

Sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba

System of electrical energy consumption monitoring at the National Hotel of Cuba

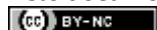
Alejandro Socarras Córdova¹, Adriana Virginia Acosta Corzo^{2,*}, Ana Loreta Arencibia²

¹Empresa de Generación Distribuida. Diaria No.202, esquina Alambique. La Habana, Cuba.

²Universidad Tecnológica de La Habana. Departamento de Automática y Computación. Calle 114 No.11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao. La Habana, Cuba.

*Autor de correspondencia: adriana.virginia@automatica.cujae.edu.cu

Este documento posee una [licencia Creative Commons Reconocimiento/No Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



Recibido: 25 julio 2020 **Aceptado:** 7 agosto 2020 **Publicado:** 9 agosto 2020

Resumen

En el presente trabajo se propone el diseño de un sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba. Para el desarrollo del mismo se llevó a cabo un estudio de las principales características y requisitos que deben cumplir estos sistemas, sustentando dicho estudio fundamentalmente en el análisis de los criterios de diseño y puesta en marcha que brindan las normas cubanas vigentes dedicadas a este tema en particular. A partir del mismo, se propone un sistema de monitorización basado en los medios técnicos proporcionados por la empresa Schneider Electric, considerada líder mundial en gestión de energía. Se presenta el diseño de un sistema SCADA con el objetivo de realizar la monitorización remota de los consumos eléctricos del hotel, así como el de proporcionar registros históricos de variables y alarmas por funcionamiento incorrecto. El diseño constituye un acercamiento al uso de medios técnicos avanzados de la inmótica que proporcionan interconectividad y posibilitan registrar y analizar tendencias de consumo eléctrico en instalaciones hoteleras.

Palabras clave: consumo energético, monitorización, SCADA, inmótica

Abstract

This work proposes the design of a monitoring system for electricity consumption at the Hotel Nacional de Cuba. For its development, a study of the main characteristics and requirements with which these systems must comply was carried out, sustaining this study mainly in the analysis of the design and implementation criteria provided by current Cuban standards dedicated to this particular subject. Based on this, a monitoring system based on the technical means provided by the company Schneider Electric, considered a world leader in energy management was proposed. The design of a SCADA system was presented, in order to perform remote monitoring of the hotel's electrical consumption, as well as to provide historical records of variables and alarms due to non-correct operation. The design represents an approach to the use of advanced technical means of domotic, which provide interconnectivity, make it possible to record, and analyze trends in electricity consumption in hotel facilities.

Keywords: electricity consumption, monitoring, SCADA, domotic

1. Introducción

En el sector turístico, el establecimiento hotelero juega un papel fundamental e imprescindible. Los hoteles consumen una gran cantidad de energía con el objetivo de proporcionar al cliente un servicio de calidad y un grado de confort adecuado. Con vistas a un incremento de la eficiencia energética y a la sostenibilidad, el estudio y control de los sistemas energéticos en hoteles es de vital importancia [1-3]. De esta manera se hace elemental la articulación de medidas para el control del consumo de energía, así como utilizarla eficientemente con el fin de obtener ahorros que mejoren los resultados de explotación.

Los hoteles pueden ser catalogados como “Edificios energéticamente intensivos”. Un hotel en comparación con un edificio de tamaño similar de tipo residencial consume hasta un 50% más de energía eléctrica. Sus gastos por este concepto se ubican en el segundo puesto del presupuesto destinado a su operación normal después de los gastos de personal [4-5].

En Cuba, las actividades referentes al turismo representan una rama fundamental de su economía. El sector turístico, en general, es uno de los sectores más dinámicos y que mayor crecimiento ha experimentado en la isla en el transcurso de las últimas décadas. En este ámbito, los establecimientos hoteleros conforman una pieza clave de la industria turística cubana y aglutinan la atención continua de una amplia gama de disciplinas técnicas dirigidas a optimizar sus recursos y configurar unas instalaciones de altas prestaciones, a la vez que sean energéticamente sostenibles. A esta atención no puede escapar el “Hotel Nacional de Cuba”, considerado el hotel más emblemático de Cuba, declarado Monumento Nacional y Memoria del Mundo. Este hotel insignia posee una categoría de cinco estrellas y a finales del año 2020 arribará a sus 90 años de explotación, manteniéndose en la preferencia de visitantes tanto nacionales como extranjeros y haciéndose merecedor de múltiples reconocimientos otorgados por instituciones y personalidades de diversa índole.

El sistema de control automático instalado actualmente en el hotel no posee un adecuado Sistema de Gestión Energética, que permita valorar, identificar y desarrollar un plan de acción para eliminar sus deficiencias, así como tampoco existe un sistema de monitorización de sus consumos energéticos, lo que impide que se produzca un mejoramiento continuo y estable a lo largo de un período de tiempo en sus valores de consumo de energía. La medición del consumo eléctrico se realiza de forma centralizada en cada pizarra de distribución eléctrica, lo que no facilita la sectorización de los consumos energéticos relevantes.

