

Falla de un transformador rural

Nota de aplicación



Estudio sobre la calidad de la energía

Descripción del problema

Esta historia se refiere a la investigación de la falla de un transformador de una empresa de servicio público que tuvo lugar en una zona rural rodeada mayormente por tierras de cultivo y campo abierto. La falla ocurrió en un lugar donde los problemas de calidad de la energía son poco frecuentes.

La Fig. 1 muestra un diagrama monolineal del sistema. El transformador que se encontraba en el extremo de un alimentador de media tensión de una empresa de servicio público. El secundario del transformador estaba configurado como un sistema de 120/208 V, trifásico, de 4 conductores. La carga consistía de tres usuarios finales: un pequeño complejo de apartamentos, una granja lechera y una casa club de un campo de golf.

El ingeniero comenzó su investigación con una revisión de los informes de problemas con otros transformadores conectados al mismo alimenta-

dor. Esta parte del estudio no permitió determinar nada en concreto, así que concluyó que el problema posiblemente tenía algo que ver con las cargas secundarias. Su siguiente paso fue interrogar a los usuarios.

El propietario de la granja dijo que cuando falló el transformador su equipo de procesamiento de leche se encontraba funcionando. Comentó además que nada raro había sucedido antes de la falla y que su equipo siguió funcionando normalmente después de reemplazarse el transformador.

El gerente de los apartamentos recordó que las cosas estaban tranquilas en su edificio la noche cuando ocurrió la falla. Los ocupantes de los apartamentos estaban en casa, cocinando la cena y viendo televisión. No había sucedido nada fuera de lo común.

El encargado del campo de golf dijo que el día en que falló el transformador el club había patrocinado un gran torneo. El club había alquilado varios carritos de golf alimentados por batería para complementar su flota normal. Los operarios habían conectado todos éstos al final del torneo para recargarlos. Aproximadamente una hora más tarde, se quemó un fusible en el panel de servicio principal

Herramientas de medición: Analizador Fluke 43B de calidad de la energía

Operario: Ingeniero eléctrico de empresa de servicio público

Funciones utilizadas: Forma de onda de corriente, espectro armónico y DAT

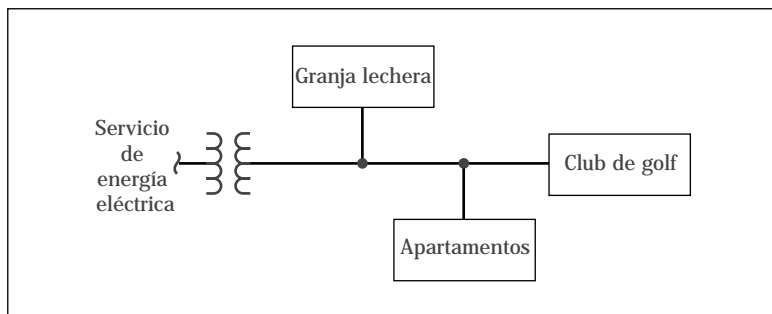


Fig. 1 Conexiones al transformador rural de energía eléctrica

de la casa club. El encargado reemplazó el fusible y no mucho tiempo después se cortó la electricidad, esta vez debido a la falla de un transformador.

Mediciones

El ingeniero pidió que conectaran un carrito de golf para cargarlo, así él podría registrar el espectro armónico y la forma de onda de la corriente del cargador de batería. Los resultados se muestran en las Figs. 2 y 3.

Teoría y análisis

Los cargadores de batería son invariablemente cargas no lineales que generan corrientes armónicas, debido a la acción de los diodos u otros semiconductores que convierten la CA en CD. La forma de onda que se muestra en la Fig. 2 es típica de un diodo rectificador acoplado por transformador. El Fluke 43B mostró que la distorsión armónica total (DAT) de la corriente del cargador del carrito de golf era de 37 %. Los valores superiores al 20 % serían peligrosamente altos, dado el volumen estimado de la carga del cargador en relación con la carga total del transformador.

