



TRABAJO DE DIPLOMA

En opción al Título de Ingeniero en Automática

Autor

Angel Daniel Ricardo Guerra

Tutor

Ing. Rogelio Ramírez Sola

Mes, 2023

TRABAJO DE DIPLOMA

Título

**Propuesta de diseño de un SCADA para las habitaciones del
“Hotel Telégrafo” basado en el software de soberanía nacional
EROS 5.11.**

Autor

Angel Daniel Ricardo Guerra

Tutor

Ing. Rogelio Ramírez Sola

Mes, 2023



Hago constar que el presente Trabajo de Diploma fue realizado en la Universidad de Oriente como parte de la culminación de estudios de la especialidad de Ingeniería en Automática, autorizando a que el mismo sea utilizado por la Institución para los fines que estime convenientes, tanto de forma parcial como total, y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

Nombre y firma del autor

Los abajo firmantes certificamos que el presente trabajo ha sido realizado según acuerdo de la dirección de nuestro centro y el mismo cumple con los requisitos que debe tener un trabajo de esta envergadura referido a la temática señalada.

Nombre y firma del autor

Nombre y firma del Tutor

Fecha

Nombre y firma del Jefe de Carrera

Fecha

Nombre y firma del Jefe de Departamento

Fecha

Dedicatoria

A mis padres y toda mi familia, por guiarme, apoyarme y alentarme a seguir adelante.

A mis amigos que siempre confiaron en mí.

Agradecimientos

Primero a mi madre por el apoyo, amor, confianza y dedicación durante mi trayecto como estudiante.

A mi tutor Rogelio Ramírez Sola, por su intensa ayuda, colaboración y por el tiempo dedicado para que la investigación resultara lo mejor posible.

A todos los que contribuyeron con mi preparación, y aquellos que, en el momento que los necesité me tendieron la mano y brindaron su apoyo incondicional, por esto y por más.

Mil Gracias.

Listado de símbolos, términos especiales y abreviaturas no normalizadas

Consumo energético: Toda la energía empleada por una fuente energética que incluye una factura

Eficiencia energética: Es el ahorro energético que tiene como resultado la reducción de la cantidad de energía requerida para proporcionar productos y servicios.

HMI: Human Machine Interface (Interfaz Hombre Máquina).

PLC: Controlador Lógico Programable.

Schneider Electric: Compañía que opera a nivel mundial.

SCADA: Sistema de supervisión, control y adquisición de datos.

OLE: *Object Linking and Embedding*.

TCP: *Transmission Control Protocol*.

IP: *Internet Protocol*.

ELO: Estación Local de Operación.

CEDAI: Empresa de Automatización Integral.

MTU: *Maximum Transmission Unit*.

DCOM: *Distributed Component Object Model*.

RPC: *Remote Procedure Call*.

ICCP: *Inter Control Center Communications Protocol*.

EBO: *Ecostruxure Building Operation*.

Listado de imágenes

Figura 1.1. Pirámide de automatización	7
Figura 1.2. Estructura genérica de un sistema de supervisión y control	9
Figura 1.3. Partes de un sistema SCADA	10
Figura 1.4. Diagrama de flujo de energía del Hotel Telégrafo	17
Figura 1.5. Visualización del menú de interfaz del estado de las habitaciones	19
Figura 1.6. Instrumentación presente en la habitación.....	21
Figura 1.7. Ventana de inicio del sistema SCADA EROS 5.11	22
Figura 1.8. Clientes del SCADA EROS v.5.x (por puestos de supervisión)	22
Figura 2.1. Vista frontal del Hotel Telégrafo	28
Figura 2.2. Interior de una habitación.....	28
Figura 2.3. Dimensiones y distribución geográfica de las habitaciones	29
Figura 2.4. Nivel de Gestión (1).....	31
Figura 2.5 Nivel de Control (2)	31
Figura 2.6 Estructura de control Nivel de Campo (3)	32
Figura 2.7. Niveles de jerarquía de SCADA.....	33
Figura 2.8. Ventana principal.....	37
Figura 2.9. Ventana de las habitaciones	38
Figura 2.10. Ventana del estado de los sensores dentro de una habitación	39
Figura 2.11. Ventana del Pasillo Tecnológico	39
Figura 2.12. Registrador de Temperatura del Pasillo Tecnológico.....	40
Figura 2.13. Registrador Energético del Piso 1	41
Figura 2.14. Pestaña de alarmas y avisos.	42