El presente trabajo expone a partir de los aspectos generales del sistema de gestión energética del Hotel Nacional de Cuba, el diseño de un sistema de medición y monitorización de los consumos de energía eléctrica por áreas delimitadas del hotel. Para realizar las acciones anteriormente mencionadas se necesita consultar de una forma consciente las normas cubanas vigentes que actúan como documentos rectores e instituyentes de los requisitos que debe cumplir un Sistema de Gestión Energética (SGEn) y los sistemas que lo complementan.

Los documentos más consultados son:

La norma ISO 50001 y su adecuación nacional, la Norma Cubana ISO 50001: “Sistemas de gestión de la energía - Requisitos con orientación para su uso”.

La Norma Cubana 775-12: 2012 “Bases para el diseño y construcción de inversiones turísticas Parte 12: Requisitos de automatización”.

La Norma Cubana 220:2009 “Edificaciones - Requisitos de diseño para la Eficiencia Energética”.

La Norma Cubana 8001:2017 “Reglamento electrotécnico cubano para instalaciones eléctricas en edificaciones”.

Los sistemas de monitorización de consumo de energía eléctrica proporcionan información sobre ciertos parámetros energéticos de una instalación. Estos permiten visualizar en tiempo real los consumos, variables e indicadores energéticos de los diferentes equipos o áreas a analizar. Este tipo de sistema se puede materializar a través de un software capaz de recoger datos de consumo de forma automática, analizarlos y devolver informaciones útiles directamente al cliente [6].

Todo sistema de monitorización de consumo energético debe contar al menos con los siguientes elementos:

- Sensores y equipos de medición: instrumentos que aportan información sobre los consumos energéticos, parámetros eléctricos y otras variables que influyan sobre los mismos.
- Sistema de recogida y almacenamiento de datos: dispositivos que permiten recopilar, almacenar y transmitir los datos brindados por los medidores y sensores instalados en los distintos puntos de medida.
- Sistema de análisis y visualización de datos: programa encargado de procesar y tratar la información, permitiendo al usuario acceder a ella de manera ordenada.

A través de la implementación de un sistema de monitorización se consigue cumplir con el primer paso para realizar una correcta gestión energética, ya que permite que se tenga información sobre diferentes parámetros y conocer en tiempo real funcionamientos incorrectos. Algunos de los beneficios inmediatos a obtener con la correcta puesta en marcha de un sistema de monitorización de consumo eléctrico son los siguientes:

- Medición de parámetros clave como la potencia demandada, energía consumida (activa y reactiva).
- Control de la calidad del suministro, al detectar a tiempo sobretensiones, posibles interrupciones y trabajos en vacío de los equipos.
- Sectorización de los consumos energéticos, lo cual permitirá llevar a cabo comparativas y análisis entre distintas áreas de la misma institución y con patrones de consumos establecidos.
- Emisión de informes de eficiencia energética con diagnósticos y propuestas de actuaciones para el ahorro.
- Planificar las cargas de trabajo, para que la demanda de energía en ninguno de los casos supere la potencia contratada.
- Detección de desequilibrios de fases, que incrementan el consumo eléctrico.
- La información que provee el sistema puede centralizarse en un puesto de control, desde el que podrán gestionarse informes de alarmas y averías ocurridas.

La evaluación y el análisis dinámico de toda la información, recopilada por el sistema de monitorización, constituye en sí una valiosa herramienta de diagnóstico, pues facilita la detección de algunas deficiencias tales como: dimensionado incorrecto de la potencia contratada o los periodos tarifarios, consumos fuera de horarios previstos, desajuste de los “set point” de los sistemas de climatización, incorrecto funcionamiento de las baterías de condensadores, desequilibrio de fases y cargas, presencia de armónicos.

Como parte del estudio bibliográfico, se consultaron varios ejemplos de sistemas de monitorización de consumo energético en instalaciones de variadas aplicaciones. Estos fueron: 1) Proyecto DOMOTIC en tres complejos de edificaciones españolas; 2) Sistema de monitoreo del consumo de

agua y energía eléctrica en el Campus Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador; 3) Sistema de monitorización en la industria alimentaria en Valencia, fundamentado en las penalizaciones recibidas por excesos en el consumo de potencia, después de la contratada; 4) Propuesta de monitorización para el sistema de distribución de energía eléctrica del Hotel Quinta Avenida de Cuba, basado en la tecnología y el equipamiento suministrado por el fabricante Schneider Electric; 5) Sistema digital de bajo coste utilizado para la monitorización de la calidad de energía eléctrica [5]; 6) Sistema de monitoreo y control remoto IP para una salida de alumbrado [7]; 7) Diseño y desarrollo de ChuchusMOTE, un sistema de monitoreo energético y control domótico a través del uso de una red de sensores y actuadores inalámbricos [8]; 8) Sistema de recolección de datos para la monitorización del consumo energético de máquinas productivas, con el objetivo de control energético; 9) Herramienta de predicción, planificación y optimización del consumo eléctrico basada en modelos [9].

