

# **Propuesta de cambio del Transformador eléctrico tipo Subestación en Estación “El Tejar” Sector Veracruz.**

Autor: Julio Andrés Trujillo Calderón. Coautor 1: Ing. Julio Cesar Rodríguez López, Coautor 2:  
MIA Celia Fernández Vázquez, Coautor 3: Ing. María Isabel Arias prieto.

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial  
**Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz**  
**Cuitláhuac, Veracruz. México**

11676@utc.edu.mx, julio.rodriguez@utc.edu.mx, celia.fernandez@utc.edu.mx

---

**Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz**

**Cuerpo Académico:** Gestión de calidad y Eficiencia Industrial

**LIIADT:** LÍNEA DE INNOVACIÓN, INVESTIGACIÓN APLICADA Y DESARROLLO

TÉCNOLOGICO

# **Propuesta de cambio del Transformador eléctrico tipo Subestación en Estación “El Tejar” Sector Veracruz.**

Por

Autor: Julio Andrés Trujillo Calderón. Coautor 1: Ing. Julio Cesar Rodríguez López, Coautor 2: MIA Celia Fernández Vázquez, Coautor 3: Ing. María Isabel Arias prieto.

Departamento de Ingeniería en Mantenimiento Industrial  
Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz  
Cuitláhuac, Veracruz. México.

{11676@utcv.edu.mx, julio.rodriguez@utcv.edu.mx, celia.fernandez@utcv.edu.mx correo.}

## **Resumen**

En PEMEX Logística se realizó la propuesta de un cambio de transformador eléctrico tipo subestación de la infraestructura de la Estación de Rebombe “El Tejar” del Sector Veracruz, ya que el transformador actual se encuentra comprometido por su Hermeticidad y se requiere cambiar el equipo por uno nuevo, más acorde a las necesidades actuales de dicha Estación, más amigable con el medio ambiente, y el personal que le brinda mantenimiento; es por ello que se considera que al realizar las pruebas se podrá dar una recomendación fundamentada referente a la necesidad del cambio del transformador tipo subestación de dicha Estación.

## **Palabras clave:**

Transformador, Corto circuito, Eficiencia, Campo de Visión, Rango Temperatura, Camara Termografica.

## Introducción

En la Estación “El Tejar”, perteneciente al del Sector Veracruz, Pemex Distribución presenta se la problemática de que el transformador eléctrico tipo subestación, presenta daños por corrosión en su estructura externa y dicho equipo está diseñado para permanecer hermético, por la composición de su aceite aislante el cual al contaminarse puede provocar daños catastróficos al personal, en las instalaciones y medio ambiente.

Es por ello que el presenta trabajo propone realizar pruebas de hermeticidad, Pruebas de resistencia eléctrica, pruebas de descargas eléctricas, pruebas de corto circuito, métodos de pruebas aplicables a eficiencia energética, pruebas debido a las cargas e impedancia, pruebas con cámara termográfica; con las cuales se pretende aportar datos relevantes para la sustitución del Transformador Eléctrico de dicha estación; con las investigaciones se pueden prevenir daños en equipos, conductores, recalentamientos en empalmes y tornillerías de conexión, aislantes en mal estado, trincheras con problemas de desagüe por mencionar, así también, se toparon problemática en la que se encuentra la empresa, presupuestal y adquirir nuevos equipos. Pero se está sustentando con pruebas y datos que la adquisición del equipo es un gasto que nos redituara a corto plazo.

## Discusión (Temas)

La actualización de los diagramas de carga y equipos en las líneas de 30” y 24” (figuras 1 y 2) de trabajo de la Estación solicitado por el Área Administrativa de Operación, donde se percata de la inexistencia de varios equipos, así como de los cambios en los CCM de la Estación, dicha actualización de los unifilares se fue entregada a la Administración de Operación para su verificación y posterior aprobación.