Listado de tablas

Tabla 2.1. Sistemas que influyen en la magnitud del consumo energético.	30
Tabla 2.2. Variables configuradas en el EROS – Hotel Telégrafo.....	34
Tabla 2.3. Listado de alarmas establecidas para cada variable	41

Resumen

En el presente proyecto realizado en el “Hotel Telégrafo” en la provincia Granma, se realiza una propuesta de diseño de un sistema de supervisión y control basado en el EROS 5.11 software de soberanía nacional. Para el desarrollo del mismo se lleva a cabo un estudio de las principales características y requisitos que deben cumplir este sistema, sustentando dicho estudio fundamentalmente en el análisis de los criterios de diseño de un sistema SCADA EROS 5.11 con el objetivo de proporcionar registros históricos de variables en cuanto el control de la iluminación y climatización de las habitaciones, así como la monitorización remota de los consumos eléctricos, en dicha entidad.

Abstract

In the present project carried out in the “Hotel Telégrafo” in the Granma province, a proposal is made for the design of a supervision and control system based on the EROS 5.11 software of national sovereignty. For its development, a study of the main characteristics and requirements that this system must meet is carried out, based on said study fundamentally on the analysis of the design criteria of a SCADA EROS 5.11 system with the aim of providing historical record of variable, in terms of the control of lighting and air conditioning of the rooms, as well as the remote monitoring of electrical consumption, in said entity.

ÍNDICE

Listado de símbolos, términos especiales y abreviaturas no normalizadas	I
Listado de imágenes	II
Listado de tablas	III
Resumen.....	IV
<i>Abstract</i>	V
INTRODUCCION	1
CAPITULO 1. Caracterización de los sistemas supervisores.....	5
1.1 Antecedentes históricos.	5
1.1.1. Definición.	5
1.1.2. Caracterización desde el punto de vista gnoseológico de los sistemas (SCADA).....	6
1.1.3. Evolución de los Sistemas SCADA.....	7
1.1.4. Arquitectura de los Sistemas SCADA.	8
1.1.5. Partes y componentes de un Software SCADA.....	9
1.1.6. Funciones Principales de un SCADA.....	10
1.1.7. Tareas de un Software de Supervisión y Control.....	11
1.1.8. Aplicaciones de los sistemas SCADA.....	12
1.1.9. Transmisión de la Información.....	13
1.1.10. Protocolos SCADA.....	14
1.1.11. Interfaz Operador-Máquinas.	16
1.2. El estudio gnoseológico histórico y actual del SCADA EBO 2.0 presente en el “Hotel Telégrafo”.	16
1.2.1. Flujo Tecnológico de energía de Hotel Telégrafo.	16
1.2.2. Sistema de supervisión y control actual del “Hotel Telégrafo”.	17
1.2.3. Menú principal:.....	18
1.2.4. Analizador:	18
1.2.5. Supervisión:	18

1.2.6. Pasillo Tecnológico:	18
1.2.7. Habitaciones:	19
1.2.8. Control y Monitoreo de Habitaciones:	19
1.3. Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS 5.11.	21
1.3.1. Características del EROS 5.11:	23
1.3.2. Entorno de programación.	25
1.3.3. Históricos.	25
1.3.4. Interfaz con el usuario.....	26
Conclusiones parciales:	26
CAPITULO 2: Propuesta de diseño de un sistema SCADA en el Hotel Telégrafo, basado en el software EROS 5.11.	27
Introducción	27
2.1. Selección del SCADA para el diseño.	27
2.2. Descripción del funcionamiento y consumo energético de las habitaciones.	27
2.2.1. Descripción del bloque habitacional.....	28
2.2.2. Consumo eléctrico de la instalación.....	29
2.3. Descripción del Sistema de automatización actual del Hotel Telégrafo:	30
2.4. Diseño del Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS 5.11.	32
2.4.1. Configuración General.	32
2.4.2. Seguridad	33
2.4.3. Declaración de las variables a utilizar.	34
2.4.4. Configuración de los mímicos del EROS 5.11 para supervisión.	35
2.4.5. Estructura del sistema supervisorio realizado.....	36
Descripción de la interfaz gráfica.....	36
2.4.6. Gestión de Alarmas y Avisos.	41
2.4.7. Almacenamiento de las mediciones realizadas en el histórico.	42
2.5. Valoración medioambiental.	43

2.6. Valoración Económica.	43
Conclusiones parciales:	44
CONCLUSIONES GENERALES.....	45
RECOMENDACIONES	46
Bibliografía	47
ANEXOS	48

INTRODUCCION

La automatización ha ocupado un lugar importante en la vida actual, ya que se encuentra presente en casi todas las áreas de la vida moderna, alcanzando un desarrollo vertiginoso y fortaleciendo de manera significativa esferas como la industrial y la empresarial. Los adelantos en el control automático son un logro de la ciencia y la técnica que contribuyen al perfeccionamiento y eficiencia de los sectores en los cuales se emplean [1].