De acuerdo con todo lo planteado y con la aplicación de las normas mencionadas, el objetivo principal de este trabajo es llevar a cabo de forma satisfactoria un adecuado sistema de medición y monitorización de la energía eléctrica consumida en el Hotel Nacional de Cuba, y de esta forma identificar las oportunidades, valorar gastos, amortizaciones y con ello mejorar la rentabilidad de forma considerable. Para el diseño de esta propuesta se han empleado medios técnicos de automatización que facilitan la interconectividad entre dispositivos y la actualización en línea de los registros de consumo de todas las áreas de la instalación hotelera. Se utilizan los medios del fabricante Schneider Electric que proporcionan amplias funcionalidades.

El aporte fundamental de este trabajo consiste en diseñar un sistema de monitorización que cumpla con las normas cubanas vigentes para los sistemas de gestión energética y emplee medios avanzados de automatización que posibiliten interconectividad y gestión remota de los valores de consumo eléctrico de un hotel.

2. Materiales y Métodos

Para el desarrollo de esta propuesta de diseño se definieron cuatro tareas específicas:

- Caracterización del Sistema de Gestión Energética del Hotel Nacional de Cuba, y proponer mejoras orientadas a su eficiencia energética, diseñando paneles y pizarras para la monitorización del consumo de energía eléctrica por áreas del hotel.
- Diseño de la red de comunicación que permita la visualización local y remota de los consumos energéticos del hotel.
- Creación de los sinópticos correspondientes a partir de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) para la monitorización remota del consumo de energía eléctrica por áreas del hotel.
- Simulación de los resultados obtenidos.

Caracterización del sistema de control automático instalado

El Hotel Nacional de Cuba se encuentra situado sobre una colina situada a pocos metros del mar. El hotel posee 8 pisos de altura y vastas áreas exteriores. Dispone de 439 habitaciones, entre ellas una suite presidencial y una real, así como una gran variedad de restaurantes, bares, cafeterías, un cabaret, dos piscinas, cancha de tenis y zonas exclusivas para convenciones y eventos.

Para la realización del presente trabajo se llevó a cabo como primer paso la caracterización, descripción y levantamiento detallado del sistema de control automático instalado actualmente en el hotel. Se comprobó que el sistema instalado se basa en una “arquitectura distribuida”, como se

muestra en la Figura 1. Cada pizarra de control cuenta con un controlador lógico programable, PLC, actuando como esclavo de una red Modbus RTU y un PLC maestro actúa como concentrador de toda la red y se comunica directamente con un sistema SCADA.

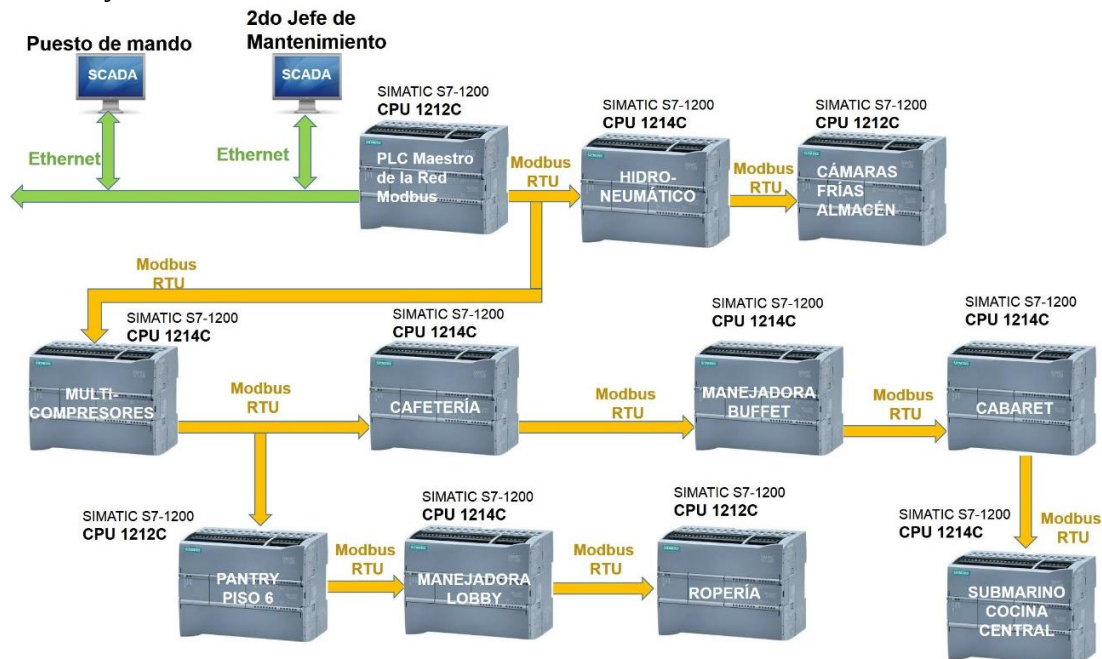


Fig.1 Red del sistema de control automático instalado en el Hotel Nacional de Cuba

