

Mediciones y registro de parámetros para la calidad de energía eléctrica en el hospital Solca de Portoviejo en el área de radioterapia

Michael Wellington Burgos Santana ⁽¹⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación ⁽¹⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
michael.burgos@firmesa.com ⁽¹⁾

Resumen

El presente proyecto tiene por objeto proporcionar los resultados del monitoreo y registro de los parámetros eléctricos de la calidad de la energía eléctrica para la ubicación de Supresores de Transitorios de sobretensión a fin de proteger la electrónica de todos los equipos ubicados en el área de radioterapia del HOSPITAL SOLCA DE PORTOVIEJO. Las mediciones han sido realizadas en los paneles secundarios de distribución que alimenta al área de radioterapia. Este proyecto está enfocado con un 100% en los transitorios, pero sin dejar a lado el análisis de demanda, variaciones, monitoreo de onda, factor de potencia. Por lo expuesto a fin de brindar una solución óptima e incrementar su fiabilidad de equipos y proteger la inversión, se ha realizado un estudio técnico, a fin de analizar la carga y saber eventos que perjudican a la calidad de la energía eléctrica, y ubicar supresores capaces de absorber transientes de sobretensión ocasionados por rayos, conmutación de generadores eléctricos, conmutación de cargas internas, fallas en transformadores, conmutación de contactores y breakers, etc.

Palabras Claves: supresores, transitorios, calidad energía.

Abstract

This project aims to provide the results of monitoring and recording the electrical parameters of the quality of electricity for the location of transient surge suppressors to protect all electronic equipment located in the area of radiotherapy HOSPITAL SOLCA Portoviejo. The measurements were made in the secondary distribution panels feeding the area of radiotherapy. This project is focused to 100% by transients, but without leaving aside the analysis of demand, variations, monitoring of wave power factor. For these reasons in order to provide an optimal solution and increase equipment reliability and investment protection, it has carried out a technical study, to analyze the charge and know events that harm the quality of the electricity and placed suppressor capable of absorbing transient overvoltage caused by lightning, switching power generators, internal loads switching, faults in transformers, switching contactors and breakers, etc.

Keywords: Suppressors, transients, power quality.

1. Introducción

El estudio de calidad de energía es importante ya que actualmente se ha vuelto una de las causas más frecuentes de fallos y afectaciones en los sistemas eléctricos industriales por lo que para la realización del presente proyecto, se hizo uso de un equipo trifásico marca KYORITSU MODELO 6310 que se muestra en la Figura 1 el cual posee sensores de corriente de una capacidad de 500 amperios.

Se instaló el equipo en el panel secundario de distribución, ya que este es el ramal principal para el área de Radioterapia del Hospital Solca. Esto se conoce como el punto común de conexión donde se conectan todas las cargas y donde se ve el efecto de las cargas no lineales en cuanto a armónicos, o cuando ocurran algunos de los eventos antes mencionados.

Así cumpliendo con el objetivo del proyecto que es proporcionar los resultados del monitoreo y registro de los parámetros eléctricos de la calidad de energía eléctrica para la ubicación de supresores de transitorios de sobretensión.

2. Identificación del problema

El Hospital Solca cuenta con algunos equipos que disponen de tarjetas electrónicas que podrían verse afectados por efectos transitorios de sobretensión u otros fenómenos como los armónicos, disminución del factor de potencia que restan calidad a la energía. Estos eventos degradan los componentes y reducen la vida útil de las tarjetas o componentes electrónicos y en algunos casos la avería de los mismos. Esto causaría pérdidas por mantenimiento y reparación de equipos. Además de que como se está en un hospital

cualquier desperfecto en equipos médicos puede provocar incluso la muerte de algún paciente.

Por lo expuesto a fin de brindar una solución óptima e incrementar su fiabilidad de equipos y proteger la inversión, se ha realizado este estudio de la calidad de energía.

3. Especificaciones del equipo

El equipo analizador de energía es marca Kyoritsu y sus especificaciones se detallan en la Tabla 1.



Figura 1. KYORITSU MODELO 6310. [www.pce-iberica.es]

Además de ciertas funcionalidades que se detallan a continuación.

