



Problemas y Soluciones de Calidad de la Energía

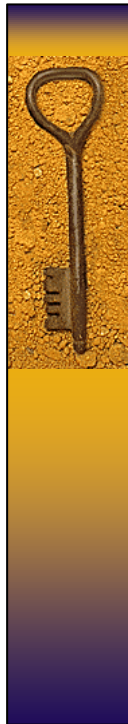
ING. ALBERTO SANDOVAL RODRÍGUEZ
DOCENTE FIEE
CONSULTOR ENERGETICO
AGOSTO 2001

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



PROBLEMAS DE CONMUTACIÓN POR LA INSTALACIÓN DE UN BANCO DE CONDENSADORES PARA LA CORRECIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



AMBIENTE

El problema se presenta en una clínica médica, que cuenta con un sistema de tomografía computarizada (CT – Scan). Este sistema de tomografía se alimenta a través de una línea en 440 V con un transformador de aislamiento de 440/220Volt.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



PROBLEMA

El problema se presentaba en el sistema de tomografía computarizado, el cual se apaga repentinamente y los componentes presentaban fallas.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

Para el diagnóstico del problema, se instaló un analizador de potencia y energía, para registrar los principales parametros de energía y los diferentes eventos que se presentában durante la operación del sistema de tomografía computarizada. Un monitoreo de sólo un día fue suficiente para identificar las fallas.

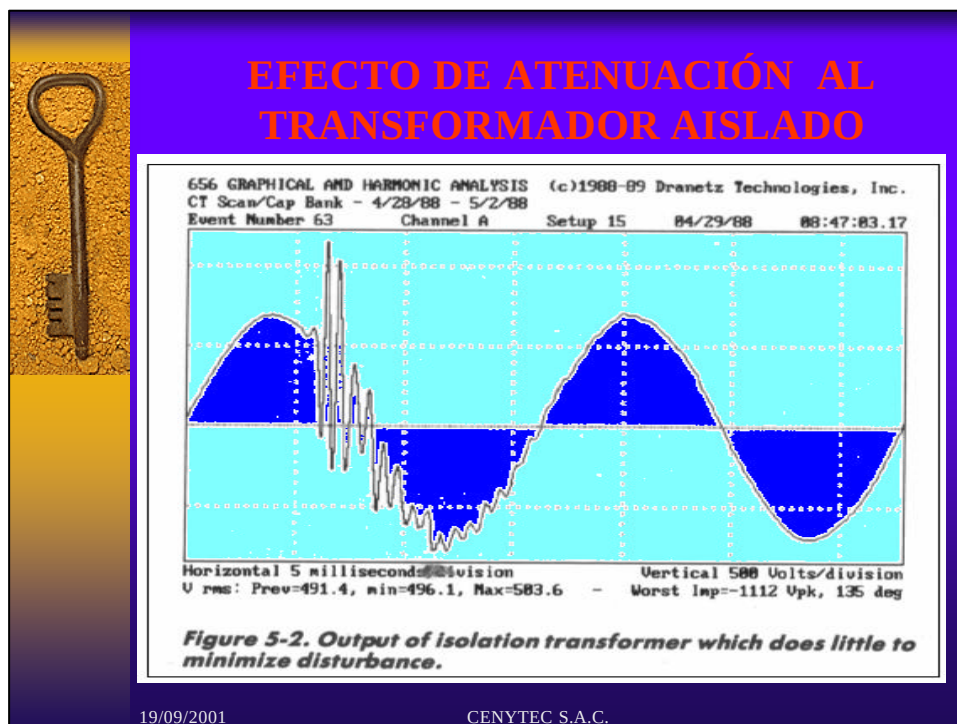
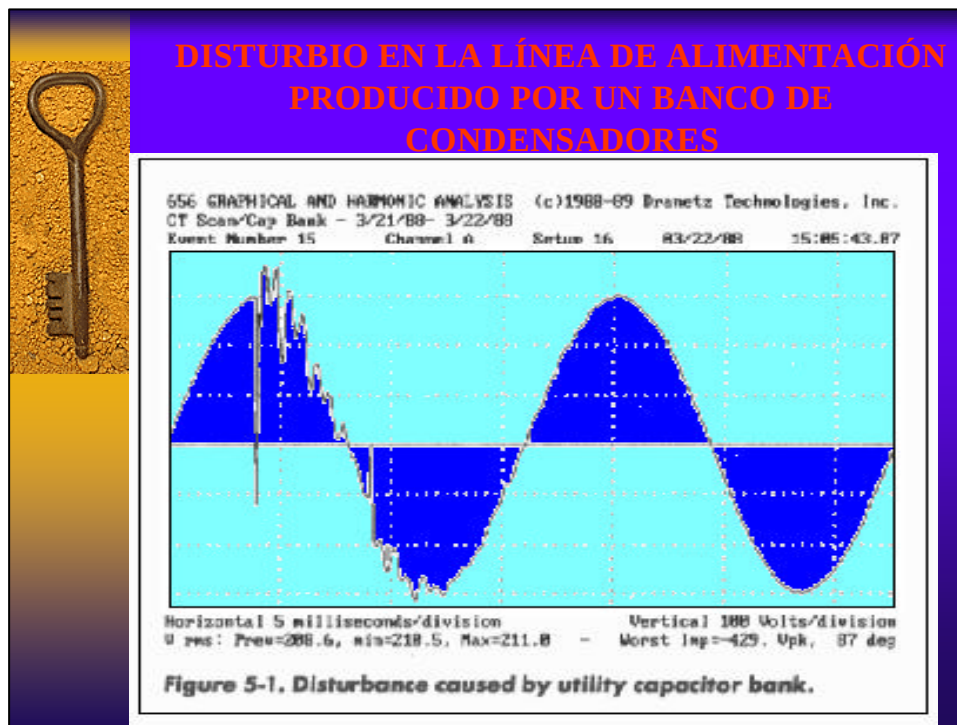
19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