El sistema de supervisión y control instalado en el hotel cuenta con un total de 10 pizarras distribuidas en diferentes zonas convenientemente seleccionadas por su cercanía a los equipos y procesos en los que intervienen. Los armarios donde se encuentran instaladas las pizarras de control por su ubicación y constitución garantizan cierto grado de protección a los dispositivos y una efectiva comunicación con los instrumentos de campo que le corresponden. Tanto el controlador maestro como los esclavos que existen instalados en el Hotel Nacional de Cuba pertenecen a la gama SIMATIC S7-1200 del fabricante Siemens en dos modelos de CPU diferentes, la CPU 1212C y la CPU 1214C.

Diseño de la red de comunicación que permita la visualización local y remota de los consumos energéticos del hotel

La arquitectura general de comunicación propuesta para el sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba se presenta en la Figura 2. El esquema presenta el tipo de distribución eléctrica instalada en el hotel. Por una parte, la pizarra general de distribución de 208 V con dos secciones definidas, sección A y sección B y por otra la pizarra general de distribución de 440 V. Es importante destacar que estas dos pizarras se encuentran en locales diferentes del hotel.

Para garantizar la comunicación entre la PC que ejecuta el software de monitorización y los dispositivos aguas abajo encargados de transmitir la información de las unidades de control de los interruptores automáticos, se proponen conmutadores (switch) de ocho y de cinco puertos, definidos como no gestionables, como se puede observar en la Figura 2.

La topología de comunicación que se desarrolla es de tipo estrella, la cual presenta como desventaja el impedimento de la optimización del número de conmutadores que se utilizan, pero se garantiza en todo momento que el fallo de un módulo de comunicación no afecte al resto de dispositivos y el sistema continúe con su régimen de trabajo normal.

Para el diseño de los diferentes módulos con que cuenta cada pizarra y sección se tuvo en cuenta la arquitectura Modbus centralizada definida por Schneider Electric, donde cada unidad funcional inteligente se comunica con las interfaces de comunicación, ya sean servidores IFE o interfaces IFM. Normalmente se utiliza la configuración de agrupar estos componentes en islas montados uno al lado de otro en un carril DIN e interconectados mediante el accesorio de apilado.

- En la sección A de la PGD 208 V se proponen 48 puntos de medición, (Figura 3).
- En la sección B de la PGD 208 V se proponen 37 puntos de medición
- En la PGD 440 V se proponen 16 puntos de medición

