ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Revista Tecnológica ESPOL , Vol. xx, N. xx, pp-pp, (Mes, 2009)

Análisis del diseño de un sistema de distribución eléctrica, telefónica y redes de datos de un hospital basado en el modelo americano.

M. Sc. Miguel Yapur Auad, myapur@espol.edu.ec
Ing. Roberto De La A Banchón, rdelaa@fiec.espol.edu.com
Ing. Milton Pinos Crespo, mpinos@fiec.espol.edu.com

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC)
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, vía Perimetral Km 30.5, Guayaquil, Ecuador

Resumen

En este trabajo se presenta el análisis del diseño de un sistema de distribución eléctrica, telefónica y redes de datos del Hospital de Niños "Dr. Roberto Gilbert Elizalde" (HRGE) de la ciudad de Guayaquil, una entidad de beneficencia que proporciona servicios de salud con un régimen de trabajo de 24 horas, los 365 días del año.

Es una fuente de información para proyectos de control e integración de sistemas automáticos, implementación de nuevas tecnologías de comunicación. Se presentan los procedimientos implementados para un plan de acción de ahorro energético del HRGE (optimización), complementados con las actualizaciones de los diseños eléctricos y de comunicaciones realizados.

Palabras Claves: *Análisis, de un sistema de distribución hospitalaria*

Abstract

This work, presents the analysis of electrical distribution, telephone and data networks systems of the Children's Hospital "Dr. Roberto Gilbert Elizalde "(HRGE) in the city of Guayaquil, this hospital provides health services to a working regime of 24 hours, 365 days a year. It is a source of information for project control and integration of automated systems, implementation of new communication technologies. Shows the procedures implemented as an action plan for energy savings HRGE (optimization), supplemented with updates from the electrical and communications designs.

Keywords: *Analysis of distribution system for a hospital.*

1. Introducción

Este documento contempla principalmente las ampliaciones realizadas de dichos sistemas, proyectos de mantenimiento ejecutados y actualización de diagramas de su infraestructura eléctrica y de comunicación.

En este complejo hospitalario se encuentran equipos e instalaciones donde se puede ver la aplicación de conocimientos de ingeniería civil, eléctrica y mecánica; es por ello que este análisis se fundamenta en base a la participación activa de programas de mantenimiento preventivo y correctivo para equipos médicos, mediciones de campo del cuarto eléctrico y calderos, lectura de documentos e interpretación de planos de la infraestructura hospitalaria inicial, y experiencias recogidas a profesionales de las áreas de administración, mecánica, electricidad, electrónica y biomédica del departamento técnico.

2. Especificaciones

Se comprueba la aplicación de las normas internacionales a nivel eléctrico y comunicaciones para instalaciones hospitalarias, con el propósito de mostrar los cambios realizados, efectuar correctivos posibles y elaborar propuestas de mejoras.
Se conoce que en todos los países se tienen estrictos códigos y normas en el diseño de hospitales, su construcción y operación, así como en los sistemas mecánicos y eléctricos; por esta razón y en base a los resultados del análisis, se presenta los procedimientos implementados para un plan de acción de ahorro energético del Hospital Roberto Gilbert Elizalde HRGE (optimización), complementados con las actualizaciones de los diseños eléctricos y de comunicaciones ya realizados

3. Metodología

El complejo hospitalario se construyó en un área de 23970m², el mismo que cuenta en su parte posterior con una infraestructura energética conformada de la siguiente manera:

Central de gases medicinales que está formada por las centrales de vacío, aire, nitrógeno, oxigeno y gases médicos.

Cuarto mecánico de Calderos que suministran vapor a las áreas de Lavandería, Cocina y Esterilización, mediante 2 calderos de 250HP cada uno.

Cuarto mecánico de Aire Acondicionado.

Sistema de combustible provisto de tanques de almacenamiento principal de 6000 galones y, tanques diarios que suministran diesel a los calderos y a los generadores de energía eléctrica.

