

## Resumen del Programa Gestión Avanzada de Transformadores

SD Myers es el principal propulsor de entrenamientos en pruebas de transformadores, en mantenimiento y en confiabilidad con una amplia oferta para todos los roles asociados con la gestión de transformadores. Si bien es cierto que la profundidad de formación continuará ofreciéndose, nos damos cuenta de que hay una nueva generación de profesionales de mantenimiento y confiabilidad que necesitan una visión más inmediata de todas las áreas que podrían afectar la confiabilidad de su sistema eléctrico en relación con los transformadores.

El envejecimiento de las flotas existentes y los cambios en la forma en que se fabrican los nuevos transformadores son desafíos que enfrentará la próxima generación de profesionales y el Gestión Avanzada de Transformadores fue desarrollado para proporcionar la base del conocimiento que necesitarán para enfrentar estos desafíos.

Hemos diseñado el seminario Gestión Avanzada de Transformadores que se presentará durante tres días.

### Primer Día

Iniciamos con el seminario del Transformador de Medio Siglo Re-energizado, el cual puede ser el curso base para personal nuevo o un repaso para aquellos que ya hayan tomado este curso de tres días. Muestreo de aceite, pruebas y diagnósticos son, sin duda alguna, la parte más importante de un programa de confiabilidad en transformadores. Este curso de un día le da un vistazo nuevo y actualizado a los estándares más recientes y a las mejores prácticas de la industria.

### Segundo Día

Comienza con Riesgo y Confiabilidad en Transformadores y termina con Cromatografía de Gases. La porción de riesgo y confiabilidad establecerá la base para ir desde la realización de pruebas y estrategias de mantenimiento hasta la estrategia de confiabilidad con aportes de la industria de seguros y de las herramientas de mejores prácticas en confiabilidad.

La segunda mitad del día es una vistazo más intenso a una de las herramientas de monitoreo de salud primarias para sus unidades, el Análisis de Gases Disueltos. La tecnología está cambiando y el entender cómo se interpreta los resultados y como se utilizan las herramientas prácticas para tomar decisiones de juicio es el énfasis de este segmento.

### Tercer Día

La primera mitad del día está dedicado a las pruebas y mantenimiento de los Conmutadores de Cambio bajo Carga (LTC). Nuestra experiencia ha demostrado que aun siendo un área de mucha importancia para las personas que le dan mantenimiento a los transformadores que tienen estos equipos, sigue siendo un área frecuentemente descuidado.

La segunda sesión del día está dedicada a las Pruebas Eléctricas, las cuales son la base de las evaluaciones de condición más profundas y es un componente principal de estrategias de pruebas y mantenimientos más avanzados.

## **El Transformador de Medio Siglo Re-Energizado**

El propósito del Transformador de Medio Siglo Re-Energizado es el de presentar la base fundamental para la extensión de vida del transformador. La misión de todo programa de mantenimiento de transformadores es la de extender la vida confiable y costo-efectiva del equipo mientras previenen salidas no programadas. Entendiendo como los transformadores son construidos, como operan y que provoca que fallen es crítico para el desarrollo e implementación de un programa de mantenimiento efectivo.

La mayoría de las fallas son ocasionadas por el aislamiento sólido. Examinando las condiciones de extensión de vida y el criterio, conlleva al entendimiento concerniente al proceso de envejecimiento del aislamiento sólido, particularmente en condiciones que deben ser evitadas para prevenir falla mecánica prematura del aislamiento.

Este curso resume las guías básicas operacionales, de pruebas y de mantenimiento de los programas de mantenimiento de SD Myers y de la filosofía de servicio MaxLife. Puede servir como una introducción al mantenimiento de transformadores o puede ser utilizado como un repaso y actualización para las personas que hayan tomado uno de los niveles básicos de Entrenamiento y Educación.