El costo de la energía eléctrica juega actualmente un papel importante, especialmente en estas instalaciones que representan las de mayor consumo energético en un edificio. Ello ha llevado en los últimos años al desarrollo de nuevos sistemas y conceptos, como son la implementación de controles inteligentes, los cuales posibilitan tener conocimiento del estado general de las instalaciones y de su equipamiento.

Los estudios desarrollados acerca de la utilización de los portadores energéticos demuestran que los edificios consumen casi tanta energía como todos los vehículos de transporte existentes. Según estos estudios, las edificaciones construidas y utilizadas por el hombre son responsables del consumo de casi la mitad de la energía que se gasta diariamente en nuestro planeta [2].

En Cuba entre los grandes consumidores de energía eléctrica se encuentran los hoteles destinados al turismo internacional, los cuales utilizan una notable cantidad de energía para suministrar los servicios y el confort que ofrece a sus clientes. Cuando se piensa en cómo disminuir los costos de operación de estos hoteles, de inmediato se concluye en la disminución del consumo eléctrico, y en este el consumo eléctrico del sistema de aire acondicionado representa alrededor del 30% del consumo total. Aunque si el sistema no es eficiente, puede representar un porcentaje mayor. Lo anterior señala que si se logra mantener un sistema de enfriamiento operando eficientemente se reducirían los costos de operación del hotel significativamente. Adicional al beneficio de ahorrar dinero, el hecho de reducir el consumo eléctrico de un hotel, también beneficia al medio ambiente ya que, al disminuir la generación de energía eléctrica, se disminuye la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera, que es el principal componente que ocasiona el efecto invernadero [3].

La automatización de hoteles en Cuba ha seguido una tendencia de diseño. Con el paso de los años el desarrollo de infraestructuras hoteleras ha ganado en calidad y experiencias con el aumento de zonas turísticas en todo el país, como es el Hotel Telégrafo en Bayamo, el cual ha sido objeto de importantes proyectos de modernización en los últimos años, incluyendo la automatización de sus procesos. Ubicado en pleno casco histórico, este hito de la arquitectura neocolonial ha desempeñado un papel protagónico en la historia de Cuba conservando un valor patrimonial admirable. Tras su cierre en 2011 debido al deterioro de sus instalaciones, se impulsó un plan de optimización que buscaba recuperar su esplendor dentro de los estándares hoteleros actuales [2].

Dicho plan de automatización tuvo un enfoque integral, abarcando tanto las operaciones del hotel como las condiciones del inmueble. En cuanto a las operaciones, se implementaron sistemas inteligentes para el *check-in express*, pedidos de servicio, pagos virtuales y control del inventario, entre otros. Estas innovaciones permitieron agilizar procesos y liberar recursos hacia una atención más personalizada. Asimismo, las áreas comunes y las habitaciones se repotenciaron con nueva infraestructura que incluyó iluminación y equipos LED, sistemas de aire acondicionado y calefacción de alta eficiencia, entre otras innovaciones. Como resultado, el reciente proyecto de automatización ha evidenciado un ahorro energético de un 30%, lo cual garantiza una prestación del servicio más sostenible acorde a las exigencias actuales [2].

El Hotel cuenta con un Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), instalado por la empresa CEDAI llamado EBO 2.0, el pago de las licencias por parte del hotel se realizaba producto a un convenio entre las empresas CEDAI y SCHNEIDER ELECTRIC. Cuando dicho convenio dejó de ser efectivo el software queda en desuso, trayendo consigo dificultades para llevar a cabo las tareas de supervisión que realizaban normalmente, lo que atenta contra la eficiencia y la calidad de la gestión del hotel.

Además, el bloque habitacional y el pasillo tecnológico cuentan con tecnologías destinadas al ahorro energético, pero el sistema instalado, no proporciona vistas detalladas que brinden información del estado de esos dispositivos o no son los adecuados para mostrarle al operador.