Cuarto Eléctrico Principal formado por celdas de alta tensión, transformadores, bancos de capacitores, tableros de transferencia automática, generadores y tableros de distribución.

3.1 Distribución eléctrica.

El sistema de energía eléctrica comprende la evaluación de energía AC desde la recepción de líneas de suministro, seccionamiento, transformación a baja tensión y distribución hasta los distintos tableros (cargas finales); todo ello con la seguridad que puede proporcionar un sistema de sincronización, transferencia y de protección altamente confiable.

También comprende la autogeneración de energía eléctrica proporcionada por seis generadores para situaciones de emergencia con la aplicación de una configuración dúplex o sistema de back-up en dos grupos electrógenos A y B.

3.2 Memoria técnica descriptiva del sistema eléctrico.

El suministro de energía eléctrica del complejo hospitalario a nivel de alta tensión proviene de una red trifásica subterránea de 13200V, cable de Cu #2, de 15KV, de propiedad de la CATEG (Corporación para la Administración Temporal Eléctrica de Guayaquil), la cual le factura actualmente al hospital un consumo promedio anual de 633733KW/h de energía activa, por medio de un medidor digital Elster con número de serie EZAV-745886.

Esta acometida principal se conecta a las celdas eléctricas de distribución que se dividen en celdas de medición, protección y seccionadoras. Las celdas seccionadoras energizan ocho subestaciones que proporcionan niveles de voltajes alternos de 208V y de 480V. En la tabla 1 se puede observar la descripción de celdas eléctricas

Tabla 1. Descripción de las celdas eléctricas

CELDA	DESCRIPCIÓN DE CELDAS ELECTRICAS.	SECCIONAMIENTO
1	CELDA DE MEDICIÓN DE ALTA TENSIÓN.	CM
2	CELDA PRINCIPAL BREAKER G.E. DE 5A.	CP
3	CELDA DE SECCIONAMIENTO A HEMODINAMIA	CH
4	CELDA DE SECCIONAMIENTO A CONSULTA EXTERNA.	CE
5	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 1. (A S-1).	C1
6	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 2. (A S-2).	C2
7	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 3. (A S-3).	C3
8	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 4. (A S-4).	C4
9	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 5. (A S-5).	C5
10	CELDA DE SECCIONAMIENTO A SUBESTACIÓN 6. (A S-6).	C6

3.3 Bancos de capacitores.

En el cuarto eléctrico se instalaron 6 bancos de capacitores que son para el control del factor de potencia del sistema eléctrico.

La H. Junta de Beneficencia pagó algunas penalizaciones, siendo la última en el mes de febrero de 2008 donde la CATEG penalizó por bajo factor de potencia.

Se analizaron 2 alternativas, la instalación de un motor sincrónico para enviar potencia reactiva a la red o la compra de bancos de capacitores con el mismo fin.

Debido a que adquirir un motor resulta un 40 % más caro que el banco y que su único fin era el de inyectar energía reactiva, se optó por la compra de banco de capacitores, pues el impacto ambiental del motor es significativo con respecto al banco, y el motor generara efluentes líquido, debido a su mantenimiento y la energía no inyectada a la red, la entrega al medio ambiente en forma de calor.

Tabla 2. Descripción de las subestaciones del HRGE.

SUBESTACIÓN	DESCRIPCIÓN	ALTO VOLTAJE	BAJO VOLTAJE
S-HE	TRANSFORMADOR 3Ø DE 225KVA, Δ-Y.	13200	480
S-CE	TRANSFORMADOR 3Ø DE 225KVA, Δ-Y.	13200	208
S1	TRANSFORMADOR 3Ø DE 500KVA, Δ-Y.	13200	208
S2	TRANSFORMADOR 3Ø DE 500KVA, Δ-Y.	13200	208
S3	TRANSFORMADOR 3Ø DE 225KVA, Δ-Y.	13200	480
S4	TRANSFORMADOR 3Ø DE 750KVA, Δ-Y.	13200	480
S5	TRANSFORMADOR 3Ø DE 500KVA, Δ-Y.	13200	480
S6	TRANSFORMADOR 3Ø DE 400KVA, Δ-Y.	13200	480
S-CA	TRANSFORMADOR AUMENTADOR 3Ø DE 225KVA.	208	480

3.4 Distribución de Redes Telefónicas

El cableado instalado en el HRGE es de tipo universal, modular y de arquitectura abierta, capaz de soportar redes de datos, voz, de tecnología actual y bases para el futuro. En la figura 1 se muestra la distribución de puntos de voz.