### **Contenido del Curso**

- A. Principios Básicos del Transformador
  - a. Transformando el Voltaje por Inducción
  - b. Materiales y Construcción
- B. Aislamiento Solido
  - a. Resistencia Mecánica y Grado de Polimerización.
  - b. Fuerzas de Corto Circuito
  - c. Factores de Envejecimiento del Aislamiento
- C. Aislamiento Líquido
  - a. Aceite Dieléctrico Mineral (“Aceite de Transformador”)
  - b. Envejecimiento del Aceite del Transformador
  - c. Fluidos Alternativos
- D. Pruebas al Aislamiento Liquido
  - a. Modos de Fallas en Transformadores
  - b. Procedimiento de las Pruebas
  - c. Paquetes de Pruebas
  - d. Pruebas a Fluidos Alternativos y Tipos de Equipos
  - e. Estándares de la Industria y MaxLife

E. Gestión y Aplicación de la Data de Pruebas

F. Mantenimiento de Transformadores

a. Problemas en las Reparaciones en Campo y en el Taller

b. Reducción de Humedad

c. Procesado de Aceite y Equipos de Procesado

G. Nuevos Desarrollos de la Industria y Avances Tecnológicos

## **Riesgo y Confiabilidad**

La sesión de Riesgo y Confiabilidad en el Programa Gestión Avanzada de Transformadores le dará una visión general de las presiones actuales y futuras que el profesional en mantenimiento de transformadores tendrá que enfrentar. Con este conocimiento, entraremos más a fondo en los elementos fundamentales que forman la mitigación el riesgo o la estrategia de eliminación.

### **Contenido del Curso**

- A. Del Mantenimiento a la Confiabilidad: Una travesía que va desde la industrialización hasta el Internet de las Cosas y el impacto en la confiabilidad en transformadores
- B. Evaluación de Criticidad: Un método para determinar la prioridad crítica de transformadores que va desde:
  - a. Misión Crítica
  - b. Sistemas Críticos
  - c. Importante
  - d. Operar hasta Fallar
- C. Utilizando el Número de Riesgo de Prioridad de Riesgo (RPN) para determinar prioridad
- D. Análisis de Métodos de Fallas y Efectos (FMEA): Utilizando las guías de la IEEE
- E. Escala del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad para transformadores. Estableciendo las Mejores Prácticas para:
  - a. Pruebas Químicas
  - b. Pruebas Mecánicas e Inspección en Campo
  - c. Pruebas Eléctricas
  - d. Mantenimiento Predictivo vs. Mantenimiento Preventivo
  - e. Monitoreo en Línea de Gases
  - f. Monitoreo Avanzado de Bushings y Descargas Parciales
  - g. Evaluación de Condición y Reportes de Ingeniería
  - h. Entrenamiento para la Próxima Generación de Lideres

## **Fundamentos en Análisis de Gases Disueltos**

El Análisis de Gases Disueltos (DGA) se utiliza para monitorear la operación de transformadores y otros equipos eléctricos y para diagnosticar condiciones que pudieran estar ocasionando una operación anormal. Algunas de estas condiciones pueden hacerle daño al desempeño y dañar el equipo, aun hasta al punto en donde pueda salir de servicio por una condición de falla no atendida. Este curso estudia el uso del DGA en el manejo del mantenimiento y la operación de los transformadores.

Las cuestiones fundamentales concernientes a como los gases se disuelven en el aceite son repasados y explicados. Los métodos para la interpretación de DGA para proveer el diagnostico de condición y establecer un curso de acción son examinados. Nuevos avances en tales métodos y en la tecnología de monitoreo de DGA son discutidos para que pueden ser incorporados de la manera apropiada en un programa efectivo de pruebas DGA. Actividades en grupos para aplicar las herramientas de diagnóstico son incorporadas. Este curso puede proveer una excelente introducción a la Cromatografía de Gases a los estudiantes nuevos o herramientas avanzadas así como un repaso de los principios fundamentales para incrementar su entendimiento de este tema tan importante y crítico.

### **Contenido del Curso**

#### **A. Introducción**

- a. ¿Por qué realizamos análisis de gases disueltos (DGA) en los transformadores inmersos en aceite mineral?
- b. ¿Cuáles gases?
- c. ¿Cuándo?
- d. Métodos de la Prueba y Cuestiones a tomar en cuenta al momento del Muestreo.