La Falla fue debida a presencia de disturbios en la línea de alimentación causada por un banco de condensadores, instalado para la corrección del factor de potencia, localizado a una cuadra. La atenuación del transformador de aislamiento no es suficiente para proteger al sistema de tomografía Computarizada de tales severos transitorios.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



CONTINUACIÓN

La ampliación de los datos de la forma de onda, muestra el rango de frecuencia del sistema, cuando es energizado por el banco de capacitores, el cual se encuentra entre 1kHz y 1.5kHz. esto permitió la especificación del tratamiento para mitigar el problema.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

AMPLIACIÓN DE LA FORMA DE ONDA

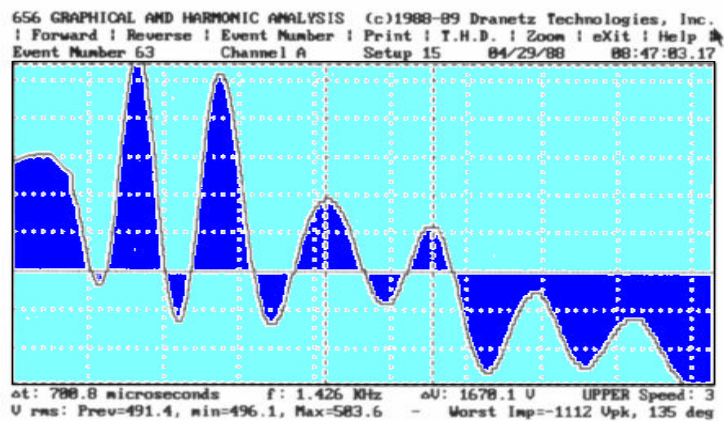


Figure 5-3. Waveform expansion shows ringing frequency of approximately 1.4 kHz.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



SOLUCIÓN AL PROBLEMA

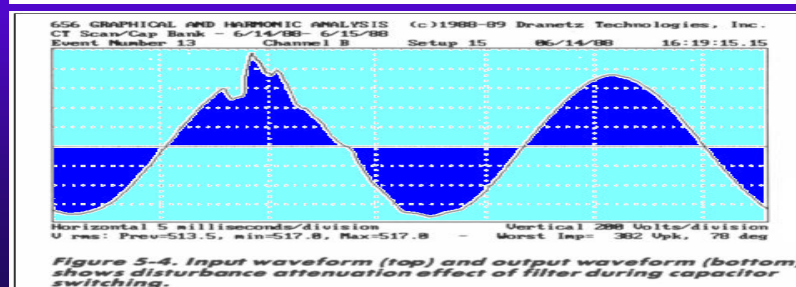
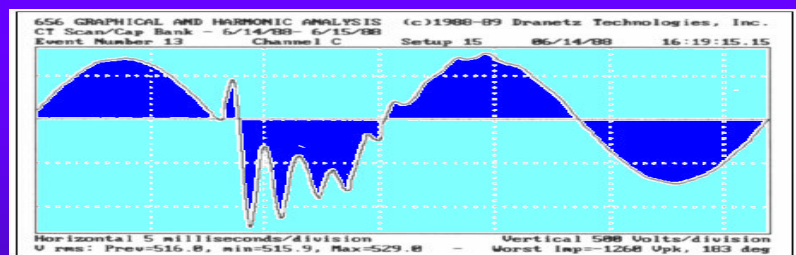
Una vez diagnosticado el problema y determinado el causante de dichos disturbios, se recomendó el uso de un filtro activo específicamente diseñado para este tipo de disturbio en 1kHz. El filtro fue instalado en una línea de 440 voltios para proteger todo el equipo durante operación. En la siguiente figura se muestra la diferencia entre la entrada y la salida del filtro durante la conmutación de operación del banco de capacitores.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