El proceso de instalación cumplió con los estándares internacionales de cableado de telecomunicaciones para edificios ANSI/EIA/TIA 568A, EIA/TIA 569, EIA/TIA 606 y EIA/TIA 607. El ANSI acredita tanto a la TIA como a la EIA el desarrollo de estándares voluntarios para la industria las telecomunicaciones.

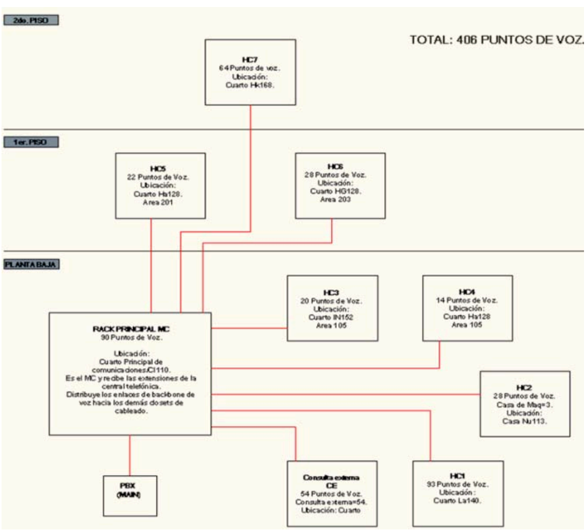

Figura 1. Distribución de puntos de Voz

3.5 Distribución de redes de datos.

El principal objetivo es transportar grandes paquetes de información de forma esporádica (baja carga), pero a elevada velocidad (gran ancho de banda) para permitir el envío rápido, a través de ellas, de una gran cantidad de datos entre un volumen potencialmente elevado de estaciones conectadas.

Para los sistemas enlazados mediante una red implementada en un medio hospitalario, se utiliza una red tipo LAN.

El diagrama de distribución de los 199 puntos de datos del HRGE se muestra en la figura 2, describe el rack principal donde se encuentra la conexión cruzada principal y desde donde se distribuyen todos los enlaces de backbone de fibra óptica y cable UTP categoría 5 hacia los demás closets, de los cuales se derivan los cableados horizontales CE, HC1, HC2, HC3, HC4, HC5, HC6 y HC7.

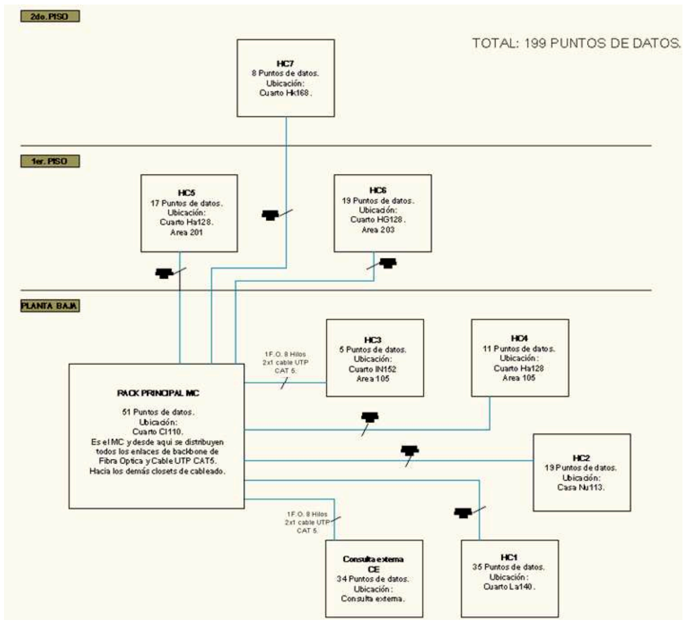

Figura 2. Distribución de puntos de Datos

Para comunicarse entre sí, las distintas sedes de la H. Junta de Beneficencia, situadas en emplazamientos distantes, se utilizan redes de área metropolitana y extensa, denominadas respectivamente, MAN (acrónimo de Metropolitan Area Network) y WAN (acrónimo de Wide Area Network).