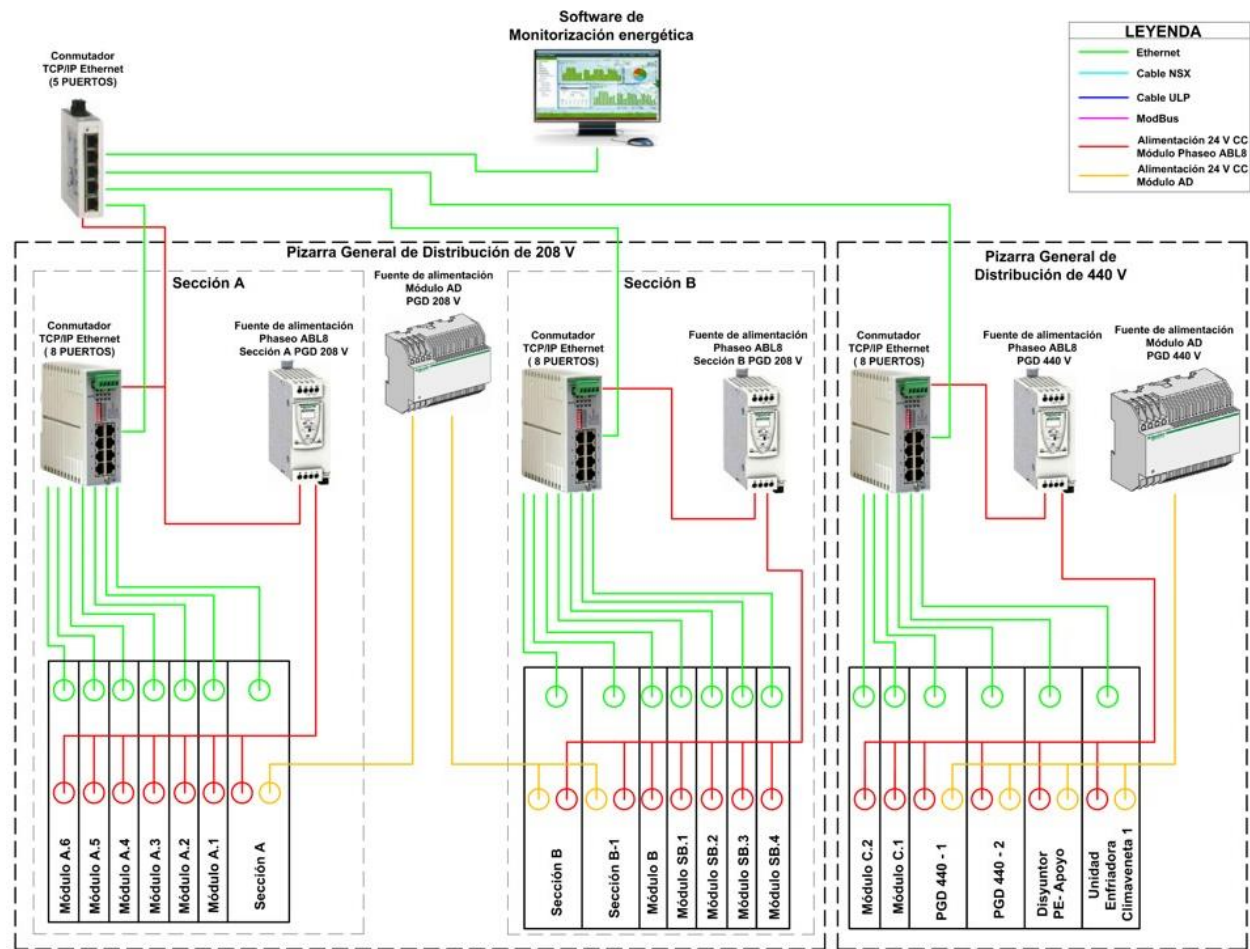


Fig.2 Arquitectura general de comunicación del sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba

Creación de los sinópticos correspondientes a partir de un sistema de supervisión, control y adquisición de datos (SCADA) para la monitorización remota del consumo de energía eléctrica por áreas del hotel

Los objetivos principales que se persiguen a la hora de realizar acciones de monitorización son los siguientes:

- Centralización de todos los datos del proceso en un ordenador.
- Adquisición y registro de datos.
- Representación y organización gráfica del proceso.
- Informe y registro de alarmas.