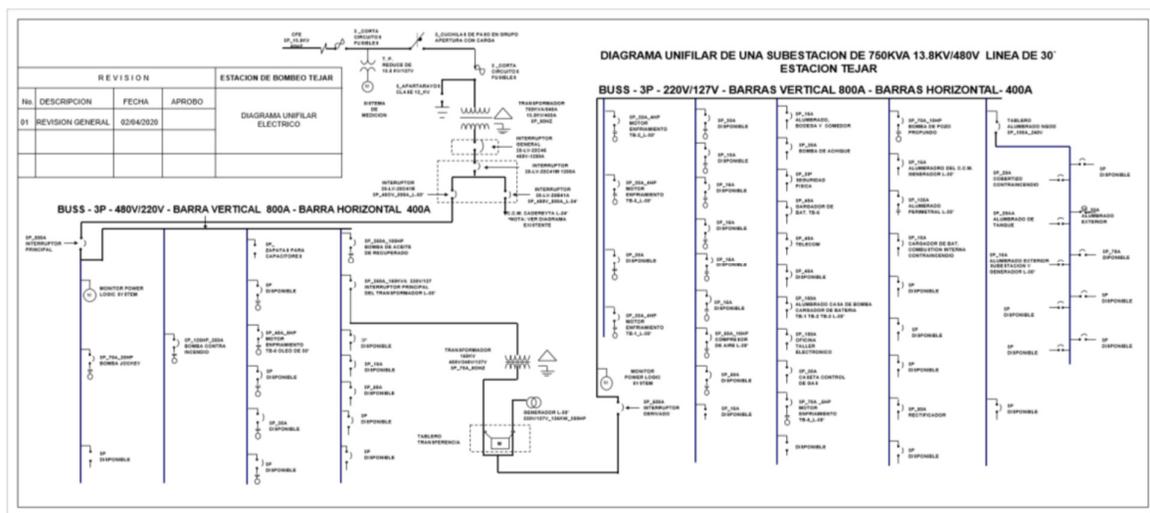


Figura 1. Unifilar Línea de 30"

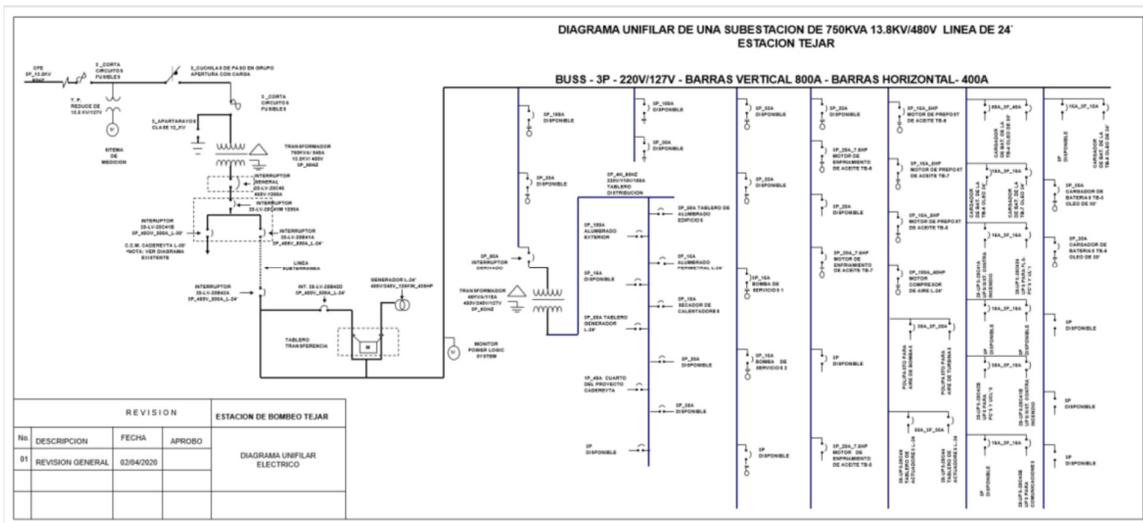


Figura 2 Unifilar Línea de 24".