Cuando las corrientes armónicas fluyen a través de un transformador, producen calor adicional en los bobinados y en la laminación del núcleo. La causa principal de este calor adicional la constituyen las pérdidas por corrientes parásitas de alta frecuencia. Parte del calentamiento armónico adicional se debe al efecto pelicular, en el cual la sección transversal efectiva de un conductor queda reducida en frecuencia de altas frecuencias armónicas. El calentamiento armónico que puede tolerar un transformador es inversamente proporcional al total de la carga secundaria. Un transformador que esté muy cargado puede recalentarse y fallar si una gran parte de la corriente de carga contiene armónicos.

En el caso del transformador rural, los tres usuarios contribuyeron a la carga total y los tres se encontraron con cargas pico al mismo tiempo. El

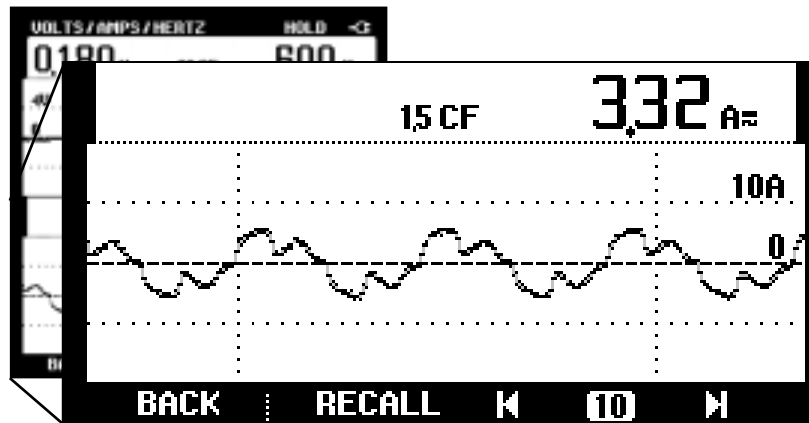


Fig. 2 Forma de onda de la corriente del cargador de batería para carritos de golf

momento en que se quemó el fusible y el momento en el que ocurrió la falla final indicaron que la adición repentina de la gran carga de los cargadores de batería hizo que el transformador se recalentara.

Normalmente, las cargas de los cargadores de carritos de golf se escalonaban durante el transcurso del día. La gente enchufaba los carritos en los cargadores al final de cada ronda de golf. La situación que se presentó a raíz del torneo fue poco común, debido a que reemplazó este modelo de carga escalonado con uno simultáneo. Los operarios enchufaron todas las unidades cargadoras de la flota normal más los de las unidades alquiladas, casi al mismo tiempo. La carga repentina de los cargadores de batería coincidió con la carga pico del complejo de apartamentos. Las cargas pico de tipo residencial ocurren aproximadamente a la hora de la cena, cuando la gente está usando sus estufas eléctricas, refrigeradores, lavaplatos y televisores.

Solución

Para prevenir futuras fallas, el supervisor del club de golf acordó ser cuidadoso en la gestión de la carga. Iba a limitar el número total de cargadores conectados en un momento dado y evitaría el uso de los cargadores entre las 5 y las 7 p.m.

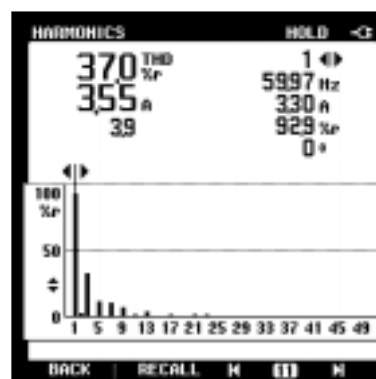


Fig. 3 Espectro armónico de la corriente del cargador de batería

Fluke. *Manteniendo su mundo en funcionamiento constante*

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA USA 98206

Fluke Europe B.V.
PO Box 1186, 5602 BD
Eindhoven, Holanda

Para mayor información, llame al:

En los Estados Unidos,
al (800) 443-5853 o
Fax (425) 446-5116
En Europa/Medio Oriente/África
al (31 40) 2 675 200 o
Fax (31 40) 2 675 222
En Canadá (800)-36-FLUKE o
Fax (905) 890-6866
Desde otros países +1 (425) 446-5500 o
Fax +1 (425) 446-5116
Acceso por la Web: <http://www.fluke.com>