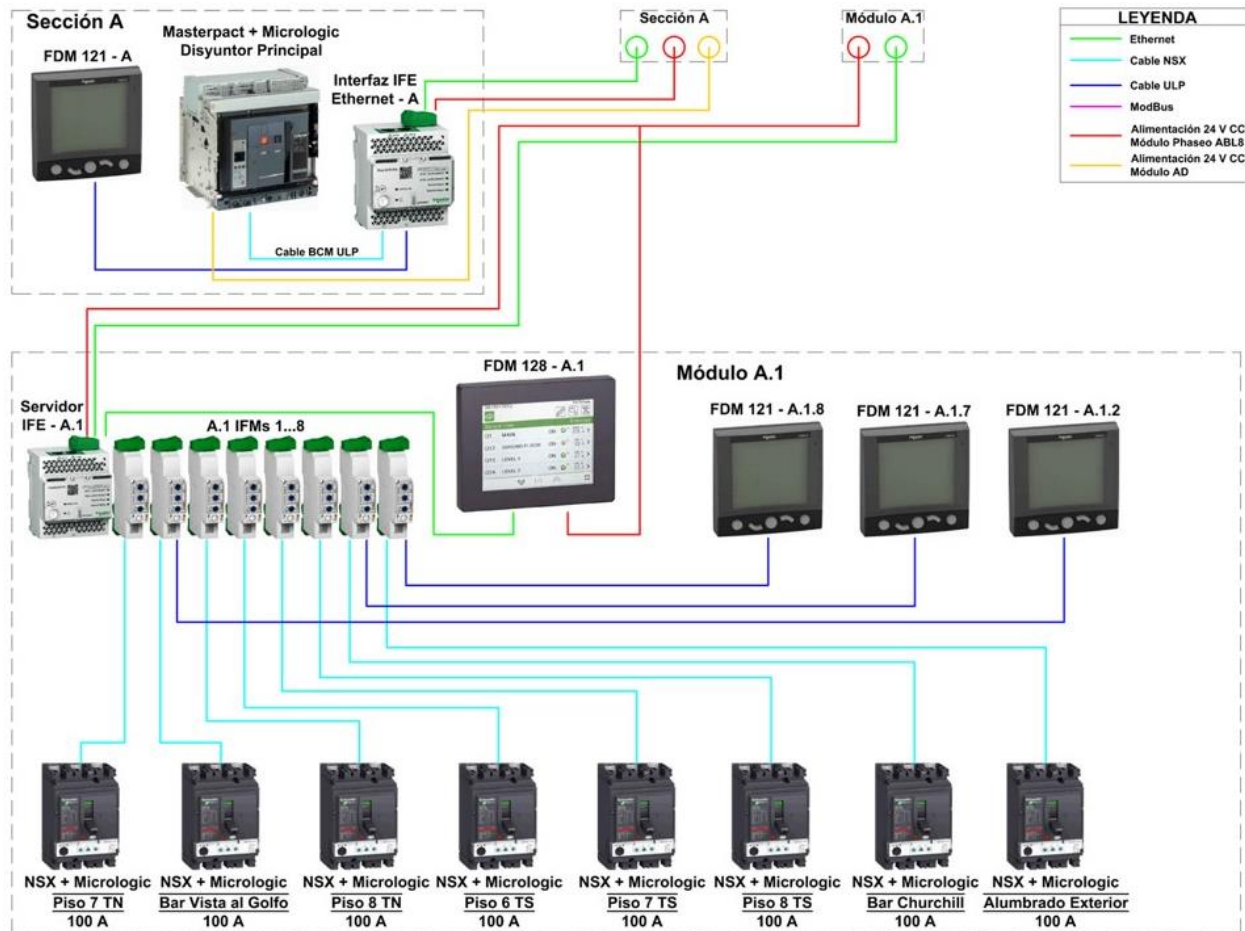


Fig.3 Módulo A.1 y Disyuntor Principal de la Sección A PGD 208 V

De esta manera son los llamados sistemas SCADA o software de monitorización y control los que permiten el acceso a datos del proceso y cierta interacción entre el operario, mediante interfaces gráficas y animados, y el proceso a través de la adquisición de datos con dispositivos de campo.

La interacción con el operario está prevista a través de las pantallas para cuadro eléctrico FDM121. Son pantallas gráficas anti deslumbramiento y retroiluminadas, para facilitar la lectura en condiciones luminosas deficientes y con ángulos pronunciados. En su interfaz muestran todas las medidas, alarmas, históricos, tablas de eventos, indicadores de mantenimiento y gestión de dispositivos. Son fáciles de operar, no requieren software ni ajustes especiales.

Para el diseño de la aplicación de monitorización de los consumos de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba se utilizó el novedoso software desarrollado por Schneider Electric para el diseño de sistemas SCADA conocido como EcoStruxure Building Operation.

3. Resultados y Discusión

Los principales resultados del diseño del sistema de monitorización se vinculan a las facilidades para acceder al estado de los parámetros eléctricos del punto de medición eléctrica, como se muestra en la Figura 4. Esta pantalla refleja en la parte izquierda una imagen del tipo de interruptor automático que alimenta a esta área en particular y su conexión a los módulos de comunicación y de visualización local. También se puede observar la información, en caso de ser requerida, de la numeración del módulo al que pertenece. En la parte derecha se pueden visualizar los parámetros

eléctricos de interés para este punto; de manera general se muestran los valores y las unidades de medida de: corrientes de fase y corriente en el neutro, tensiones de fase y de línea, potencias, factor de potencia y el estado de los contactos del interruptor.



Fig.4 Pantalla Lavandería 1

También como se puede observar que existen botones en esta pantalla que brindan la posibilidad de dirigir al usuario a visualizar los valores históricos en forma de gráfico de tendencia de algunos de los parámetros monitorizados. Para demostrar las potencialidades y ventajas que ofrecen tanto las pantallas de monitorización de los parámetros eléctricos, como los gráficos de tendencias, se simuló los valores mostrados en estas pantallas. A modo de ejemplo, si el usuario selecciona la visualización de los registros históricos de las tensiones de línea del punto de medición en cuestión, en la Figura 5 se puede observar cómo se visualizan estos tres valores de forma simultánea en la aplicación. Esta vista se generó simulando el comportamiento de este parámetro en 12 minutos, representando la variación que se genera en estos parámetros en un período de 24 horas.

Gestión de Alarmas

La gestión de alarmas es un proceso por el cual las alarmas son diseñadas, monitoreadas y gestionadas para asegurar operaciones más confiables y seguras [10]. Ello implica las bases para seleccionar, priorizar y configurar las alarmas, así como también el tratamiento a los diferentes niveles de alarmas. En el sistema de monitorización se establecen tres niveles de prioridad para las alarmas seleccionadas: alta, media y baja. La aplicación permite la indicación de tres tipos de alarmas para cada interruptor automático:

- Indicación de estado del interruptor automático (OF), al cambiar el estado de cerrado a abierto, de cualquier interruptor automático que se supervise a través de esta aplicación.
- Disparo de un interruptor automático debido a un problema eléctrico (SD), lo que incluye disparo por derivación.
- Disparo incorrecto SDE (incluida una prueba de defecto a tierra y una prueba de diferencial). Estas alarmas también se generan para todos los interruptores automáticos que se supervisan.

