

## Estudio del sistema eléctrico del hotel “Las Américas”\*

**Autor:** Ricardo Fernández Rodríguez

**Carrera:** Ingeniería Eléctrica.

**Universidad de Oriente (Cuba).**

**Resumen:** Se realiza un análisis del sistema eléctrico (SE) del hotel “Las Américas” con el objetivo de optimizar recursos y ahorrar energía. El estudio se desarrolló en tres etapas, en función de lograr un correcto funcionamiento de la instalación eléctrica: análisis del sistema de distribución donde se confecciona un monolineal y se verifica la actuación dentro de límites permisibles de los elementos componentes de la instalación eléctrica del hotel; diseño de una instalación de alumbrado, se rediseña la instalación del alumbrado del Salón de Reuniones y se analiza el tipo de control y accionamiento de un compresor del sistema de refrigeración; estudio y análisis para la optimización y ahorro de energía eléctrica de toda la instalación (estudio de control, regulación y acomodo de carga). Se realizó además una inspección medioambiental en toda el área de la edificación, identificándose los problemas existentes. Se proponen soluciones que representan un ahorro estimado de energía eléctrica de 72 144 kW al año equivalentes a \$6 853.60 (USD) anuales.

**Palabras clave:** hotel Las Américas; Santiago de Cuba; sistema eléctrico.

## Hotel “Las Américas” electrical power system review

**Abstract:** This work is based on an inspection made to the existing electrical power system (SE) in the Hotel “Las Américas” with the objective to maximize resources and save electrical power. The investigation was carried out in three phases to ensure proper operation of the electrical installation: Analysis of the distribution system including preparation of a single-line diagram and verification of the performance of the components of the hotel’s electrical supply system; Design of a lighting system (re-design of the existing lighting installations in the Meeting Room and review of type of compressor’s control and drive systems installed on the cooling system); Power Consumption Review and Analysis to achieve electrical power maximization and savings in the entire facility (Review of load control, setting and re-adjustment). An environmental compliance inspection was also conducted in the building for identification of current issues. To conclude, this work presents proposed solutions which provide an estimated power saving of 72144 kW a year; which accounts for \$ 6853.60 (USD)/year.

**Key words:** hotel Las Américas; Santiago de Cuba; electrical power system.

### Introducción

En la actualidad, cuando los recursos energéticos escasean cada vez más, se hace necesario aplicar una política de ahorro de suma eficiencia. En este contexto es imprescindible el estudio y análisis de los sistemas eléctricos, fundamentalmente los sistemas de suministros en instalaciones de producción y servicios.

Los sistemas de suministro eléctrico de empresas industriales sirven para satisfacer los requerimientos de la producción a través de la entrega de energía eléctrica, desde las fuentes de alimentación hasta los puestos de consumo, en la cantidad y calidad requeridas (Feodorov & Rodríguez, 1993).

El hotel “Las Américas” es una instalación de Servicios Hoteleros perteneciente a la Cadena Isla Azul. La unidad constituye una importante fuente de ingresos en moneda libremente convertible al país brindando servicios gastronómicos y de alojamiento. 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 tiene instalado un banco de capacitores con el cual logra mantener un factor de potencia cercano a 0,98.

Con el estudio del sistema de distribución se comprueba si el hotel funciona dentro de los parámetros permisibles desde el punto de vista del suministro eléctrico. El diseño de una instalación de alumbrado y de un control de un accionamiento permite valorar la situación de los circuitos de iluminación así como la operación con carga de los motores. Por último, 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 (5 tareas).
2. Diseño de una instalación de alumbrado y control de un accionamiento (5 tareas).
3. Estudio de control, regulación y acomodo de carga (7 tareas).

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

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

El hotel está conformado por varias edificaciones (Figura 1) las cuales comprenden los siguientes bloques: Área de Mantenimiento, Bloque Habitaciones, Bloque Central, Bloque Administrativo, Cocina y Restaurantes, Tiendas y Agencias de Viajes. Dentro de estos bloques se encuentran diversos locales, en los que se realizan las diferentes actividades de la instalación, tanto lucrativas (Bloque Habitacional, Restaurante Internacional, Bar Piscina, Cabaret, Restaurante Bucanero, Cafetería Compay, Bar Lobby) como no productivas (Bloque Administrativo, Buró de Venta Islazul).