## Pruebas de Hermeticidad

Al realizar una inspección Visual al Transformador de la estación “El Tejar” el equipo de trabajo se percató que en las cámaras de alta y baja ya trasminaban manchas de aceite en su interior, como en las salidas y entradas al transformador, y al no cumplir con el sello en complementos del transformador la prueba se dio como innecesaria, los daños en los empaques del transformador ya son evidentes a simple vista, de la prueba de presión en la cuba(cuerpo del transformador) al observar en la tapa superior del transformador tiene una llaga de óxido también se declinó, al no cumplir con hermeticidad en su interior.

## Sistema de tanque Sello

El sistema de tanque sellado es aquel en donde el interior del tanque se sella aislándolo de la atmosfera de forma que el volumen del gas más el del líquido aislante, permanecen constantes en el intervalo de la variación de temperatura del transformador en operación. Se recomienda que la presión no sea mayor que **69kPa** (10 psi) o menor que **-55 kPa** (-8 psi). Para los transformadores de 2500 KVA o más y con un valor de tensión de aguante al impulso por rayo normalizado de 200Kv o más; el tanque debe proveerse con un dispositivo de alivio de presión-vacío, que se ajustara para la operar a las presiones máximas (positivo y negativas) que se indican en la placa de datos.

## Pruebas de Cortocircuito en el Transformador

Esta prueba tiene como finalidad encontrar serios problemas con los parámetros de derivación de un circuito equivalente, como la impedancia equivalente ( $Z_{o1}$  o  $Z_{o2}$ ), la resistencia total del devanado ( $R_{o1}$  o  $R_{o2}$ ) y la reactancia de fuga total ( $X_{o1}$  o  $X_{o2}$ ). Además, es posible determinar las pérdidas de cobre a cualquier carga deseada y la caída total de tensión del transformador

referida a primaria o secundaria. En esta prueba, generalmente el devanado LV está cortocircuitado por un cable grueso. Y el otro lado, es decir, es lado HV, se realiza esta prueba.

## Pruebas de Cortocircuito en el Transformador

Esta prueba se realiza para encontrar series los parámetros de derivación de un circuito equivalente, como la impedancia equivalente ( $Z_{o1}$  o  $Z_{o2}$ ), la resistencia total del devanado ( $R_{o1}$  o  $R_{o2}$ ) y la reactancia de fuga total ( $X_{o1}$  o  $X_{o2}$ ). Además, es posible determinar las pérdidas de cobre a cualquier carga deseada y la caída total de tensión del transformador referida a primaria o secundaria. En esta prueba, generalmente el devanado LV está cortocircuitado por un cable grueso. Y el otro lado, es decir, es lado HV, se realiza esta prueba.

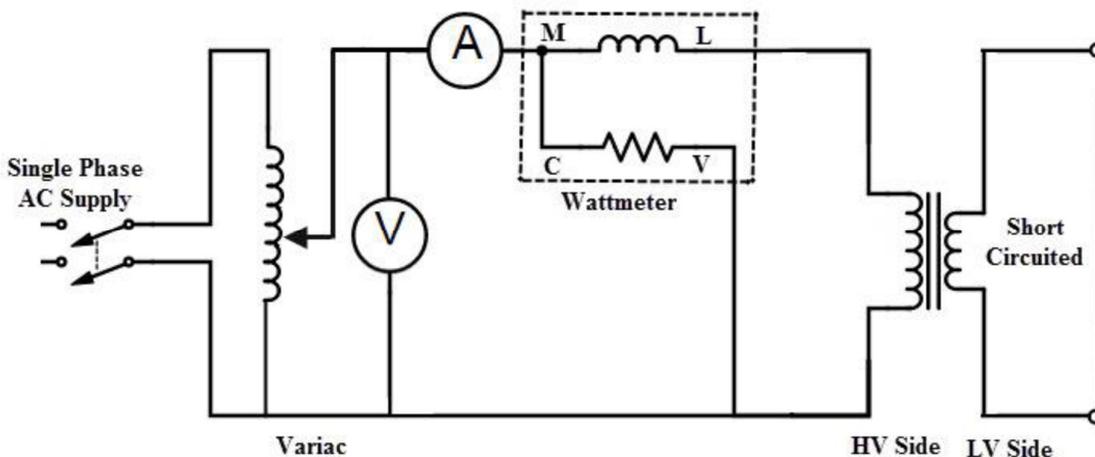


Figura 3 Cortocircuito de un Transformador.