SOLUCIÓN AL PROBLEMA



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Fallas en un computador, conectado a circuitos compartido y derivado

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



AMBIENTE

Se localiza la falla en un laboratorio, adyacente a oficinas

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Problemas ocasionado

los problemas se presentaban en el sistema de cómputo usado por el personal del laboratorio, el cual mostró fallas intermitentes y datos errados. Típicamente esto se iniciaba, alrededor de las 10 A.M. En algunos días no se presentaban fallas.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Diagnostico del problema

Para el diagnostico del problema se instalo en el tablero del sistema de computo, un equipo analizador de Armonicos, el analizador fue conectado, línea a neutro y neutro a tierra. Las formas de onda registradas de línea a neutro fueron relativamente ondas sinusoidales no deformadas, las cuales no dieron ningún indicio de las fuentes de disturbio de la línea.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Continuación

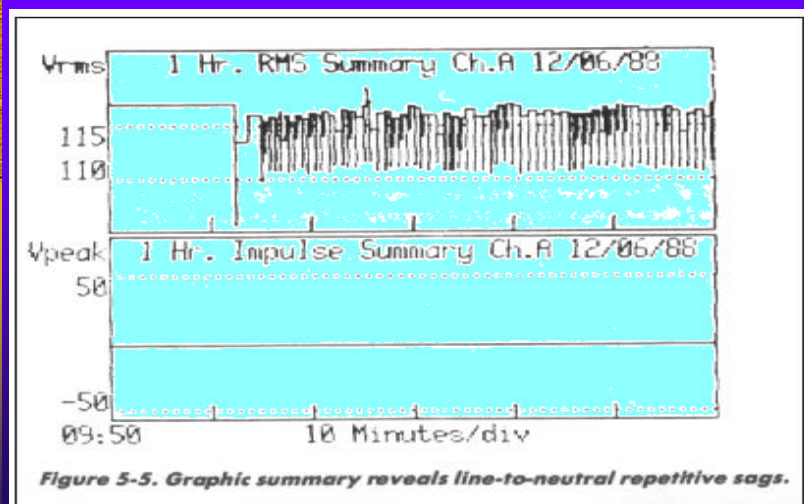
El equipo de monitoreo revelo un modelo de “Sags” (disminución de la tensión) repetitivos en la tensión RMS, empezando justamente después de las 10 A.M. El carácter regular de estos “Sags”, surgen ademas de la variación correspondiente en el neutro, fueron hechos invariantes a un al incremento de la resolución a pocos minutos.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



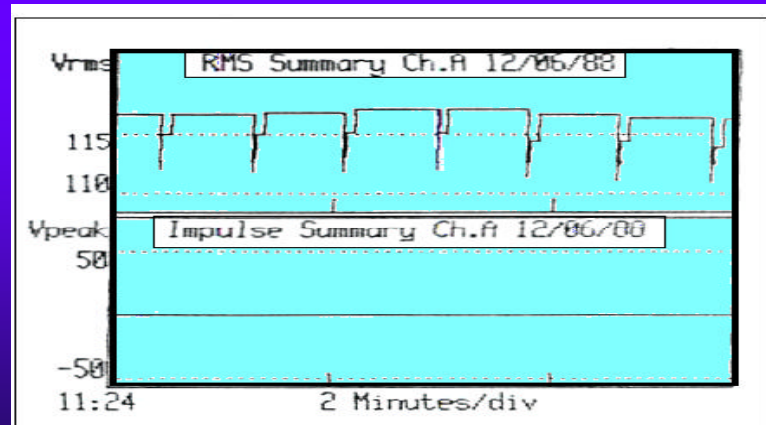
Forma de onda entre línea y neutro, se observa disminuciones repetitivas de tensión



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Forma de onda entre línea y neutro, se observa disminuciones repetitivas de tensión



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

se observa disminuciones repetitivas de tensión

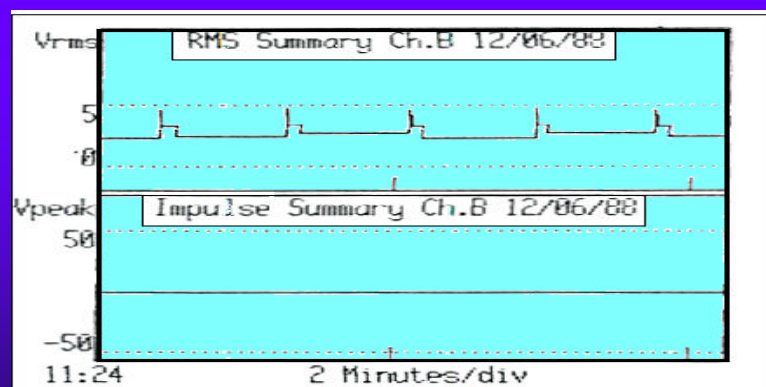


Figure 5-6. Increased graphic summary resolution shows regular nature of these sags (top), plus corresponding surges on the neutral (bottom).