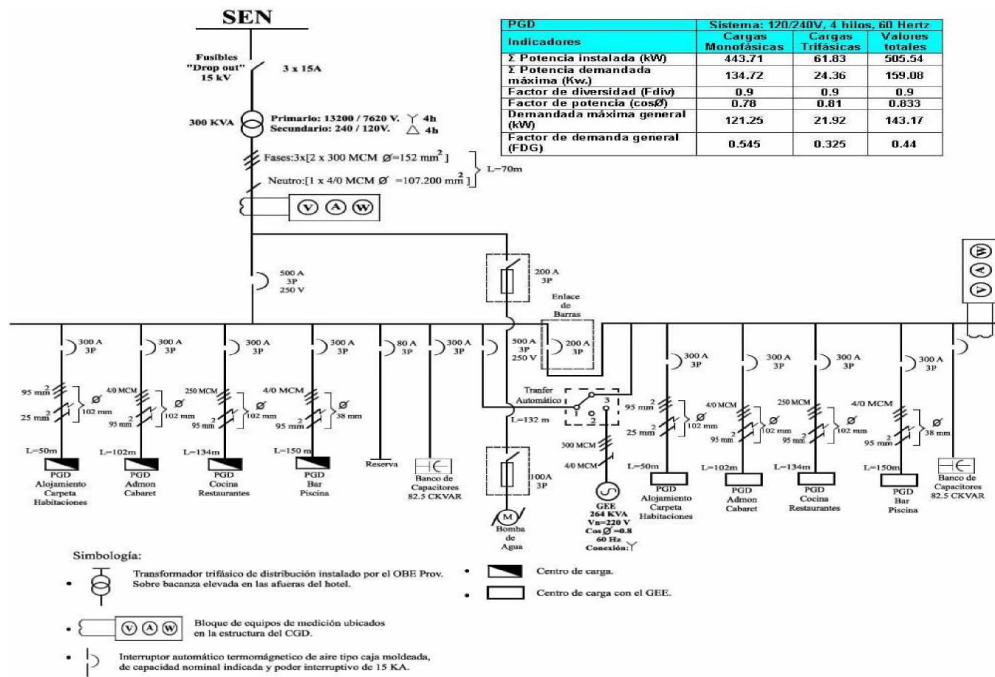


Figura 2. Diagrama monolineal del Hotel Las Américas.

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.

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

Aquí se valoran los conductores existentes que alimentan la PGD, considerando la corriente que debe circular por los mismos, según la potencia demandada por la instalación. En caso de ser necesario se propone una nueva red de conductores.

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 hotel con dos conductores por fase calibre 300 MCM. Al comparar con los conductores existentes (determinados según la capacidad del transformador instalado) se comprobó que son mayores que los calculados, por lo cual no se requiere una nueva red de conductores.

### Determinación de la ubicación racional del PGD

Para la ubicación racional del PGD debe utilizarse la metodología que garantice las mínimas pérdidas de energía por la reducción de los circuitos y las mínimas caídas de voltaje, así como la reducción de las zonas de falla del sistema de suministro eléctrico de la instalación. Utilizando el método de los cartogramas de cargas, las coordenadas obtenidas (Figura 3) indican que la ubicación calculada de la PGD esta muy próxima a la ubicación actual, por lo que se considera adecuada con respecto al centro de cargas de la instalación.

