



## Estudio del sistema eléctrico del policlínico “Municipal” de Santiago de Cuba\*

**Autor: Rodolfo Tabeada de la Cruz**

**Carrera: Ingeniería Eléctrica.**

**Universidad de Oriente (Cuba).**

**Resumen:** Se realizaron cálculos con datos reales en las condiciones de explotación, reevaluando la situación actual de todo el sistema eléctrico del Policlínico “Municipal” de Santiago de Cuba, permitiendo pronosticar y realizar cambios rápidos, así como dar soluciones eficaces a problemas reales de explotación, para mejorar la calidad del servicio eléctrico en dicha instalación. Se analizó el sistema de distribución, la instalación de alumbrado y accionamientos y el ahorro de energía eléctrica de toda la instalación. Se realizó además una inspección medioambiental en toda el área de la edificación identificando los problemas existentes. Se proponen soluciones y recomendaciones para mejorar el funcionamiento del sistema eléctrico.

**Palabras clave:** Policlínico Municipal; Santiago de Cuba; sistema eléctrico.

## Review on the existing electrical power system at the Municipal Polyclinic of Santiago de Cuba

**Abstract:** To carry out this investigation, calculations were made based on actual data on operating conditions to reevaluate the current condition of the entire electrical system. In this case the investigation was conducted on the electrical supply system to the "Municipal Polyclinic of Santiago de Cuba; which allows forecasting and making quick changes as well as provides efficacious solutions to actual operating issues for improvement of the electrical services in said facility. An analysis of the electrical distribution system, wiring installations, drive systems and electrical power saving of the entire facility was completed. Also an environmental compliance inspection was carried out on site to identify the existing problems. To conclude, this work presents the proposed solutions and recommendations to improve the operations of the electrical system.

**Key words:** Municipal Polyclinic; Santiago de Cuba; electrical power system.

### Introducción

Es de suma importancia conocer el suministro eléctrico de cualquier instalación, sea industrial o de servicio, para poder realizar cambios, pronosticar, dar solución rápida y eficaz a problemas de operación y tomar medidas para mejorar la calidad del servicio.

Un sistema eléctrico es una serie de elementos o componentes eléctricos o electrónicos, tales como resistencias, inductancias, condensadores, fuentes y/o dispositivos electrónicos semiconductores, conectados eléctricamente entre sí con el propósito de generar, transportar o modificar señales electrónicas o eléctricas (Correia, 2011).

En términos generales, se denomina sistema electroenergético al conjunto de elementos utilizados para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica (Feodorov & Rodríguez, 1993).

El Policlínico "Municipal" es una instalación del Ministerio de Salud Pública, ubicada en Calle 6 del Reparto Municipal de Santiago de Cuba. Esta unidad brinda servicios cada vez más especializados a la población en virtud de lograr mejor atención integral al

paciente. Su sistema de suministro eléctrico se alimenta del Sistema Electroenergético Nacional (SEN). Cuenta, además, con un Grupo Electrógeno de Emergencia, que se activa en ausencia de energía del SEN y satisface toda la demanda de potencia del policlínico.

El sistema de distribución funciona dentro de los parámetros permisibles desde el punto de vista del suministro eléctrico. El rediseño de una instalación de alumbrado y de un control de un accionamiento permitirá valorar la situación de los circuitos de iluminación, por su parte, la operación con carga de los motores y el estudio de control, regulación y acomodo de la carga posibilitará comprobar si es posible ahorrar energía en esta instalación.

Para facilitar el estudio el trabajo se realizó en tres etapas:

1. Análisis del sistema de distribución.
2. Diseño de una instalación de alumbrado y control de un accionamiento.
3. Estudio de control, regulación y acomodo de carga.

## **1. Análisis del sistema de distribución**

### **Descripción general de la instalación y de su sistema eléctrico**

El policlínico está conformado por 138 áreas, distribuidas en una sola edificación con tres niveles y un patio interior, con locales de consultas, administrativos, eléctricos, laboratorios, comedor, gimnasio, dormitorios, etc.