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Solución

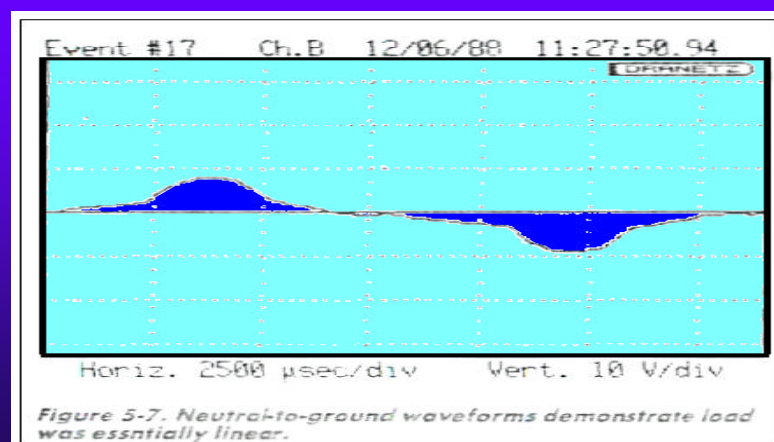
La repetición regular de los “Sags” de tensión fue un poderoso indicio, lo cual indicaba la conmutación automática de otra carga en el circuito. Como se puede observar en la forma de onda de neutro a tierra, lo que indica que la carga fue lineal.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Forma entre el neutro y tierra



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



continuación

Un pequeño trabajo de mayor análisis permitió localizar una impresora laser en una de las oficinas cercanas cuyo fusible esta caliente como consecuencia de las impresiones cada minuto aproximadamente. La alta demanda de corriente y el desarrollado potencial resultante en el neutro fueron la causa de los errores en el sistema de cómputo. Usualmente la impresora era encendida alrededor de las 10 A.M., después que el usuario ha creado un texto para ser impreso.

Moviendo la impresora a otro rlugar del circuito se eliminó la fuente de interferencia del

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



continuación

La alta demanda de corriente y el desarrollado potencial resultante en el neutro fueron la causa de los errores en el sistema de cómputo. Usualmente la impresora era encendida alrededor de las 10 A.M., después que el usuario ha creado un texto para ser impreso.

Moviendo la impresora a otra rama del circuito se eliminó la fuente de interferencia del computador

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



PROBLEMA DEL CONTROL DEL ASCENSOR

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



ENTORNO DEL PROBLEMA

**El problema se presento en un
edificio de un condominio.**

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



PROBLEMAS

El problema fue inicialmente diagnosticado como una excesiva caída de tensión entre el servidor principal de entrada en el sótano y el cuarto del motor del piso diez. Los técnicos comprometidos gastaron mucho tiempo y dinero probando reparar este presumible problema el cual había sido diagnosticado incorrectamente.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



CONTINUACIÓN

Entre las soluciones probadas estuvieron: reajuste de los taps de los transformadores a +5 por ciento, reemplazo del transformador por un modelo de transformador con baja impedancia, y la instalación de un regulador conmutable de taps electrónico. Incluso fue comprado un generador de emergencia de 450 kW para probar y ver si éste sería necesariamente reemplazado en vez del existente de 175 kW.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



CONTINUACIÓN

Todos estos esfuerzos tuvieron limitados éxitos, pero ninguno ofreció una solución aceptable

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.