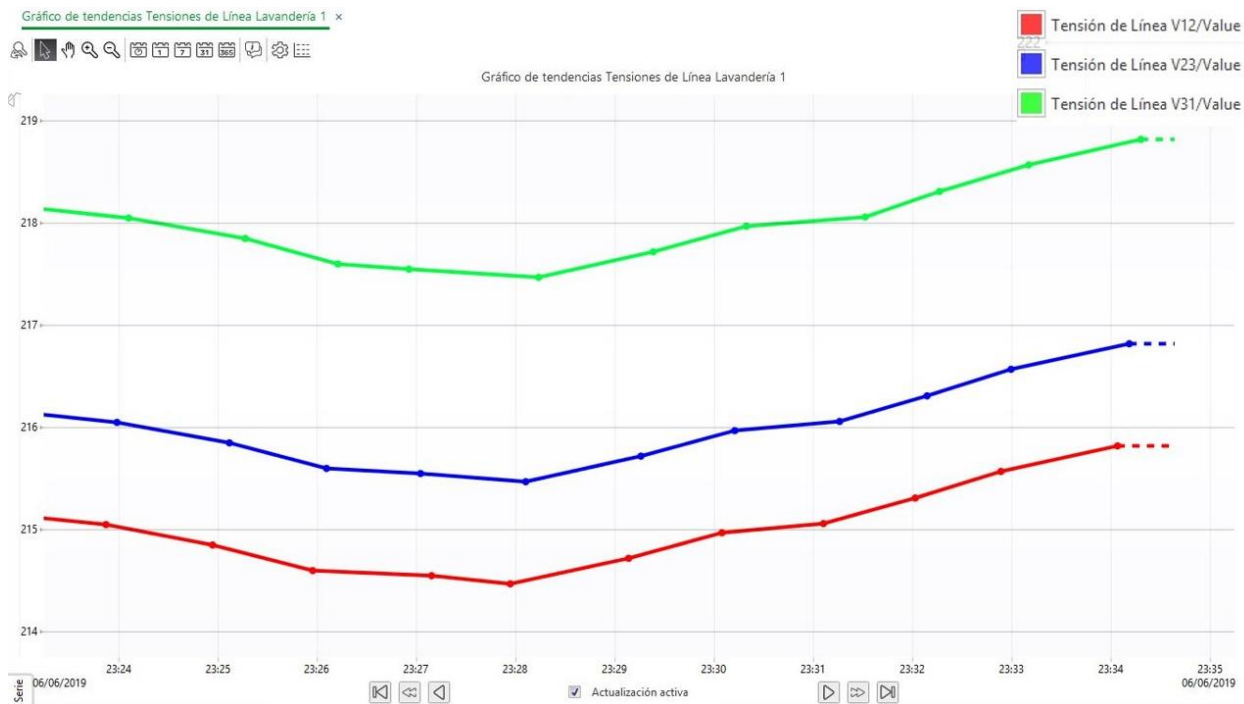


Fig.5 Pantalla de Gráfico de tendencia de tensiones de línea en el punto Lavandería 1

En la Figura 6 se puede observar la pantalla de alarmas. Al dispararse una alarma en cualquier pantalla que se encuentre el usuario se desplegará una ventana emergente con una vista de alarmas y en dependencia de la prioridad de la misma se realizará una indicación sonora que no cesa hasta que se restablezca el estado normal o el usuario reconozca la alarma.

Vista de Alarmas x							
Filtro rápido							
Estado	Recuento	Prioridad	Hora de activación	Nombre de fuente	Texto de alarma	Marca de tiempo	Reconocido por
✓	1	100	30/05/2019 14:40:53	Alumbrado Exterior Parqueo IFM - 8	-	30/05/2019 14:40:53	admin
✓	1	1	01/06/2019 8:22:33	Alarma por disparo SDE del Cabaret Parisien	El interruptor del Cabaret Parisien se ha disparado incorrectamente debido a un problema eléctrico SDE	01/06/2019 8:23:21	admin
🔊	3	1	01/06/2019 8:21:20	Alarma por Contacto de Indicación de Disparo SD Piso 6 TN...	El Interruptor Piso 6 Torre Norte Sección A se ha disparado debido a un problema eléctrico SD	01/06/2019 8:24:29	
✓	1	3	01/06/2019 8:20:31	Alarma por Estado del interruptor LOBBY	Interruptor automático de alimentación al Lobby Está ABIERTO	01/06/2019 8:20:38	admin
🔊	2	1	01/06/2019 8:22:15	Alarma Por disparo SDE del Restaurante aguar	Se ha restablecido la posición del Interruptor del Restaurante Aguar	01/06/2019 8:24:44	

Fig.6 Pantalla de Alarmas

En la pantalla de alarma, las alarmas activas y no reconocidas se grafican marcadas con un color rojo parpadeante y por el símbolo de una bocina, si tienen indicación sonora. Con el color amarillo se indican las alarmas que están reconocidas, pero no están solucionadas y con el color verde las que fueron solucionadas pero que no fueron reconocidas por el usuario. El sistema es capaz de calcular algunos indicadores de gestión como: la tasa promedio de alarmas, la máxima tasa de alarmas y el porcentaje de tiempo que la tasa de alarmas está fuera del umbral aceptable.