En base a lo planteado anteriormente, se define como **problema de la investigación**, la inoperatividad del sistema SCADA EBO 2.0, que impide realizar las tareas de supervisión en el Hotel Telégrafo.

En base a lo anterior, se asume como **objeto de la investigación**, el sistema de supervisión del Hotel Telégrafo, precisándose como **campo de acción** el empleo del software de supervisión y control EROS 5.11 de soberanía nacional.

El **objetivo de la investigación** está dado en diseñar e implementar un sistema supervisorio utilizando el software EROS 5.11 de soberanía nacional.

Como **hipótesis** se plantea que, si se diseña, desarrolla e implementa un sistema supervisorio utilizando el software de supervisión y control EROS 5.11, se podría mejorar la calidad de los servicios en el hotel y reducir los costos por licenciamiento.

De este modo, se plantean las **Tareas de investigación** siguientes:

- ✓ El estudio gnoseológico histórico y actual de los sistemas SCADA.
- ✓ El estudio gnoseológico histórico del SCADA ERO 5.11 de soberanía nacional.
- ✓ Diseño de un sistema de supervisión y control, basado en la SCADA ERO 5.11.

Como **métodos y técnicas** se emplearon:

- ✓ El método empírico: observación, explicación y medición.
- ✓ El método teórico: análisis y síntesis, análisis histórico y el lógico, dialéctico.

Obteniendo como **aporte práctico de la investigación**, proponer un sistema de supervisión y control basado en la SCADA ERO 5.11, software de soberanía nacional con una interfaz más amigable para el operador, que garantiza un tratamiento gráfico de la información en la recolección y almacenamiento de datos.

Estructura del Trabajo.

El informe de la tesis se compone de Introducción, dos capítulos con introducción y conclusiones parciales cada uno, conclusiones generales, recomendaciones, bibliografía y anexos.

En el capítulo 1 denominado “Caracterización de los sistemas supervisores”, se realiza una caracterización conceptual e histórica de estos sistemas, detallando las partes fundamentales, las funciones principales, la arquitectura actual, las prestaciones, los requisitos y los módulos que posee un sistema SCADA EBO 2.0 presente en el “Hotel Telégrafo”.

El capítulo 2 titulado “Propuesta de diseño de un sistema SCADA en el Hotel Telégrafo, basado en el software EROS 5.11”, se hace la propuesta de diseño del sistema SCADA del “Hotel Telégrafo” basado en el software de soberanía nacional EROS 5.11. Para ello se caracteriza la estructura de hardware necesario y adicionalmente se desarrollan los softwares que serán utilizados en las tareas de supervisión en el hotel, de forma tal que se brinde un ambiente cómodo, amigable y seguro para el operador.

CAPITULO 1. Caracterización de los sistemas supervisores.

En este capítulo, se realiza una caracterización conceptual e histórica de estos sistemas, detallando las partes fundamentales, las funciones principales, la arquitectura actual, las prestaciones, los requisitos y los módulos que posee un sistema SCADA EBO 2.0 presente en el “Hotel Telégrafo”.

1.1 Antecedentes históricos.

El nombre SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition, Control Supervisor y Adquisición de Datos) se aplicó inicialmente a sistemas de control en los que el proceso está disperso en una amplia superficie geográfica, como el control de oleoductos, sistemas de transmisión de energía eléctrica, yacimientos de gas y petróleo, subterráneos, etc. El primer sistema SCADA realizaba adquisición de datos por medio de paneles de medidores, lámparas de señalización y registradores de carta gráfica, el operador manualmente operaba varios selectores de control y así realizaba el control supervisorio. Primeramente, los SCADA eran simplemente sistemas de telemetría, que proporcionaban reportes periódicos de las condiciones de campo vigilando las señales que representaban medidas o condiciones de estado en ubicaciones de campo remotas. Estos sistemas ofrecían capacidades de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. La visión del operador estaba basada en los contadores y las lámparas detrás de los tableros llenos de indicadores. Con el desarrollo de la tecnología las computadoras asumieron el papel de manejar la recolección de datos, a través de comandos de control presentando la información sobre una pantalla de video [4].

1.1.1. Definición.

SCADA es el acrónimo de *Supervisory Control and Data Acquisition*, (Supervisión Control y Adquisición de Datos). Es una aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de la producción, que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido, el lazo de control es

generalmente cerrado por el operador. También provee toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros usuarios supervisores dentro de la empresa (supervisión, control de calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.). Comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial, para que con esta información sea posible una serie de análisis o estudios con los que se puedan obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el propio proceso [5].