El suministro eléctrico se obtiene de un circuito primario de 13,2 kV, proveniente del SEN. Este circuito alimenta a un banco de transformadores monofásicos (dos de 37,5 kVA y uno de 50 kVA) conectado en estrella/delta con derivación central. La salida de los transformadores se conecta a la Pizarra General de Distribución (PGD) que distribuye la energía a otras pizarras y paneles, tanto de fuerza como de alumbrado, a un nivel de tensión secundaria de 240/120 V.

El policlínico cuenta con un Grupo Electrógeno de Emergencia (GEE) de 60 kVA que satisface toda la demanda de la instalación en caso de ausencia de la energía del SEN, garantizando la fiabilidad del servicio eléctrico. Para comprobar esto se realizaron lecturas de potencia activa y reactiva de un día característico en el metro contador y se calcularon los valores promedio de potencia aparente (23,49 kVA) y factor de potencia

(0,92) que demuestran que la capacidad del GEE es muy superior a la demanda de la instalación, siendo posible sustituirlo por uno de menor capacidad en caso de avería o desperfecto.

Al valorar el esquema de distribución existente se concluye que cumple con todos los requerimientos necesarios para este tipo de instalación que es de primera categoría desde el punto de vista del suministro.

### **Valoración del estado de cargas del banco de transformadores de la SPR y determinación de su régimen de operación económico**

En la instalación existe un banco de transformadores con capacidad total de 125 kVA. Partiendo de los datos de potencia del gráfico de carga diario de la instalación y realizando los cálculos necesarios se obtiene que el coeficiente de carga real es de 0,19 mientras que el coeficiente de carga óptimo del banco es de 0,57. Por tanto, el banco está operando considerablemente subcargado, generando pérdidas, por lo que se recomienda cambiarlo por uno de menor potencia, por ejemplo, un banco de 75 kVA.

### **Selección del número de conductores primarios del alimentador de la PGD.**

El suministro eléctrico actual se realiza mediante conductores de  $2 \times 300 \text{ mm}^2$  (Fases A y B),  $2 \times 95 \text{ mm}^2$  (Fase C) y  $2 \times 185 \text{ mm}^2$  (Fase N). Al determinar la intensidad de corriente por el circuito alimentador, considerando la potencia del GEE, y seleccionar el conductor que cumple los requerimientos técnicos de corriente permisible y caída de tensión permisible, se obtuvo que es necesario alimentar el policlínico con conductores de sección  $150 \text{ mm}^2$ . Al comparar con los conductores existentes se comprobó que son mayores que los calculados, por lo cual no se requiere de una nueva red de conductores.

### **Determinación de la ubicación racional del PGD**

Utilizando el método de los cartogramas de cargas, las coordenadas obtenidas mostraron que la ubicación calculada de la PGD está en el patio interior del policlínico, bien distante de la ubicación actual, pero al valorar esta ubicación se concluye que no resulta factible reubicar la PGD por cuanto implicaría una serie de cambios (transformadores, GEE, conductores) con inversiones no amortizables a corto plazo. Además, la nueva ubicación afectaría desde el punto de vista ambiental al generar ruidos, vibraciones y contaminación electromagnética que afectaría a los pacientes.

## **2. Diseño de instalación de alumbrado y control de un accionamiento**

Para el rediseño de una instalación de alumbrado se seleccionó el Departamento de Contabilidad cuyo local tiene instaladas cuatro luminarias fluorescentes de 2x40 W, siendo sus dimensiones 10 m de largo por 4 m de ancho y 3 m de altura. Utilizando el método de los lúmenes, al diseñar la iluminación, en dependencia de la tarea visual que se realiza, para un nivel luminoso requerido de 300 lx y luego de comparar tres variantes respecto a consumo y ahorro energético, se logró determinar que para una adecuada iluminación se requiere instalar ocho luminarias fluorescentes de 2x36 W, lo que evidencia que el nivel luminoso actual en el local (sin tener en cuenta la iluminación natural) no es el adecuado para la actividad que se realiza.

