

Resonancia de la 5ª armónica

Nota de aplicación



Estudio sobre la calidad de la energía

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

Operario: Ingeniero eléctrico de planta de suministro de agua

Funciones utilizadas: Voltaje, espectro de armónicas

Descripción del problema

Una ciudad pequeña obtiene su agua de una montaña situada a casi 50 Km (30 millas) de distancia. Un sistema de bombeo ubicado en el lago transporta el agua hacia arriba por una corta pendiente a un largo conducto por gravedad que alimenta el sistema de distribución de agua de la ciudad.

Antes de entrar al conducto, el agua pasa por un filtro que retira los desechos. Cuando la presión diferencial a través del filtro se hace muy alta, una gran bomba con corriente de expulsión invierte momentáneamente el flujo para despejar el filtro. La corriente de expulsión lleva los desechos a un estanque de asentamiento.

La alimentación de esta bomba con corriente de expulsión proviene de un motor trifásico de 650 hp que cuenta con un arranque suave. Un “detector

de secuencia negativa” contribuye a proteger este motor apagándolo cuando se pierde una fase o cuando la distorsión de voltaje supera un nivel prefijado.

La alimentación de este motor proviene de una línea de casi 50 Km (30 millas) de largo que comienza en la ciudad. Un condensador de corrección de factor de potencia cercano a la bomba con corriente de expulsión mejora el factor de potencia y reduce la pérdida de voltaje al final de dicha línea de 50 Km. Esta configuración funcionó sin problema alguno durante mucho tiempo.

Después de un pequeño terremoto en las montañas cercanas, comenzaron a surgir dudas sobre la continuidad del abastecimiento de agua en el caso de un corte de energía. ¿Cómo iba a recibir agua la ciudad si la línea de alimentación se inutilizara a raíz de un terremoto?

La respuesta fue un generador. Posteriormente, la ciudad le

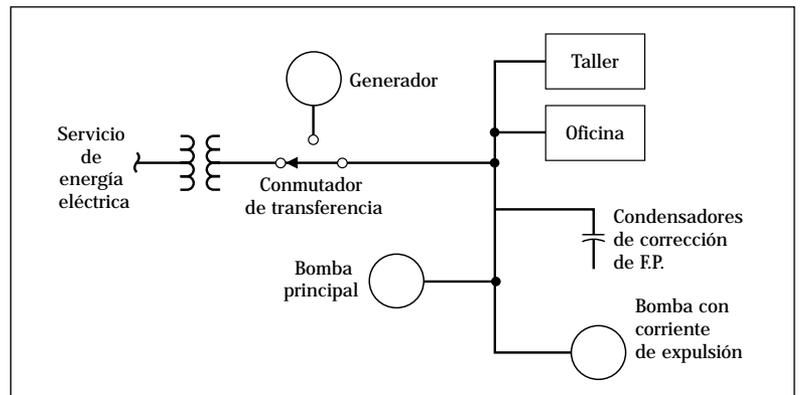


Fig. 1 Diagrama monolineal de la planta de agua

agregó al sistema un generador impulsado por combustible diesel y un conmutador de transferencia (ver la fig. 1).

La comprobación del sistema bajo la alimentación del generador reveló un problema. La bomba con corriente de expulsión se detenía repentinamente en mitad de la secuencia de arranque. Y se detenía debido a que el detector de secuencia negativa estaba enviando una señal de interrupción a los controles del motor. ¿Contra qué anomalía eléctrica estaba protegiendo al motor el detector de secuencia negativa? ¿Era contra la pérdida de una fase? ¿Distorsión excesiva de voltaje? ¿Cuáles eran las características y el origen de esta anomalía? Desafortunadamente, el ingeniero de la ciudad no pudo responder a estas preguntas con su equipo de comprobación existente. Después de haber investigado qué aparato le permitiría ver lo que estaba sucediendo, compró un Fluke 43B.

Mediciones

El ingeniero sospechaba que había una distorsión de voltaje, así que conectó su Fluke 43B fase con fase a la entrada hasta el arranque suave y seleccionó "Armónicas". Durante la secuencia de arranque, el Fluke 43B mostró que antes de que se produjera la señal de interrup-

ción la distorsión de la 5ª armónica aumentaba hasta un 80 % de la frecuencia básica

Teoría y análisis

El factor de potencia de desplazamiento (FPD) ideal es de 1,0. Esto sucede cuando la corriente y el voltaje están "en fase". Las cargas inductivas del motor hacen que la corriente se retrase, reduciendo así el FPD. Esto generalmente es penalizado por la empresa de servicio público con una multa, por lo cual muchos usuarios instalan un condensador que provea corrección del FPD.

Sin embargo, la combinación de la inductancia y la capacitancia formará un circuito resonante que podría ocasionar una alta circulación de corriente a la frecuencia de resonancia. Como práctica habitual se escoge un condensador de un valor lo suficientemente grande como para corregir el FPD hasta por lo menos 0,9, pero no tan grande como para hacer que el voltaje se retrase respecto a la corriente. La configuración resultante produce una frecuencia de resonancia ubicada entre la 5ª y la 7ª armónica.

Pueden surgir problemas si el circuito tiene una fuente de armónicas cercanas a la frecuencia de resonancia. En el caso de la bomba con corriente de expulsión, la fuente de armónicas era la operación de

conmutación del semiconductor del arranque suave.

Por qué funcionaba bien el circuito cuando era alimentado por la empresa de servicio público, pero no cuando era alimentado por el generador? La diferencia la constituía la impedancia de la fuente. La baja impedancia de la línea de la empresa de servicio público significa que la misma puede absorber corrientes armónicas sin ocasionar una seria distorsión al voltaje. La impedancia del generador es mucho mayor que la de la línea de la empresa de servicio público. Las corrientes armónicas que aflúan al generador ocasionaban la suficiente distorsión de voltaje como para hacer que el circuito de protección contra secuencias negativas produjera una señal de interrupción.

Solución

El ingeniero de la ciudad resolvió el problema ubicando el condensador del lado del conmutador de transferencia que correspondía a la línea de la empresa de servicio público. Con esta configuración, el generador nunca se ve afectado por el condensador y la condición de resonancia no existe cuando el generador alimenta el circuito.

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>