3.6 Equipos de nueva generación en imágenes médicas que utilizan formato DICOM

DICOM está basado en el estándar ACR-NEMA y fue lanzado por la ACR para satisfacer las necesidades de conectividad entre equipos de tratamientos de imágenes, sin importar el fabricante del aparato.

Tabla 3. Tipo de resolución de las imágenes especiales

TIPO DE RADIOLOGÍA	RESOLUCIÓN DE LA IMÁGEN	TAMAÑO DE LA IMAGEN APROXIMADO
Radiografía	2048 x 2048 x 12 bits	32 MB
	512 x 512 x10 bits	
	1024 x 1024 x 10 bits	
Mamografía	4096 x 5120 x 12 bits	160 MB
CT (Tomografía Computarizada)	512 x 512 x 12 bits x nº imágenes	15 MB
	256 x 256 x 12 bits	
Ultrasonido	256 x 256 x 8 bits	1,5 MB
	640 x 640 x 8 bits	
Medicina Nuclear	128 x 128 x 8 bits	0,4 MB
DSA (Angiografía por sustracción)	512 x 512 x 10 bits	
	1024 x 1024 x 10 bits	
SPECT (Tomografía Computarizada de Emisión Fotónica Única)	64 x 64 x 16 bits	
	128 x 128 x 16 bits	

3.7 Tipos de imágenes

Los formatos de archivos gráficos son los patrones en los cuales se almacena la descripción de una imagen en un archivo electrónico.

JPEG: Su nombre se deriva del Grupo de expertos fotográficos unidos; es un formato bastante flexible para almacenar imágenes optimizadas del mundo real. Usa una distribución de 24 bits/píxel.

Los archivos de este tipo al ser comprimidos resultan más pequeños que los de tipo **GIF** (Formato del intercambio de los gráficos).

Mientras que el **"Mapa de bits"** es una representación digital de una imagen, donde cada píxel corresponde a uno o mas bits en el mapa. De esta forma se puede tratar a las imágenes como un grupo de puntos, más no como bloque.

3.8 Tipos de imágenes especiales

Las imágenes médicas son un recurso imprescindible en el diagnóstico médico de los pacientes.

Diferentes tipos de películas digitalizadoras, así como escáners, cámaras de estado sólido y cámaras de video, se usan rutinariamente para convertir las películas y placas de rayos X hacia el formato digital para su posterior tratamiento y archivo.

En la tabla 3 se puede observar los diferentes tamaños de las imágenes médicas. Se muestra en la figura 3 y 4 los equipos utilizados en el hospital.

El formato Dicom cada vez se hace más necesario en los departamentos de diagnostico por imágenes. El diagnóstico médico depende prioritamente de la misma.

Razón por la cual la calidad de la imagen así como el tiempo transcurrido para obtenerla y ser evaluada por un especialista es decisiva.

Figura 3. Equipo de Rayos X

Figura 4. Radiografía Computarizada

4. Plan de acción de ahorro energético.

El plan de acción se enfoca al estudio de la infraestructura general y la obtención de información relevante técnica-económica para determinar los puntos claves del estado de operatividad del complejo HRGE.

El análisis se direcciona clasificando las áreas por 7 líneas de servicio:

SGE-Servicio General Emergencia.
SGC-Servicio General Consulta Externa.
SGH-Servicio General Hospital.
SGD-Servicio General Diagnostico apoyo.
SPH-Servicio Privado Hospital.
APY-Apoyo.
ADM-Administración.