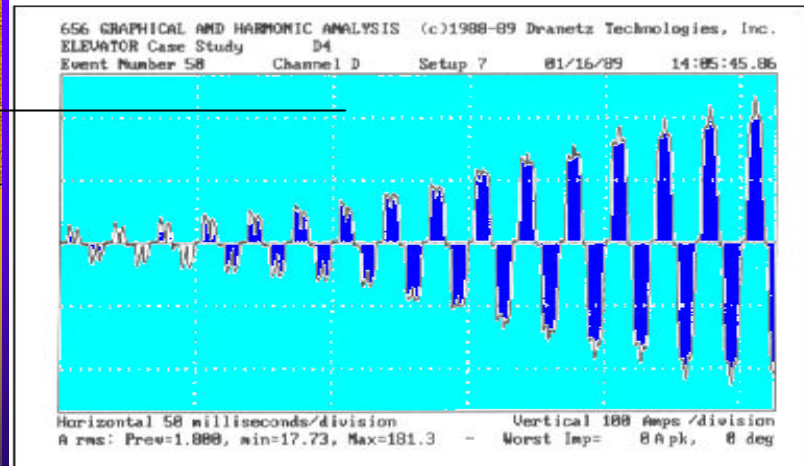


DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

Para al diagnostico del problema la consultora utilizó un analizador de potencia y energía para evaluar la calidad de la tensión y la corriente suministrada al motor del elevador. En la figuras sgts se muestra la variación de la corriente durante el arranque del motor y el efecto que ocasiona esta corriente en la tensión.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.

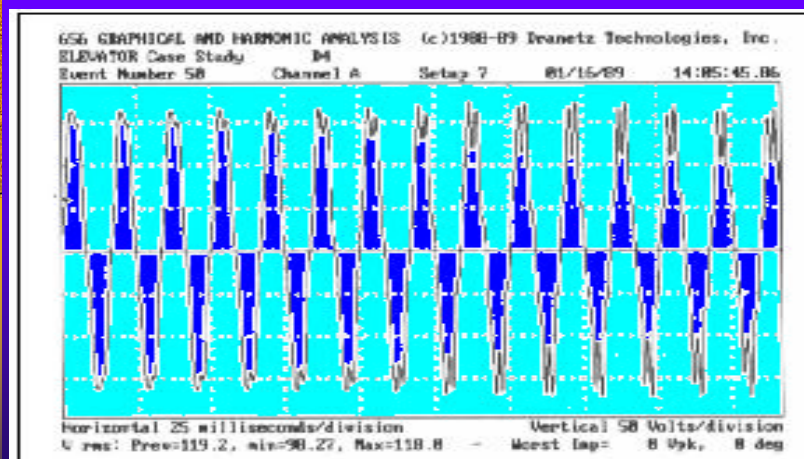
Variación de la corriente al momento del arranque del motor



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Efectos de la corriente de arranque del motor en la tensión



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Solución al Problema

Al uso del analizador permitio a descubrir el problema real. Dos factores llegaron a ser evidentes: primero, la tensión RMS verdadera reportada por el monitor mostró que los valores medidos por el equipo de medición del control de ascensores fueron engañosos

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



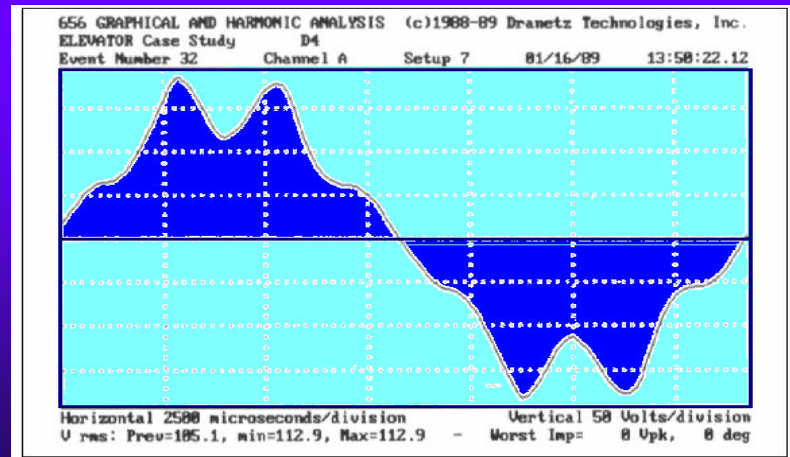
Continuación

La actual caída de tensión no fue tan severa como se indicaba al principio. El análisis de las formas de onda de la corriente y de la tensión (ambas visualmente y usando un análisis de armónico) mostraron **que la distorsión armónica, y no la baja tensión, fue la fuente real del problema, como se ve en la figura sgt.**

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Formas de onda distorsionadas de la tensión



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Continuación

El nivel de la quinta y séptima armónica en la forma de onda de la tensión fue debido a la reactancia del bobinado del generador en respuesta a la demanda de la corriente no lineal desde el controlador del motor del ascensor. Un circuito en el controlador del motor fue sensitivo a la distorsión armónica a esas frecuencias, confundiéndolas por un error en rotación de fases. La solución fue lograda mediante el reemplazo de este circuito a un costo de pocos dólares.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.