Tabla 1. Funcionalidades Kyoritsu

| Funcionalidades | |
|---------------------------------|--|
| Las conexiones del cableado | 1P 2W, 3W 1P, 3P3W, 4W3P |
| Las mediciones y los parámetros | Tensión, corriente, frecuencia, potencia activa, potencia reactiva, la potencia aparente, energía activa, energía reactiva, energía aparente, Factor de potencia (cosφ). Neutral actual, la demanda, armónicos, Calidad (Swetl/parada instantánea, Transitorios/sobretensión). |
| Otras funciones | Función de salida digital, función de comunicación externa |

4. Tipos de Mediciones

Este análisis de calidad de energía está dirigido a la presencia de eventos transitorios (pico de sobre voltaje) aunque además se mostraran otros parámetros presentes:

- Medición de desequilibrio de fases.
- Mediciones de armónicos de voltaje y corriente.
- Análisis de la calidad del suministro (transitorios).

En lo consiguiente igual demuestra todos los datos del sistema, más la presencia de armónicos u otro fenómeno que afecte al sistema eléctrico y electrónico.

4.1 Configuración del equipo

Se programó los datos básicos de medición (ver Fig. 1.2) tales como la mordaza utilizada, además el margen de corriente que esta ocupa, así como la

relación de CT (transformador de corriente) y frecuencia del sistema a medir (60 Hz).

| SETUP | | CF | 06/19/2014 11:09:34 |
|-------------|---------|----------|------------------------|
| Básico | | ©3P4W x1 | |
| Margen V | 150V | | |
| Relación VT | 1.00 | | |
| | 1,2,3ch | | |
| Mordaz | 8125 | | |
| Margen | 500.0A | | |
| Relac. CT | 1.00 | | |
| Filtro | | | |

Figura 2. Pantalla principal.

Se configuro el analizador de Calidad de Energía Eléctrica Kyoritsu 6310 a una captación de datos muy pequeño (cada 10 min) la capacidad de memoria de este equipo se llenaba prácticamente en cada 24 horas.

Se dejó el equipo en el panel secundario de distribución, pero siendo este el ramal principal para el área de Radioterapia del Hospital Solca.

4.2 Tipos de mordazas

Al describir las mordazas de corrientes, podemos hablar de una clasificación que nos da el fabricante, a continuación se muestran los nombres de los modelos con sus respectivas intensidades soportadas.

Tabla 2. Tipos de mordazas

| Mordazas para medición de potencia | | Mordazas para medición de fugas | |
|------------------------------------|------------|---------------------------------|----------|
| 8128 | Tipo 50A | 8141 | Tipo 1A |
| 8127 | Tipo 100A | 8142 | Tipo 1A |
| 8126 | Tipo 200A | 8143 | Tipo 1A |
| 8125 | Tipo 500A | 8146 | Tipo 10A |
| 8124 | Tipo 1000A | 8147 | Tipo 10A |
| 8129 | Tipo 3000A | 8148 | Tipo 10A |

5. Resultados obtenidos

A continuación se muestran los resultados obtenidos y el posterior análisis por etapas.

ETAPA 1: De acuerdo a nuestro primer análisis realizado en el panel secundario de 227 voltios que alimenta a la Etapa 1 se ha observado y analizado que este punto de medición está siendo gobernado por la carga del Simulador Radioterapia y Radio quirófano Braquiterapia.

ETAPA 2: En el sistema trifásico de 460 voltios inicialmente se analizó las variaciones de voltajes que exceden lo establecido por REGULACION No. CONELEC – 004/01, ya que en el sistema eléctrico las cargas no lineales están generando corrientes distorsionadas lo cual provoca distorsión también en la onda de voltaje, si se analiza el punto común de conexión se observa que hay otras cargas adyacentes, que se ven afectadas por esta onda con transitorios.

Además estas cargas no lineales están continuamente entrando y saliendo del sistema lo que empeora aún más la situación.

De las cargas adyacentes antes mencionadas el Acelerador Lineal está siendo energizado con un voltaje cuya magnitud posee ruido además fluctúa demasiado. Esto provocara que dentro de los meses siguientes, el equipo deje de funcionar de la manera más óptima.

Además es importante mencionar que la red eléctrica externa (sistemas vecinos del área de radioterapia), pueden generar más armónicas y afectar la calidad del suministro.