4.1 Infraestructura general para un estudio energético.

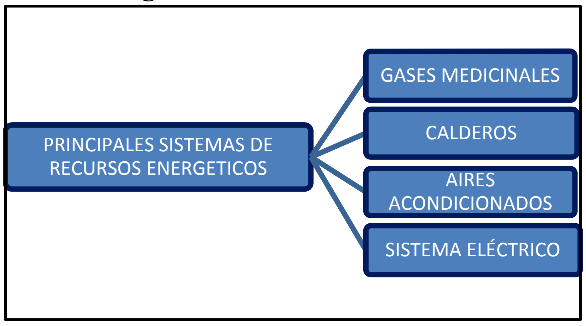

Figura 5. Infraestructura de un estudio energético

4.2 Diagrama "Costo de producción de servicios".

El objetivo principal de estas mediciones es conocer la demanda total y el diagrama de carga del HRGE, así como conocer el consumo por áreas específicas relacionadas con la producción de servicio, las que se determinó en condiciones operativas de los principales equipos. En la figura 6 se muestra la distribución de Servicios.

SGE-Servicio General Emergencia.
SGC-Servicio General Consulta Externa.
SGH-Servicio General Hospital.
SGD-Servicio General Diagnostico apoyo.
SPH-Servicio Privado Hospital.
APY-Apoyo.
ADM-Administración.

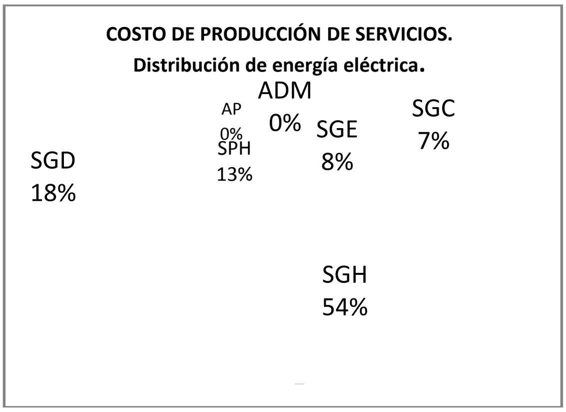

Figura 6. Costo de producción de Servicios

4.3 Balance comparativo de consumo ($) de energía eléctrica.

En el siguiente gráfico se puede apreciar una tendencia en el incremento del gasto en electricidad como consecuencia del consumo de la misma.

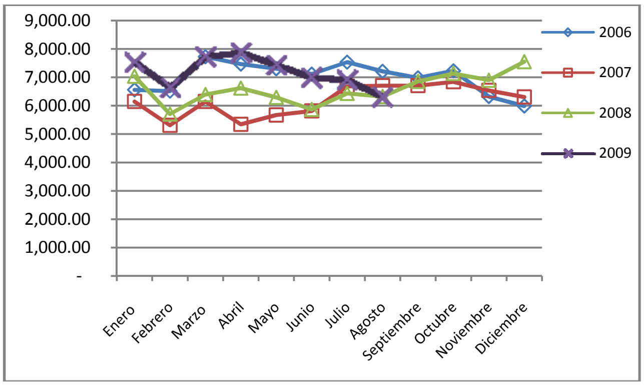

Figura 7. Diagrama anual de consumo de diesel.