Entorno del problema

El problema se presentó en una industria.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Problema que se presenta

Cortes de los procesos de fabricación: error el el sistema de control

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Diagnostico del Problema

Un Analizador de potencia y Energía fue conectado al servidor del circuito derivado para el controlador del proceso.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Continuación

El evento mostrado en al figura fue registrado al mismo tiempo que se produjo la falla en el sistema. La tensión “Sag” a 26 voltios o 12 por ciento de la nominal valor de 220 voltios para una duración de 83 milisegundos o aproximadamente 5 ciclos.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Solución al Problema

La causa fue la falla de un transformador de 2000kVA de la propia compañía, que estaba en otra parte de la planta. Esta falla cortó la línea por cinco ciclos hasta la falta del recloser restauró la tensión normal. Este fue un incidente aislado el cual afectó la planta entera. La protección recomendada es abastecer al controlador de un UPS o un motor/generador con volante de inercia suficiente para seguir a través de un “Sag” de tensión”.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Distorsión Armónica de Corriente

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Entorno del Problema

Los problemas se presentaron en edificios de oficina con computadoras personales, copiadoras, y otros equipos electrónicos de oficina abastecidos por servicio estrella trifásico..

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Problema que se presenta

Problemas repetidos y experimentados con la falla del equipo de distribución eléctrica. Un transformador de distribución sobrecalentado y fallado, presencia de falla en circuitos, conectores eléctricos quemados. Todos estos problemas son síntomas de condiciones de sobrecarga. Sin embargo, medidas iniciales de corrientes de fase usando un amperímetro RMS verdadero mostró lecturas de corriente de 257 a 298 Amper. Estos valores no excedieron el valor permisible del equipo

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Diagnostico del Problema

El problema real empezó a manifestarse cuando se tomaron las lecturas de la corriente en el conductor neutro. El neutro estuvo llevando 229 A, un valor casi igual a la corriente de fase, aunque las cargas por fase estaban bien balanceadas.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Continuación

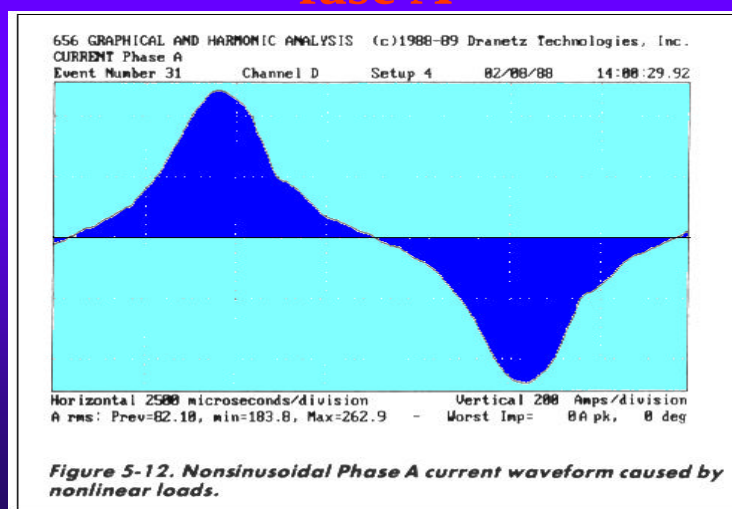
Un análisis más amplio fue realizado usando un analizador de armónicos. La Figura sgte muestra la forma de onda de la corriente de fase A. la forma no sinusoidal es debido a la típica corriente armónica de la fuente de potencia de modo conmutable la cual es utilizada en la mayoría de los equipos modernos de automatización en oficinas, estas son cargas no lineales.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Forma de onda de la corriente fase A



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Forma de onda de la corriente fase A

El pico de corriente mostrado en la figura es de 475 Amper. Si la forma de onda fuera sinusoidal, este pico de corriente sería sólo 363 Amperios.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



En la siguiente figura se muestra la distorsión armónica total y es cerca del 32 por ciento, de los cuales la tercera armónica contribuye a cerca del 31 por ciento. Cuando las corrientes de fase son distorsionadas a este grado, la cancelación trifásica normal, de donde resulta la corriente neutral cercana a cero, no se da lugar. Las armónicas impares producidas en 180Hz, 300Hz, y altas frecuencias en los conductores de fase resultan en grandes corrientes siendo llevadas por el neutro predominantemente en 180Hz.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.