La prueba SC se realiza en el lado HV debido a las dos razones principales. El primero es que la prueba SC realizada aplicando corriente nominal y la corriente nominal HV es mucho menor que el lado LV. Por lo tanto, la corriente nominal se logra fácilmente en el lado HV (debido al bajo valor de corriente) en comparación con el lado LV. Por otro lado, si cortocircuitamos las terminales HV conectando el instrumento de medición en lado LV, el voltaje en el secundario es cero. Por lo tanto, el flujo de corriente a través del lado HV es muy alto (ya que la clasificación VA es constante) en comparación con el lado LV y por lo tanto hará que se queme el transformador.

Durante esta prueba, mediante el ajuste del variac lentamente, aplicaremos un voltaje bajo al principio típicamente del 5 al 10 por ciento del voltaje nominal para hacer que fluya una corriente nominal tanto en los devanados primarios como secundarios que podemos observar en la lectura del amperímetro (en algunos casos el secundario se cortocircuita a través de un amperímetro). A

esta corriente nominal, debemos registrar las lecturas del voltímetro ( $V_{sc}$ ), amperímetro ( $I_{sc}$ ) y vatímetro ( $W_{sc}$ ).

En esta prueba, el flujo de corriente es el valor nominal y por lo tanto no hay corriente de carga. Siendo está muy pequeña y es 3 a 5% por ciento de la corriente nominal. En otras palabras, la tensión aplicada al devanado primario es muy baja, por lo que el nivel de flujo en el núcleo es muy pequeño. A su vez, hay una pérdida de núcleo insignificante. Por lo tanto, la derivación de derivación sin carga se considera ausente en el circuito equivalente de esta prueba ya que la pérdida del núcleo es insignificante. Como las pérdidas de hierro o núcleo son función del voltaje, estas pérdidas son muy pequeñas. Por lo tanto, la lectura del vatímetro muestra la pérdida de potencia a la pérdida  $i^2 R$  igual a las pérdidas de cobre a plena carga de todo el transformador.

Cabe señalar que, del cálculo de los parámetros, se debe tener en cuenta en qué lado (primario o secundario) se registra la lectura de la prueba. Supongamos que si el transformador, es transformador elevador, entonces llevamos a cabo la prueba SC en el lado secundario (lado HV) mientras que el lado primario o de baja tensión esta cortocircuitado. En tal caso, obtenemos los parámetros referidos al secundario de cálculo tales como  $R_{02}$ ,  $X_{02}$  y  $Z_{01}$  porque los medidores están conectados al lado HV del amperímetro.

De la prueba OC que obtenemos, parámetros de derivación de referido al lado LV y la prueba SC, obtenemos los parámetros de derivación de serie referidos al lado HV. Por lo tanto, para un circuito equivalente significativo, todos los parámetros deben referirse a un lado en particular. La explicación sobre esta transformación se explica en un circuito equivalente al tema del transformador en nuestros artículos anteriores.

### **Cálculo de Eficiencia y S.C. pruebas**

Como hemos visto, el transformador practico tiene dos tipos de pérdidas principales, a saber, las pérdidas de cobre y núcleo. La temperatura del transformador aumenta debido a estas pérdidas que se disipan en forma de calor. Debido a estas pérdidas, la potencia de entrada extraídas por el primario ya no es igual a la salida entregada en el secundario. Por lo tanto, la eficiencia del transformador se da como:

## **Resultados**

En base a los resultados de cada una de las pruebas efectuadas, lo más aconsejable en esta situación es que debido a los daños en el Transformador las cuales son evidentes a simple vista, como las manchas en la cámara de alta y bajo tensión, como en la entrada y salidas de la mismas, el bajo nivel que contiene el transformador en su cuba, siendo esta ultima la causante de que la prueba de corto circuito en vacío no satisfactoria para su operación actual, con una resistencia aislante que el equipo baja para su operación; es por ello que la conclusión de la investigación da como prudente el cambio del Transformador de la Estación “El Tejar” del Sector Veracruz, para salvaguardar vidas, instalaciones y medio ambiente.