#### **B. Fuente de Gases en los Transformadores Inmersos en Aceite Mineral**

#### **C. Interpretación de los Resultados de Gases**

- a. Documentos de Guías y Actividades del Momento
- b. Análisis de Gas Clave – Perfiles Estándar de Gases
- c. Análisis de Gas Clave – Diagrama de Flujo
- d. Aplicando la Guía de Gases de la IEEE para la Interpretación de Resultados
- e. ¿Qué hacemos después?
- f. ¿Está el papel involucrado?
- g. Métodos Cuantitativos

#### **D. Monitores de Gases en Línea**

#### **E. Practica en grupo de Interpretación de Resultados**

## **Fundamentos Principales de los Cambiadores de Tomas Bajo Carga (LTC)**

Los cambiadores de tomas bajo carga son sumamente caros y en ocasiones son adiciones vitales para los transformadores de alta potencia. El entorno dentro un LTC es típicamente muy fuerte y los componentes están diseñados para ser consumidos durante la operación del equipo. Como resultado de su diseño y operación, los conmutadores de tomas bajo carga requieren de mantenimiento significativo para poder continuar operando de manera fiable.

Mantenimiento preventivo, típicamente programado basado en el número de operaciones así como del paso del tiempo, es preferido como una estrategia mucho más costo efectivo comparado con el mantenimiento puramente reactivo. Más aun, como los intervalos de mantenimiento preventivo son raramente programados de una manera óptima, las herramientas de pruebas y monitoreo se han desarrollado como herramientas de mantenimiento predictivo para ayudar a reducir aún más los costos de salidas de los cambiadores de tomas bajo carga.

Este curso estudia la operación, las pruebas y el mantenimiento de los LTCs. Puede ser utilizado como una introducción a la gestión de mantenimiento de los cambiadores de tomas bajo carga o como un repaso para los estudiantes de mayor experiencia.

### **Contenido del Curso**

- A. Repaso de la Regulación de Voltaje
  - a. ¿Qué es?
  - b. ¿Cómo se realiza?
- B. Primera Regla del Cambio de Tomas
- C. Teoría Básica de los Cambiadores de Tomas bajo Carga
  - a. Cambiando la Relación de Vueltas
  - b. Devanados de Tomas
  - c. Ruptor Reversible
  - d. Concepto de “Hacer antes de Romper”
- D. Repaso de Conceptos
  - a. Barreras
  - b. Contactos Estacionarios y Rotativos
  - c. Interruptores e Interruptores al Vacío
- E. Diferentes Tipos de Cambiadores de Tomas Bajo Carga
  - a. Reactancia
  - b. Resistencia
  - c. Sistema de Clasificación de la IEEE

- F. Envejecimiento del Aceite en un LTC
- G. Mantenimiento Preventivo de un LTC
  - a. Tareas
  - b. Programando Intervalos de Rutina
  - c. ¿Muy Largo o muy Corto?
- H. Monitoreo y Pruebas de Rutina
  - a. Fisicoquímicos
  - b. Contenido de Humedad
  - c. DGA
  - d. Conteo de Partículas y Compuestos Fílmicos

## **Fundamentos Principales de Pruebas Eléctricas**

Fundamentalmente, el resultado deseado de cierta prueba eléctrica es la de determinar el estado del equipo. Luego, basado en el resultado, si un problema es detectado, que tan crítico es y cuando debemos reaccionar para corregirlo. Pruebas periódicas van a proveer información para determinar la confiabilidad del activo.

La naturaleza de las pruebas revela información específica que puede ser clasificada como dieléctrica o mecánica. Algunas pruebas son capaces de detectar anomalías muy específicas mientras otras ofrecen una evaluación general del transformador.

Esta sesión va a definir y explicar diferentes pruebas eléctricas realizadas en campo, interpretación de las mismas y estudio de casos.

### **Contenido del Curso**

- A. Teoría sobre Factor Potencia
- B. Factor Potencia del Transformador
- C. Factor Potencia de Bushings
- D. Corriente de Excitación
- E. Relación de Vueltas (TTR)
- F. Resistencia de Aislamiento
- G. Resistencia de Aislamiento a Tierra
- H. Reactancia de Fuga
- I. Resistencia de Devanados
- J. Barrido de Frecuencia
- K. Estudio de Casos