados, que permitirán adquirir un transformador (reactor) con una Confiabilidad Inherente alta y que a la vez permitirá operar la máquina durante una vida útil extendida, con una Confiabilidad Operativa adecuada a los objetivos propuestos en la Gestión de Activos.

Los requisitos serán:

- Desarrollo y formalización de Especificaciones Técnicas claras y completas.
- Efectuar una exhaustiva precalificación de los proveedores.
- Implementar auditorías de fábrica antes de la firma del contrato.
- Implementar una Revisión del Diseño antes de comenzar la fabricación.
- Efectuar inspecciones en fábrica, durante el proceso de fabricación.
- Implementar ensayos de recepción en fábrica (FAT = Factory Acceptance Tests).
- Implementar ensayos de recepción en el sitio de emplazamiento (SAT = Site Acceptance Tests).

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON

Muy importante será considerar que una Especificación Técnica no es un ideal, sino una herramienta documental concreta a aplicar.

Lo ideal (no alcanzable en la realidad) es aquella Especificación que en ningún momento deja dudas con respecto a lo que se está requiriendo.

Es decir, el fabricante no necesitará realizar consultas para entender lo que quiere el dueño de la máquina, determinando así que, durante todo el proceso de adquisición, no se generen discusiones entre ambas partes, ya que todo está claramente definido en la especificación.

Como ya comentamos, esto representa un ideal.

4. Bases de la Revisión del Diseño

De los requisitos listados en el ítem previo, observamos que se incorpora la implementación de las actividades relacionadas con la Revisión del Diseño, llevadas a cabo antes de comenzar la fase de fabricación del transformador (reactor).

Este requisito vamos a desarrollarlo, con mayor detenimiento, en una parte posterior de esta secuencia de artículos, pero a continuación vamos a describir los aspectos conceptuales más importantes del mismo, debido a la relevancia que tiene en toda la etapa de Pre Puesta en Servicio del Ciclo de Vida.

Como primer punto a considerar, la Especificación deberá indicar claramente que, antes de comenzar la fabricación del transformador, se realice una Revisión del Diseño en las instalaciones del fabricante, logrando así detectar y corregir, en una fase inicial del proyecto, los eventuales errores u omisiones del diseño.

Conviene aclarar desde un principio, que la Revisión del Diseño no excluye la responsabilidad del fabricante, el cual deberá garantizar el funcionamiento correcto del transformador en todas las pruebas de aceptación de fábrica, en el sitio y durante el servicio operativo.

Por lo tanto, será oportuno dedicar un espacio, en el conformado de la Especificación, para detallar todos aquellos datos e información que deberá suministrar el fabricante, así como las inspecciones a implementar.

Podemos entonces detallar, a continuación, los objetivos principales de la Revisión del Diseño:

- Verificar que el diseño cumple con todos los requisitos técnicos contenidos en la Especificación.
- Asegurar la existencia de un entendimiento de todas las partes, en relación a los requisitos técnicos del transformador, de acuerdo con la especificación técnica (elaborada por el dueño de la máquina) y las normas de aplicación.
- En tal sentido, deberá incluir una revisión cuidadosa del diseño dieléctrico, diseño térmico y diseño de los esfuerzos mecánicos ante cortocircuitos o solicitaciones del transformador.
- Verificar que todas las características calculadas están de acuerdo con los valores garantizados.

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172

NOVA MIRON

- Fortalecer la relación técnica entre el dueño de la máquina y el fabricante, logrando, con el transcurso del tiempo, la mejora y profundización en el conocimiento del diseño.
- Muy importante será la actitud de fomentar el Intercambio de experiencias, las cuales podrán eventualmente ser aplicadas, para identificar oportunidades de mejoras en el diseño e implementar modificaciones en la Especificación Técnica.

En la Parte 2 continuaremos describiendo las etapas que conforman el desarrollo de la Especificación Técnica del transformador (reactor), comenzando con la referida a las características de la máquina, así como a las condiciones de contexto y ambientales del emplazamiento.

Departamento de ingeniería.
Nova Mirón S.A

NOVA MIRON S.A.

Servicio y mantenimiento • Transformadores de media y alta tensión

Las Heras 4891 • (B1603AXZ) • Villa Martelli • Buenos Aires • Argentina • Tel.: (011) 4709-6563 rot. • www.novamiron.com.ar

SERVICIO DE ATENCIÓN PERMANENTE Contactos: 15-4945-1171 / 11-3581-4196 / 15-4945-1172