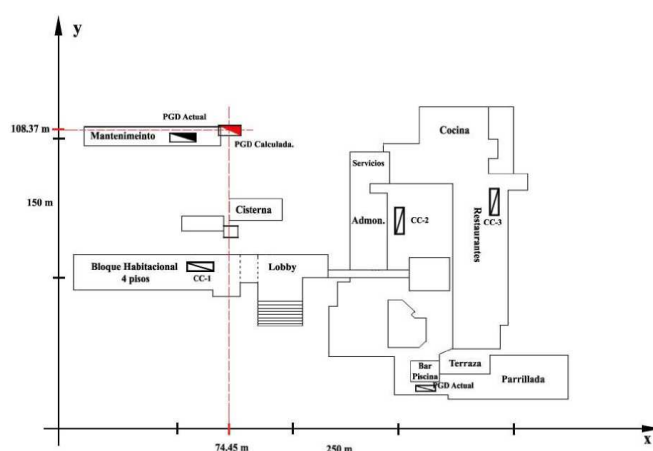


Figura 3. Ubicación racional del PGD.

Desde un punto de vista técnico y ambiental, al estar ubicada en la periferia de la instalación se hace más fácil su mantenimiento, no pone en peligro la vida de los visitantes y el ruido que provoca la conexión del GEE no afecta a los huéspedes y por tanto hace más placentera su estadía en el hotel.

### 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 transformador trifásico de 300 kVA conectado en delta-estrella. Este transformador debe operar a su máxima eficiencia cuando trabaja con el porcentaje de carga igual al valor de su coeficiente de carga óptimo.

Al realizar los cálculos necesarios se obtiene que el coeficiente de carga óptimo es de 0,56 y al considerar los datos de potencia del gráfico de carga diario de la instalación se obtiene que el coeficiente de carga real es de 0,27. Por tanto el transformador está

operando subcargado considerablemente, generando pérdidas, por lo que se recomienda cambiarlo por uno de menor potencia, por ejemplo un transformador de 200 kVA., cuyo coeficiente de carga real sería de 0,40 y su coeficiente de carga óptimo de 0,42.

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

Toda instalación eléctrica de alumbrado se diseña para proveer el nivel de iluminación adecuado. El logro de esta finalidad con la máxima calidad, eficiencia y al menor costo está íntimamente ligado con el cumplimiento de toda una serie de valoraciones (Mazorra, 1996).

El diseño de una instalación de alumbrado comprende tres tareas principales que son:

- a. Diseño del sistema de alumbrado de interiores a partir de la selección de sistemas, métodos de iluminación, equipos y niveles de iluminación en dependencia de las tareas visuales. Determinación del número y emplazamiento de las luminarias.
- b. Determinación de la carga para cada uno de los circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes a partir del equipamiento existente (o en proyecto) del local y de la instalación de alumbrado proyectada.
- c. Confección de los planos de emplazamiento de los equipos y trayectorias de los circuitos de alumbrado y tomacorrientes según normas cubanas.

Se tomó como estudio de caso el diseño de la instalación de alumbrado y tomacorriente de un local de mucho uso como es el Salón de Reuniones del Bloque Administrativo, el cual tiene instaladas 10 luminarias fluorescentes de 2x32 W, siendo sus dimensiones 18 m de largo por 6 m de ancho y 4,05 m de altura. Utilizando el método de los lúmenes, al diseñar la iluminación del salón de reuniones en dependencia de la tarea visual que se realiza, para un nivel luminoso requerido de 300 lx y luego de comparar cuatro variantes respecto a consumo y ahorro energético, se logró determinar que para una adecuada iluminación del Salón de Reuniones se requiere instalar 14 luminarias fluorescentes de 2x32 W, siendo posible reajustar este número de luminarias en dependencia de la contribución de la iluminación natural en el local en estudio, para lo cual es necesario realizar mediciones del nivel luminoso existente en el mismo.

Luego de calcular el número de luminarias se determinó la carga para circuitos de

alumbrado y tomacorrientes del local (un aire acondicionado Split de 7,2 kW, 220 V y tomacorrientes de uso general de 110 V) 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 procedimiento para la realización del estudio lleva, en orden cronológico, los siguientes pasos:

- 1- Estudio de la actividad social.
- 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 los mayores consumidores son la climatización, el área de los restaurantes y la parrillada, cargas sobre las que no se puede incidir, pues se afectarían las actividades que se realizan diariamente en la instalación (Figura 4). Solo podrán acomodarse las cargas que no alteren la actividad del centro, como son el alumbrado de los pasillos, salas de estar y los equipos de clima (aires acondicionados) en las áreas administrativas.



