

MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA

FALLAS: LA IMPORTANCIA DE LA CURVA "BATH-TUB"



INTRODUCCION

La curva Bath, mas conocida como la curva de la bañera por su semejanza con la geometría interna de dicho accesorio sanitario, es ampliamente utilizada en la ingeniería de la fiabilidad.

Su aplicación análoga en el análisis de fallas de transformadores, proporciona una visión directa que nos orienta hacia donde dirigir los objetivos del un mantenimiento preventivo.



La tercera parte, es una tasa de fracaso cada vez mayor, conocida como fracasos "wear-out", representando a aquellos años en que el producto excede su vida de diseño.



CURVA TIPO TUB ("BATH-TUB")

En términos menos técnicos, se explicaría como que en los primeros años de vida de un producto, la tasa de fracaso es alto, pero que disminuyen rápidamente, dado que los productos (componentes) defectuosas se identifican y se desechan, y las primeras fuentes de falla potencial, tales como la manipulación y el error de instalación son superados, y esto es esperable que suceda una vez que llegan a los consumidores.

LA CURVA DE BATH:

En la curva Bath, se grafica y describe una forma particular de la función de riesgo, la cual comprende tres partes o etapas complementarias que abarcan desde el nacimiento del transformador, hasta la extinción de su vida útil:

La primera parte de la curva, expresa una tasa de fracaso (fallo), en disminución, a partir del momento cero (puesta en marcha), conocida como la zona de fallos prematuros.

La segunda parte de la curva, es una tasa de fracaso (fallo) constante, conocida como zona de fallos aleatorios.



En la mitad de la vida de un producto (componente), por lo general la tasa de fracaso es baja y constante.

A finales de vida del producto (componente), la tasa de fracaso aumenta, dado que la edad y el desgaste comienzan a incidir sobre la fiabilidad del producto.

En base a este principio y dirigido hacia un ciclo de vida de un transformador de potencia, la curva de bath sería la siguiente:



CURVA TIPO TUB - OPERACION DE UN TRANSFORMADOR

Una curva típica de la operación del transformador, que representa la tasa de fallas, muestra claramente tres facetas:

- 1º es la etapa infantil, después que la máquina salió de fábrica, disminuye rápidamente.
- 2º es la etapa en donde presenta un funcionamiento normal, con un aumento muy lento durante muchos años en servicio.
- 3º es la etapa de desgaste o degradación o envejecimiento, donde la tasa de fallas se incrementa rápidamente ante un transformador envejecido.



En esta etapa (3), todo indica que será la zona cronológica, en donde se deberán intensificar las acciones preventivas en el transformador, (mediciones, ensayos y diagnóstico) para lograr una extensión de su vida útil (+ x años).

ESTADISTICAS DE FALLAS EN TRANSFORMADORES:

Las fallas prematuras e inesperadas en transformadores, pueden ser causadas a través de los siguientes mecanismos:

- Eléctricos
- Electromagnéticos
- Dieléctricos
- Térmicos
- Agresiones químicas



Una correcta evaluación de la condición de los transformadores de potencia, estará siempre relacionada a la condición unitaria de sus principales partes constructivas. Esos componentes principales son:

- Bobinados
- Núcleo
- Tanque principal
- Bushings
- Sistema de refrigeración
- Aceite
- Cambiador de tomas.

Basados en las estadísticas de fallas de grandes transformadores, es posible contar con la información que refiere acerca de que componente es más importante en la evaluación de la condición de los transformadores.

COMPONENTE	PROBABILIDAD DE FALLA
Cambiador de Tomas LTC	40%
Bobinados + Núcleo	35%
Bushings	14%
Tanques	6%
Accesorios	5%

Entonces, la unión o el análisis en conjunto de las estadísticas de fallas de los transformadores, con su reparto de porcentajes asignados a cada parte constitutiva; mas los lineamientos de la curva de Bath, sugieren siempre dos indicadores básicos de hacia donde se debe direccionar o poner a disposición, los mayores recursos del mantenimiento preventivo:

Hacia los elementos de mayor probabilidad de falla, y hacia las maquinas de mayor tiempo en servicio.