Durante el desarrollo del proyecto se mostraron los parámetros de trabajo correcto de un Transformador tipo subestación y los resultados que se obtuvieron en dichas pruebas realizadas; no queda más que mencionar que también se dio una inducción de los equipos a ocupar durante las pruebas.

Concluir con el trabajo para la recomendación de la propuesta para el cambio del transformador tipo subestación, brinda una gran ventana de oportunidades para futuros trabajos y referencias que en lo que a la estación compete.

## **Conclusión y Trabajos Futuros**

Desde el tipo de transformador que se encuentra en la estación “El Tejar” a los “CCM” con los que se encuentra operando dicha estación, el interruptor principal tipo CKT siendo que se cuenta con interruptores automáticos, más pequeños y con mayor margen de trabajo, los cambios de tecnología en el área de proceso, motores, compresores, un seguimiento integral en las disposiciones de materiales, mantenimientos, stop de almacén, por mencionar de la estación.

- Se sugiere realizar una actividad donde el riesgo no sea alto, por los protocolos y lineamientos son muy normativos, la supervisión es muy estricta con la seguridad.
- Utilizar siempre el equipo de seguridad para evitar dañarse o provocar algún daño.
- Trabajar en un área con orden y limpieza.
- Seguir los lineamientos de los centros de trabajo.
- Realizar propuestas donde el presupuesto del equipo o empresa no sea una limitante.

## Referencias

### IMPORTANCIA DE LOS TRANSFORMADORES

Ing. Pedro Avelino Pérez (2001) Transformadores de distribución, México, Reverté Ediciones

Chapman, Stephen J. (2012) Máquinas Eléctricas, México, Mc Graw Hill.

<https://electrica.mx/transformadores-electricos/>

[file:///C:/Users/lilit/OneDrive/Escritorio/julio%20a/transforma\\_prolec2.pdf](file:///C:/Users/lilit/OneDrive/Escritorio/julio%20a/transforma_prolec2.pdf)

19 JULIO, 2017 ECUATRAN, La Importancia de los transformadores,

<https://www.ecuatran.com/blog/la-importancia-de-los-transformadores/>

### HERMETICIDAD

Enríquez H., Gilberto (2009) Pruebas y mantenimientos a equipos eléctricos, LIMUSA.

<https://www.multipruebas.mx/cambio-de-aceite-aislante-a-transformadores.html>

### CORTOCIRCUITO

[https://www.chauvin-](https://www.chauvin-arnoux.com/sites/default/files/documents/cat_guia_de_medicion_de_aislamiento.pdf)

[arnoux.com/sites/default/files/documents/cat\\_guia\\_de\\_medicion\\_de\\_aislamiento.pdf](https://www.chauvin-arnoux.com/sites/default/files/documents/cat_guia_de_medicion_de_aislamiento.pdf)

[https://electronicalugo.com/prueba-de-circuito-abierto-y-cortocircuito-en-](https://electronicalugo.com/prueba-de-circuito-abierto-y-cortocircuito-en-transformador/#Prueba_de_cortocircuito_en_el_transformador)

[transformador/#Prueba\\_de\\_cortocircuito\\_en\\_el\\_transformador](https://electronicalugo.com/prueba-de-circuito-abierto-y-cortocircuito-en-transformador/#Prueba_de_cortocircuito_en_el_transformador)

### CÁMARA TERMOGRÁFICA

Emilio González M., Elvira Salazar, Emilio Domínguez, Oscar Iborra, Juanma de la Fuente, María José de Córdoba (2015) Neurotermografía y Psicósomática

<https://es.omega.com/prodinfo/camara-termografica.html>

<https://www.flir.com/es/discover/instruments/gas-detection/flir-systems-thermacam-gasfindir-infrared-camera-spots-methane-leaks-prevents-uncontrolled-gas-venting-and-keeps-air-clean-at-norwegian-landfill/>