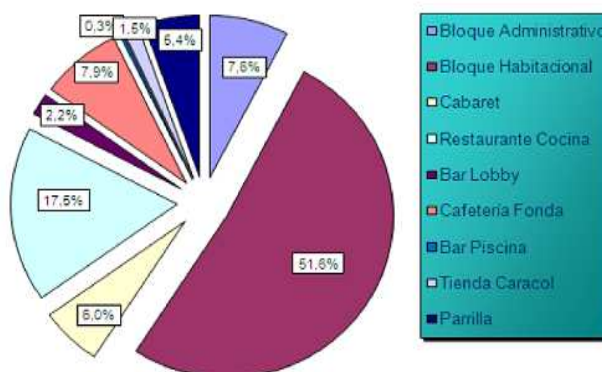


Figura 4. Consumo general del hotel por áreas.

Consecuentemente, se establece un plan de medidas concretas para el uso racional de la energía, algunas de ellas son:

1. Instalar sensores para controlar las siguientes variables en las habitaciones:
  - Estado de la puerta (abierta o cerrada).
  - Presencia o no en la habitación.
  - Temperatura en la habitación.
2. En el horario pico comprendido de 11:00 a.m. a 1:00 p.m. desconectar los aires acondicionados de los locales del Bloque de la Administración, ya que este es el único local donde es posible accionar sin influir en los huéspedes.
3. Sustituir las 54 lámparas fluorescentes existentes de 20 W en la instalación, por lámparas de 18 W mucho más eficientes, y sustituir las 51 lámparas de 40 W por lámparas fluorescentes de 32 W. Dar el correspondiente mantenimiento y programado a los sistemas de alumbrado.

Si las medidas propuestas para el ahorro de energía en el horario del día se cumplieran, se demandarían 10.02 kW menos entre las 11:00 a.m. y las 1:00 p.m. y se ahorrarían 20.04 kWh diarios, 601.2 kWh mensuales, 72 144 kWh anuales que equivaldrían a un ahorro por concepto de energía eléctrica en el año de \$6 853.68 (USD).

## Conclusiones

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

Los conductores que alimentan la Pizarra General de Distribución (PGD) cumplen los requerimientos técnicos de corriente permisible y caída de tensión permisible y se considera adecuada la ubicación de dicha pizarra.

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

En general, los circuitos de iluminación y de fuerza funcionan adecuadamente para la actividad que realizan.

Es posible lograr un ahorro de 72 144 kWh y \$6 853.68 USD al año por concepto de energía eléctrica si se implementan medidas propuestas que son el resultado del estudio de control, regulación y acomodo de la carga realizado en el hotel.

La inspección medioambiental en toda el área de la edificación arrojó algunos problemas a los que se les proponen soluciones.

## Recomendaciones

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

Sustituir el transformador y sistema de bombeo existentes por transformador y sistema propuesto.

Recontratar la demanda de energía eléctrica a 135 kW, ahorrando 10 kW mensuales por concepto de demanda contratada.

Implementar medidas medioambientales tales como: poner en funcionamiento los sistemas de climatización centralizada los cuales se encuentran alejados de las áreas de atención a los pacientes, disminuyendo los niveles sonoros dentro de la instalación y colocar filtros en las chimeneas de expulsión de gases de los grupos electrógenos para disminuir los niveles de CO<sub>2</sub> emitidos a la atmósfera.

### Referencias bibliográficas

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

MAZORRA, J. & GIRONELLA, J. 1986: Suministro eléctrico industrial. Ministerio de Educación Superior. ENPES. La Habana.

\* Trabajo presentado en el *XIX Forum Científico Nacional de Estudiantes Universitarios de Ciencias Técnicas*. Tutorado por el MSc. Samuel Turner Curbelo y el Ing. Edgar Gutiérrez Mora.