5. Resultados Finales: Descripción del plan de acción de ahorro energético.

Tabla 4. Estructura del plan de acción de ahorro energético

ÁREA DEL HRGE	ANALISIS DE PROBLEMAS.	PLAN DE ACCIÓN REQUERIDA, ESTRATEGIAS Y OPCIONES.	CONSECUENCIA, EFECTO.	STATUS
ELECTRICA	Mejoramiento del factor de potencia.	Especificar bancos y cambiar capacitores averiados	Se evita multas posteriores y se mejora la calidad de energía.	Inmediato
ELECTRICA	Control de luminarias	Continuidad del cambio de tubos fluorescentes 40W por 32W	Reducción del consumo y participación del programa de ahorro energético.	Progresivo
ELECTRICA	Distribución de cargas finales	Actualización de Diagrama unifilar Principal, auditoría y revisión.	Documentos técnicos impresos iniciales para obtención de certificación ISO 14000	Progresivo
CALDEROS	Fuga de vapor.	Localización de fisuras, aislamiento de tuberías.	Se evita perdida de energía calorífica y se mejora la persección de mantenimiento.	Inmediato.
CUARTO DE CLIMATIZA-CION.	Falla en equipos chillers.	Determinar causas de falla de alimentación en línea trifásica	Dos compresores no operativos Momentáneamente.	Inmediato

6. Conclusiones y recomendaciones

Con este proyecto se logró cumplir con el objetivo principal de que toda infraestructura hospitalaria construida en base al modelo americano presenta seguridades y garantías ante el suceso de "siniestros a gran escala" (incendios, sismos, etc.); el diseño arquitectónico contempla la sectorización de los recursos energéticos priorizando la seguridad y la eficiencia del sistema.

El sistema eléctrico de emergencia (grupos electrógenos) cumple las pruebas de transferencia satisfactorias, operatividad al 100% y menor a 5 segundos según las normas internacionales.

Se cumple el requerimiento eléctrico para el funcionamiento de los equipos médicos que se conectan en los tomacorrientes con grado hospitalario, identificados bajo las normas con los colores: Blanco - EE; Rojos - GEN-EE; Naranja - GEN-EE-UPS.

La red LAN del HRGE es una red escalable, y mediante una red moderna de alta eficiencia usando un sistema interactivo se puede monitorear los signos vitales de un paciente y consultar los diferentes tipos de enfermedades con el doctor especialista para emitir opiniones de tratamientos.

Debido a que se ha participado activamente en el departamento de mantenimiento durante el desarrollo de este trabajo de graduación, se ha notado que la mayoría de los mantenimientos preventivo y correctivo de los equipos se deben realizar mucho antes de lo recomendado por el fabricante.

El porcentaje de equipos que ingresan a mantenimiento, porque no se siguen las recomendaciones del fabricante, supera el 60%.

El departamento de mantenimiento debe coordinar charlas sobre el manejo y cuidados de equipos médicos dirigida a los distintos grupos de profesionales de la medicina que laboran en el hospital; por ejemplo, médicos especialistas, de medicina general, licenciadas jefes de enfermería, enfermeras y auxiliares.

Se recomienda la instalación de un sistema de alarma contra incendios en el departamento de mantenimiento, para complementar el sistema de extintores para contrarrestar un posible siniestro.

Este trabajo puede ser tomado como referencia para desarrollar mejoras en el hospital.

7. Agradecimientos

Agradecemos al Ing. Freddy Matamoros Espinoza (Jefe del Dpto. de Mantenimiento) y a Ing. Raúl Zapata Brito (Jefe de instalaciones mecánicas) que apoyaron de manera desinteresada en el desarrollo de este proyecto.

8. Referencias

[1] Raúl Norberto Zapata Brito; "Metodología para la fiscalización de Instalaciones Mecánicas", 2004, pp. 6-91.

[2] Proyecto para Ahorro de Energía (PAE) del Ministerio de Energía y Minas (MEM), "Programa de Ahorro de Energía-Ministerio de Energía y Minas. Manual de Eficiencia Energética". 1999. Pp. 198-257,

[3] Programa De La Academia De Networking De Cisco. "Suplemento sobre cableado estructurado, CCNA1: Conceptos básicos sobre Networking v3.1", 2003. Pp. 2- 205.

[4] SIEMENS, "sensores industriales". http://www.siemens.com/automation, 25/06/2009

[5] ALCATEL, "Manual de usuario ALCATEL OMNI PCX 4400, Disponible en http://www.alcatel.com. 07/06/2009.

M. Sc. Miguel Yapur Auad.
DIRECTOR DE TESIS.

Ing. Milton Pinos Crespo

Ing. Roberto De La A Banchón.