Durante el servicio, el sistema de aislamiento del transformador se encuentra continuamente solicitado por una combinación de propiedades y factores eléctricos, mecánicos, térmicos y químicos.

Como resultado de este "normal" proceso de envejecimiento, las diferentes regiones débiles pueden generar falencias y distribuciones no homogéneas en el sistema aislante.

En función a estadísticas de largo plazo, la siguiente figura muestra los diferentes métodos de búsquedas, o ensayos más comunes que se efectúan para detectar fallas en transformadores, y la incidencia o porcentaje de eficacia de cada uno de ellos dentro de todos los métodos de evaluación (tipos de ensayos / % de efectividad).

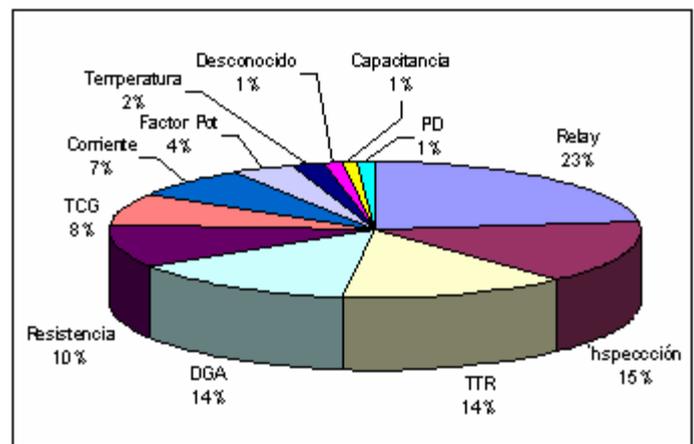
Entre estos ensayos se encuentran las: pruebas de relés (protecciones), inspecciones, relación de transformación (TTR), análisis de gases disueltos (DGA), resistencia de bobinados, gases totales combustibles (TCG), prueba de corriente, factor de potencia, mediciones de temperatura, prueba de capacitancia.

De acuerdo a esto, y al menos en una primera etapa, es posible entonces establecer una lista de prioridades de ensayos/métodos de diagnóstico, objetivados hacia una eficiente y dirigida estrategia de gestión de activos.

Por ende, el grado de importancia o la eficacia en el reconocimiento de defectos, que cada método o tipo de ensayo juega dentro de un rol de mantenimiento, es una nueva variable a considerar.

La realidad muestra que las pruebas mas simples son las que tienen mayor porcentajes de aciertos, en la detección de las fallas mas clásicas de los transformadores; incluyendo la mas simple de todas ellas: la inspección visual (15%), la cual, sumada al TTR, resistencia de bobinados y corrientes, llegan al 46% de los logros.

Todas ellas requieren de lo que podría llegar a calificarse como: instrumentos básicos.



IMPORTANCIA DE LOS DIFERENTES METODOS DE DIAGNOSTICO PARA LA ESTIMACION DE CONDICION DE UN TRANSFORMADOR

CONCLUSIONES:

Los transformadores de potencia se posicionan como los elementos mas importantes y costosos dentro de las redes de energía eléctrica. La mayoría de estos dispositivos han estado en servicio durante muchos años bajo diferentes condiciones ambientales, eléctricas y mecánicas. Además de los costos asociados con su posible reparación o reemplazo, la pérdida de capital y de producción suele contarse en millones. Debido a esta motivación económica, el mantenimiento y diagnóstico temprano, pasan a ser de extremo beneficio.

La aplicación de la curva Bath, y las estadísticas de fallas, tienden a aumentar la eficiencia y el direccionamiento de los primeros esfuerzos del diagnostico, en función a tres aspectos:

- Hacia los elementos de mayor probabilidad de falla.
- Hacia las maquinas de mayor tiempo en servicio.
- Hacia las pruebas mas comunes y sencillas.