Corrientes armonicas presentes en la fase A

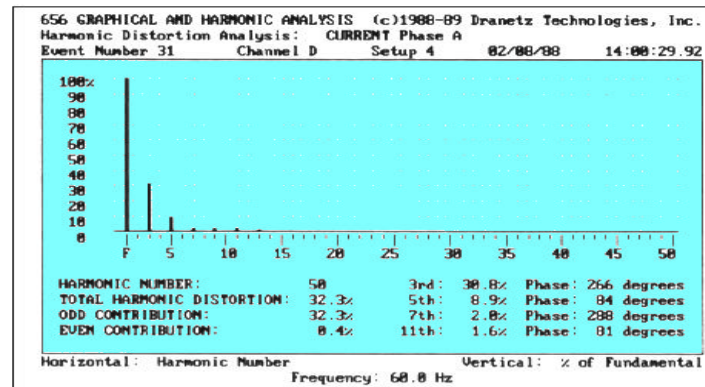


Figure 5-13. Plot of Phase A current harmonics showing high third harmonic content.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Forma de onda de la corriente en el neutro

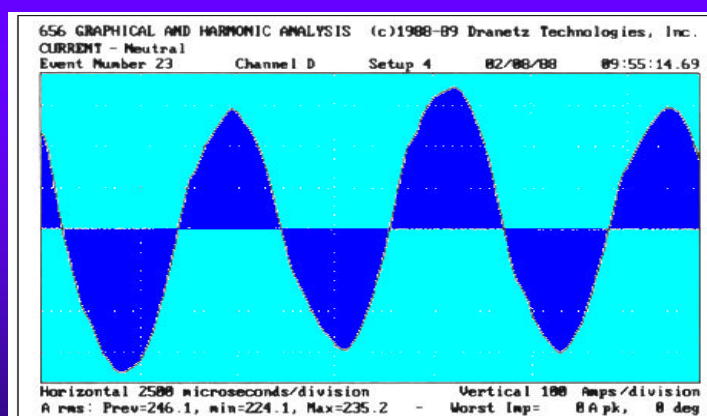


Figure 5-14. Common neutral current waveform showing predominance of 180 hz, modulated by 60 Hz fundamental.

19/09/2001

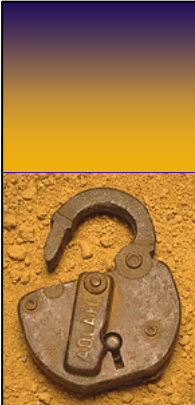
CENYTEC S.A.C.



Solución al problema

A corto tiempo estos problemas pueden ser direccionados por sobredimensionamiento de los conductores neutros y cambiar el transformador a un valor más conservativo de 60 por ciento .

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Fallas en Controladores de Velocidad.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Entorno del problema

El problema se desarrolla en una Planta industrial.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Problema que se presenta

Pérdidas en la productividad debido a los cierres intermitentes de los controladores de velocidad de 5 HP . Los controladores inversores desplegaron un código de diagnóstico indicando una sobretensión en la línea de alimentación de potencia del sistema. Sin embargo, las lecturas de la tensión en 440 V, las líneas trifásicas estaban en un margen bajo, en un rango de 420Volt a 435 Volt.

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Diagnostico del Problema

Un Analizador de armonicos fue usado para monitorear las tres fases a la entrada del equipo. Las pruebas encontraron disturbios en la línea cuando los capacitores de corrección del factor de potencia fueron conmutados dentro de la cuadrícula de utilidad de la potencia pero la tensión RMS no fue incrementada.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Continuación

Al consultar con el fabricante del controlador reveló que el conjunto de circuitos de protección fue sensible al extremadamente corto período de sobretensión.

Un incremento de 800 Volts pico tan pequeño como 40 microsegundos sería el causante del cierre.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Continuación

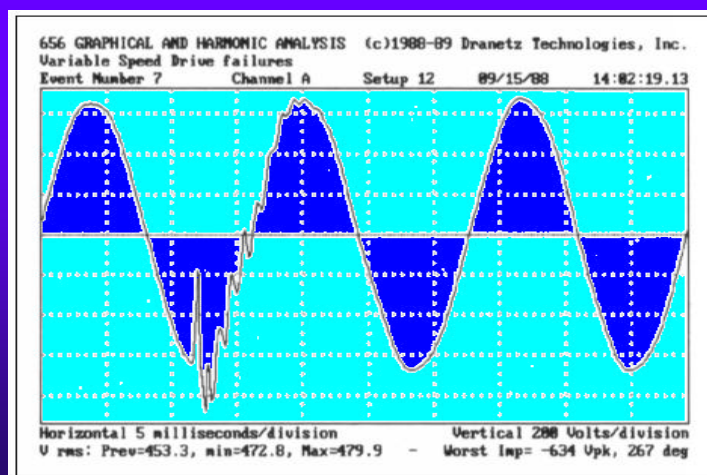
Ampliando las vistas de las formas de onda del Analizador para conseguir más detalles, se llegó a la conclusión que que si ocurriese una oscilación transitoria cerca del pico de la onda senoidal esto excedería las condiciones.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