Luego de calcular el número de luminarias se determinó la carga para circuitos de alumbrado y tomacorrientes de uso general del local y se confeccionó el plano de emplazamiento de los equipos y trayectorias de recorrido de circuitos del local.

Respecto a los accionamientos se comprobó por el método de la corriente equivalente que el equipo seleccionado (el motor de una bomba de agua) funciona adecuadamente y se propuso un control para su funcionamiento.

## **3. Estudio de control, regulación y acomodo de carga**

El estudio se realiza para tratar de aplanar la curva del consumo eléctrico, disminuir el pico y ahorrar a través de la recontractación de la demanda de potencia.

Como el factor de potencia es 0,92 la instalación no es penalizada por bajo factor de potencia y no se requiere compensación de potencia reactiva. La demanda contratada es de 125 kW y la máxima registrada es de 37 kW por lo cual es posible recontractar la demanda con la Empresa Eléctrica y ahorrar por este concepto como se muestra a continuación.

El costo fijo actual por cada mes es de  $125 \text{ kW} \times 5.00 \text{ \$/kW} = \$625.00$ . Recontractando la demanda a 50 kW se obtendría un ahorro de  $(625 - 250 = 375,00)$  \$375,00 mensuales.

El procedimiento para la realización del estudio lleva, en orden cronológico, los siguientes pasos:

- 1- Estudio del flujo de producción.
- 2- Obtención del gráfico de demanda compuesta.

- 3- Comprobación de la demanda compuesta.
- 4- Análisis y estudio de la carga.
- 5- Plan de medidas.
- 6- Cuantificación de las medidas propuestas.
- 7- Actualización de los principales indicadores del estudio.

Al desarrollar cada paso del estudio se logró determinar que es posible aplanar la curva de consumo y disminuir los picos aplicando medidas tales como:

Selección al izar circuitos de iluminación y aprovechar la luz natural.

En el horario pico comprendido de 11.00 a.m. a 1.00 p.m. desconectar los aires acondicionados de los locales administrativos y del laboratorio de computación.

En el horario pico comprendido de 6.00 p.m. a 10.00 p.m. desconectar el aire acondicionado del local de Apoyo Vital.

En el horario pico comprendido de 11.00 a.m a 1.00 p.m. no conectar las autoclaves y utilizarlas entre 1.00 a.m. y 5.00 a.m.

Sustituir las cinco lámparas fluorescentes existentes de 20 W en la instalación, por lámparas de 18 W mucho más eficientes y sustituir las 406 lámparas de 40 W por lámparas fluorescentes de 32 W, lo que disminuiría la potencia demandada en 3,58 kW.

### **Conclusiones**

El transformador que da servicio a la instalación está operando considerablemente subcargado, por lo que se recomienda cambiarlo por uno de menor potencia.

El esquema de distribución existente cumple con todos los requerimientos necesarios para este tipo de instalación.

Es posible ahorrar \$375.00 mensuales por recontractación de la demanda máxima de potencia.

Es posible ahorrar energía implementando medidas propuestas que son el resultado del estudio de control, regulación y acomodo de la carga.

### **Recomendaciones**

Implementar todas las medidas propuestas en el estudio de control, regulación y acomodo de carga.

Sustituir el banco de transformadores por el propuesto.

Recontratar la demanda de energía eléctrica a 50 kW.

**Referencias bibliográficas**

CORREIA, A. 2011: Sistema eléctrico [en línea]. Consulta: 10 enero 2011. Disponible en:<http://www.monografias.com/trabajos73/sistema-electrico/sistema-electrico.shtml>

FEODOROV, A. & RODRÍGUEZ, E. 1993: Suministro eléctrico de empresas industriales. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana.

\* Trabajo presentado en el *XIX Forum Científico Nacional de Estudiantes Universitarios de Ciencias Técnicas*. Tutorado por el ingeniero Edgar Gutiérrez Mora.