Otros resultados fueron el levantamiento completo del sistema de control y supervisión instalado en el Hotel Nacional de Cuba, reflejando sus deficiencias y analizando en conjunto con el personal del Departamento de Mantenimiento del hotel las respectivas variantes de solución. Se propuso el diseño de los paneles y la arquitectura de comunicación del sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica a instalar en las pizarras generales de distribución del hotel, además de caracterizar los medios técnicos a fin de justificar debidamente su selección.

Se realizó el diseño de la aplicación SCADA, para realizar la monitorización remota del consumo de energía eléctrica por áreas y secciones del hotel, con la posibilidad de generar reportes, diagramas de tendencia de datos y alarmas por mal funcionamiento.

Desde el punto de vista de ciberseguridad se trabajó fundamentalmente en dos fases: la fase de preparación y planificación y la de análisis y detección. Se identificaron los principales riesgos como: las amenazas a la red, a los dispositivos, a las aplicaciones, a los datos y a los trabajadores. En la fase de análisis y detección se confeccionó la lista de privilegios para las cuentas de los usuarios y se sectorizaron los diferentes niveles de acceso a los datos para mantener su confidencialidad, integridad y disponibilidad.

4. Conclusiones

Con el diseño del sistema de monitorización de consumo de energía eléctrica en el Hotel Nacional de Cuba, se impulsa el primer objetivo concreto a conseguir en la implementación de un correcto y moderno Sistema de Gestión Energética en la institución. De esta forma se crean las bases para que, desde el momento en que se ponga en marcha el sistema propuesto se realice el análisis de las áreas y equipos que afectan considerablemente la rentabilidad del hotel desde el punto de vista del consumo de energía y se realice un plan de inversión y modernización con objetivos bien definidos encaminados a aumentar de forma constante en el tiempo la eficiencia operacional del hotel. Las mediciones y la recopilación de datos no llevan a la eficiencia energética por si solos, esta eficiencia solo se alcanzará de manera satisfactoria si se utilizan de forma consciente y comprometida los datos proporcionados por el sistema propuesto y a partir de ahí se realicen acciones correctivas encaminadas a mejorar sucesivamente los sistemas, procesos, equipos y personal que se involucra directamente con el consumo indiscriminado de energía eléctrica.

Referencias

1. Rodríguez, A., et al., *Energy planning implementation in hotels. Case study*. Journal of Engineering Science and Technology Review, 2019. **12**(5): p. 91-97.
2. Cohen, R., et al., *A methodology to address the gap between calculated and actual energy performance in deep renovations of offices and hotels*. Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31459-0_10.
3. Stefanica, M., et al., *Some good practices for reducing energy consumption in hotels; a comparative analysis*. Journal of EU Research in Business, 2019. <https://doi.org/10.5171/2019.985409>.
4. Acosta, A., et al., *Experiencias de controlador predictivo en dos hoteles de ciudad*. Revista Cubana de Ingeniería, 2015. **7**(2): p. 17-24.
5. Alfonso, J.L., et al., *Sistema Digital de Bajo Coste para la Monitorización de la Calidad de Energía Eléctrica*. Información Tecnológica, 2007. **18**(4): p. 15-23.
6. Cárcel, F.J., et al., *Supervisión energética para monitorización y control de consumo eléctrico. Un caso práctico*. 3C Tecnología, 2015. **4**(1): p. 19-31.
7. Clavijo, M.A., et al., *IP remote control system for a lighting layout*. Ing. Univ., 2017. **21**(1): p. 97-114.
8. Escobar, E., et al., *Sistema de monitoreo energético y control domótico basado en tecnología internet de las cosas*. Investigación & Desarrollo, 2018. **18**(1): p. 103-116.
9. Mus'ab H. et al., *An Innovative Energy Predictive Process Planning Tool for Assembly Automation Systems*. IEEE-IECON, 2015. p. 005184-005190.

10. Queirolo, I., *Gestión de alarmas: un punto clave en la planificación de la seguridad*. Revista Petrotecnia, 2011. 52(1): p. 72-77.

Agradecimientos

Los autores del presente trabajo le agradecen a la representación comercial de Schneider Electric en la Habana, por la atención y ayuda brindada durante el desarrollo del trabajo.

Conflicto de Intereses

No hay ningún conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Alejandro Socarras Córdova. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4089-4630>

Participó en el diseño de la investigación, en la propuesta de solución, en la selección de la instrumentación, en el diseño de la red de comunicación y de los sinópticos empleados, en la redacción del manuscrito.

Adriana Virginia Acosta Corzo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4810-316X>

Participó en el diseño de la investigación, en la selección de la instrumentación, en la redacción y en la corrección del manuscrito.

Ana Loreta Arencibia Noda. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4279-0031>

Participó en el diseño de la investigación, revisión de la solución propuesta y corrección del manuscrito.