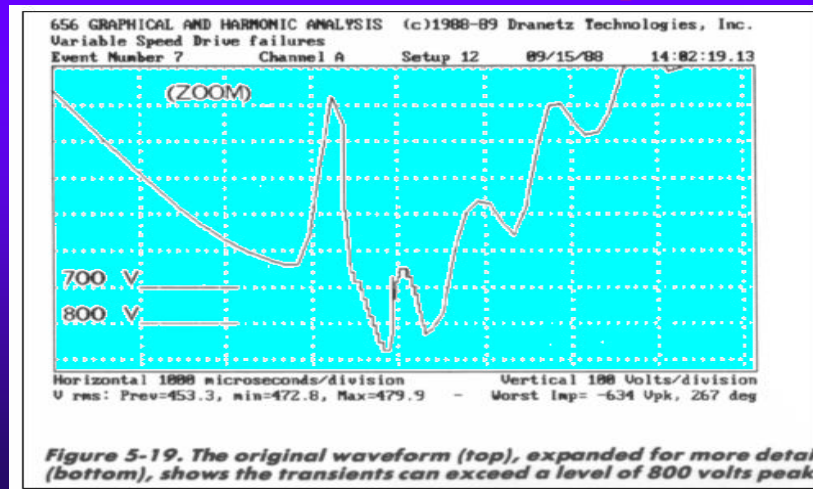
forma de onda original de la tensión.



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Expansión de la forma de onda para mayor detalle, muestra que los transitorios pueden exceder al nivel de 800 Volt pico.



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Solución del problema

La solución sugerida al cliente fue instalar supresores de transitorios a las entradas de los controladores, para asegurar la entrada de transitorios de tensión a un nivel de 750 Volt pico. Esto efectivamente debería limitar los cambios de corta duración y prevenir este problema.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Problema de Aterramiento Electrico

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Entorno del Problema

**El problema se presentó en las
instalaciones de un Moderno Hospital.**

19/09/2001 CENYTEC S.A.C.



Problemas que se presentaban

Los problemas que presentaba era errores en los sistemas de tomografías computarizadas controladas por microprocesador (CT-Scan). El sistema operaba apropiadamente durante varios meses. Luego los errores empezaron a aparecer y se incrementaron durante el verano

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



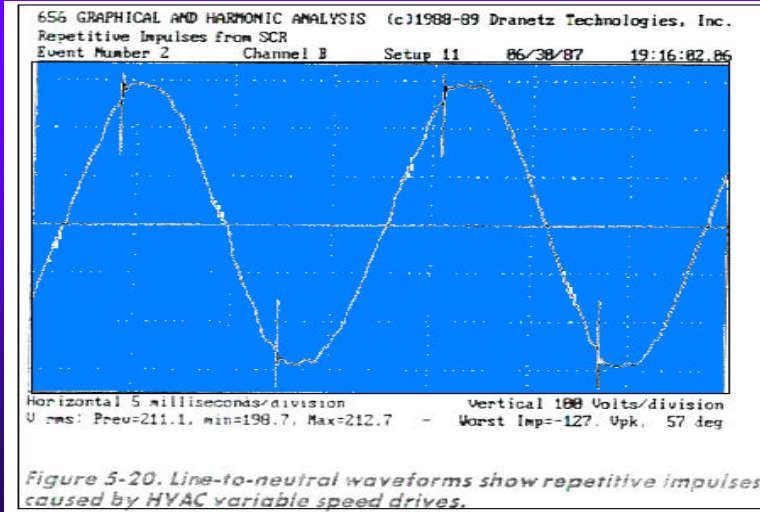
Diagnostico del Problema

Un Analizador de potencia mostró que la línea de potencia del sistema de Scan, fue sujeto a repetidos impulsos causados por controladores de velocidad variable por el sistema HVAC, así como otros impulsos transitorios. Estos son mostrados en las formas de onda línea a línea de la Figura sgt.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

Forma de onda, se observa impulsos repetitivos, causados por controladores de velocidad



19/09/2001

CENYTEC S.A.C.

continuación

La pregunta de por qué estos no habían afectado el temprano rendimiento fue respondido por chequear el sistema de aterramiento de las instalaciones. Ambos el equipo aterrado y la puesta a tierra fueron encontrados inadecuados. La resistencia a tierra fue medida en 13 Ohm. El deterioro del sistema de aterramiento fue en parte debido al suelo seco alrededor de la varilla enterrada en tiempo de verano.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.



Solución al problema

La acción correctiva fue mejorar la conexión de aterramiento por una nueva instalación de aterramiento, para mejorar las conexiones de las instalaciones. Se recomendó al usuario instalar un filtro para proteger al sistema CT scan de grandes efectos de impulsos repetidos.

19/09/2001

CENYTEC S.A.C.