5.1. Análisis de valores de voltajes

ETAPA 1: El equipo Kyoritsu permite observar las magnitudes de voltajes entre otras magnitudes de tipo eléctrico, dando como rangos de muestra valores máximos, promedio, y mínimos. Con estos datos se pueden obtener porcentajes e incluso relaciones. Cabe recalcar que el modo registrador de eventos mostró al momento de descargar los resultados al computador que existían variaciones poco significativas además desde las 7h30 hasta las 16:00 el voltaje tuvo un mínimo de 121.7 voltios. Cuando el sistema se encuentra en carga máxima el voltaje cae a 110.7 voltios luego el voltaje va incrementando hasta llegar a 122 voltios es decir la carga comienza a bajar.

5.2. Análisis de valores de corrientes

Como resultado se obtiene que: la corriente promedio (Etapa1) oscila entre 28 y 9 amperios con un evidente desequilibrio, se visualizó que en el lapso de 23/08/2014 10:10:34 se generó una corriente máxima de hasta 159 Amp que fue ocasionada o producida por el arranque del tomógrafo y máquinas de Braquiterapia.

Luego de este evento ocurrieron más eventos al aplicar variaciones de carga. En resumen se tiene que la corriente máxima ocurre a máxima carga con un valor promedio de 152 amperios pico (Apk), por lo general en este tipo de análisis los valores de corriente son los que presentan mayores distorsiones, dichos valores obtenidos se encuentran fuera del rango permitido en la norma que indica un desbalance de 0% hasta un máximo del 40%.

5.3. Análisis de demanda

ETAPA 1:

Para la Etapa 1, al momento de realizar el análisis de la potencia activa se obtuvo una demanda máxima aproximadamente de 6.9 KW. Ahora bien para la potencia reactiva se encontró una variación en las

líneas aproximadamente, de 4.463 KVAR y mínima de 2.53 KVAR.

En cuanto a la potencia aparente esta fluctúa en un rango entre 7.9 KVA a 6.4 KVA debido a que la carga está variando continuamente.

ETAPA 2:

Para la Etapa 2, al momento de realizar el análisis de la potencia activa se obtuvo una demanda máxima aproximadamente de 12.73 KW y mínima de 7.7 KW (ver Fig. 2.4). Ahora bien para la potencia reactiva se encontró una variación en las líneas aproximadamente, de 8.6 KVAR y mínima de 5.4 KVAR.

En cuanto a la potencia aparente esta fluctúa en un rango entre 15.22 KVA a 9.4 KVA debido a que la carga está variando continuamente.

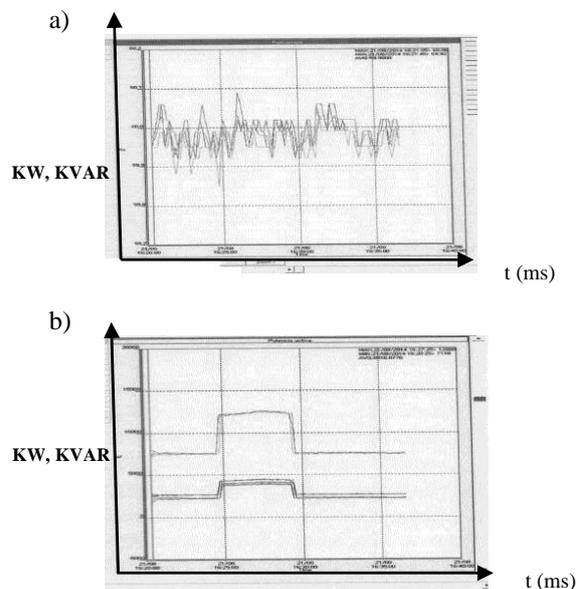


Figura 3. Registro instantáneo (a) y promedio (b) de demanda.

5.3. Análisis de tensiones neutro a tierra

La mayoría de las cargas informáticas presentan gran sensibilidad a posibles tensiones entre el neutro y el conductor de protección.

Cuando la corriente de retorno circula por el neutro aparece una diferencia de potencial N-PE equivalente a la caída de tensión en el hilo de neutro aguas abajo del transformador. La forma de onda de esta tensión es igual a la de la corriente de neutro, lo cual nos identifica además el tipo de carga. En la mayoría de los casos la caída de tensión producida entre el transformador y el punto de conexión del usuario es despreciable.

El problema siempre se localiza dentro de la propia instalación del cliente debido a diferentes causas que se tomaran en cuenta en las recomendaciones de este proyecto.

6. Conclusiones

Con la evaluación de los diversos casos y los datos adquiridos en el tiempo previamente dicho, se puede concluir lo siguiente:

1. De acuerdo a los resultados mostrados en el capítulo 2, se concluye que el sistema opera en condiciones normales, el voltaje mantiene un desfase correcto y su magnitud esta un 65% balanceada, se mantuvo en el margen de $\pm 9\%$. En cuanto a la magnitud de voltaje por lo general salvo ciertos casos se mantiene dentro de los rangos establecidos por la norma es decir se encuentra dentro del límite del 10% de variación, en ciertos casos se evidenciaron sobre voltaje y picos transitorios.

2. En la Etapa 2 se observó que el sistema presenta ciertos desequilibrios por la combinación de carga monofásica y trifásica en el sistema.

3. En lo que corresponde a los valores de frecuencia estos se encuentran dentro de lo que indica la el NATSIM el cual establece un rango de variación de $\pm 5\%$ veces la frecuencia nominal, que en nuestro medio es 60Hz, los datos que se obtuvieron fueron desde 59,79 Hz hasta 60,12 Hz.

4. Dentro del análisis de voltajes, se observaron ciertos disturbios como sags, swells, flickers además de perturbaciones como subidas de voltaje debido a entrada y salida de cargas. En el análisis de voltajes transitorios, se pudo evidenciar varios eventos con valores de voltaje que fluctúan fuera del intervalo que indica la norma del CONELEC con un 10 % más del voltaje nominal, dicho evento apareció luego de graduar el equipo a niveles sensibles para captar todos los eventos mayores a un 7%. Estos eventos transitorios se dieron en un intervalo de medida de 168 horas continuas, esto nos indica que si este fenómeno transcurre secuencialmente tendremos 10 eventos por cada 24 horas, 300 por mes y 3600 por año.

5. En voltaje varió un 9% más del valor nominal por un periodo de tiempo, el cual es considerado una variación de larga duración, en el cual en un porcentaje de datos se mantuvieron al límite permitido por las normas del CONELEC, mas no obstante, en ocasiones se elevó y se mantuvo en un 9.97% el cual está bordeando a los niveles considerados como un evento transitorio.

6. Debido a los constantes y repetitivos arranques de las cargas involucradas, ocasiona picos de sobrevoltaje y sobrecorriente. Además estos disturbios provocan bajadas de magnitud de voltaje y luego producir picos de sobrevoltaje.

7. Al sensar la corriente que circula por el neutro debido a que la tierra del sistema no está en buenas condiciones y por los desequilibrios de la corriente. Los valores fluctuaron de 0.1 Amp a 2 Amp en 7 tomas que se realizaron en toda el área bajo análisis.

7. Recomendaciones

En base a lo expuesto anteriormente se recomienda tomar los correctivos necesarios, para un correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas:

1. Instalar un equipo conocido como “supresor de picos”, el cual ayudará a evitar los picos de voltaje producidos por las diversas causas, además que el cliente evitara el lucro cesante esto es los costos que se generan en el momento que un equipo sale de trabajo por daños eléctricos, eliminando paradas abruptas o pérdidas económicas.

2. En cuanto a los equipos: se recomienda que para precautelar la vida útil de las tarjetas electrónicas de los equipos de Radioterapia y Braquiterapia, la instalación de un UPS de 100 KVA, con lo cual se garantiza el correcto y continuo funcionamiento de la inversión.

3. En cuanto al sistema de puesta a tierra: pueden ocurrir problemas o daños en la instalación o inclusive a las personas, es importante mejorar el sistema de puesta a tierra o darle un mantenimiento preventivo ya que en el caso de que existan descargas atmosféricas, fallas de fase o tierra, se pueden evitar accidentes o pérdidas materiales.

8. Referencias

A continuación se presentan las referencias utilizadas en este proyecto.

- [1] CONELEC, REGULACION No. CONELEC – 004/01, www.conelec.gob.ec/normativa/CalidadDeServicio.doc, 23 de mayo de 2001.
- [2] Kyoritsu, Kew 6310, <http://www.kew-ltd.co.jp/en/products/powermeter/6310.html>, 2004.
- [3] Kyoritsu, Manual de Instrucciones Kew 6310, <http://www.kewltd.co.jp/en/download/pdf/manual/spanish/6310.pdf>, 2004.