Los sistemas SCADA presentan diferentes tipos de indicadores, dependiendo de la función específica que se esté supervisando. Entre los indicadores que se obtienen tenemos:

- ✓ Indicadores sin retroalimentación inherente (no afectan al proceso, sólo al operador)
- ✓ Estado actual del proceso. Valores instantáneos.
- ✓ Desviación del proceso. Evolución histórica y acumulada.
- ✓ Indicadores con retroalimentación inherente (afectan al proceso, después al operador).
- ✓ Generación de alarmas.
- ✓ Toma de decisiones.
- ✓ Mediante operación humana.
- ✓ Automática (mediante la utilización de sistemas expertos).

1.1.2. Caracterización desde el punto de vista gnoseológico de los sistemas (SCADA).

En las jerarquías de comunicaciones es útil considerar que la red de una planta es estructurada y el desarrollo de sus actividades está valorado por varios niveles. En el nivel de supervisión juegan un papel fundamental los sistemas SCADA, ya que forman parte indispensable para la supervisión de cualquier proceso industrial. Estos niveles están reflejados en la figura 1.1 por la denominada pirámide de automatización [2].

Los sistemas SCADA actuales poseen una computadora que efectúa las tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como el tratamiento de datos y generación de tendencias del proceso.



Figura 1.1. Pirámide de automatización

1.1.3. Evolución de los Sistemas SCADA.

Inicialmente los sistemas SCADA se desarrollaron pensando en la adquisición y monitorización de los datos, de manera que solo manipulaban información proveniente del proceso, y la almacenaban con el objetivo de realizar chequeos posteriores. Con el creciente auge de la informática y las comunicaciones, y su implantación en la casi totalidad de las empresas, se ha podido observar cómo esta tecnología está siendo introducida en el control y la supervisión de procesos industriales con el propósito de automatizar las tareas del mismo. Como es de esperar, la informática industrial no se ha limitado solamente a la automatización a nivel de planta, sino que ha tomado partida en todo el proceso de gestión de los procesos adjuntos a la planta: almacenes, materias primas, mantenimiento, coste, calidad [1].

Un software moderno SCADA, ha evolucionado de forma tal, que, no solo es capaz de manipular variables de proceso como la presión, la temperatura u otras. También forman parte del mismo, variables como: dimensión, color, dureza;

usualmente obtenidas no con instrumentación física o “directa”, sino a base de mediciones a nivel de laboratorio, e introducidas manualmente mediante terminales diseñados para este propósito. Otras variables que se utilizan son:

- ✓ Identificación de personas: A través de lectura de código de barras, banda magnética, con el objetivo de identificar los operadores de planta.
- ✓ Tiempos: Tiempos de paro, de operación, y hora e intervalos de alarmas.
- ✓ Flujos: Identificación de cantidades asociadas a tiempos.

Por otra parte, los SCADA han ido respondiendo a la implantación de los nuevos estándares y a los entornos de información distribuidos. En estos momentos las funciones de interfaces gráficos, adquisición y registro de datos, gestión de alarmas y comunicaciones es desarrollada en buena medida con los siguientes elementos:

- ✓ Sistema Operativo: Windows NT o versiones posteriores.
- ✓ Arquitectura de Base de Datos Cliente/Servidor.
- ✓ Controles Active X.
- ✓ Interfaces a dispositivos y aplicaciones basados en COM, DCOM, OLE2, OPC.
- ✓ Aceptación de protocolos TCP-IP.
- ✓ Diseño de páginas Web mediante XMS y DHTML.
- ✓ Estandarización de la tecnología OPC.

1.1.4. Arquitectura de los Sistemas SCADA.

La figura 1.2 muestra un diagrama de lo que pudiera ser una arquitectura básica de un SCADA moderno. Este tiene un primer nivel de aplicaciones situadas en uno o varios nodos que contienen las herramientas necesarias para realizar el proceso de recuperación y almacenamiento de la información proveniente del proceso. Estos nodos, a través de interfaces especializadas, están encargados de la comunicación con dispositivos sensores de variables físicas, autómatas programables (PLC) y otros. Además, debe encargarse del procesamiento primario de la información, dígame tratamiento y gestión de alarmas y datos [6].

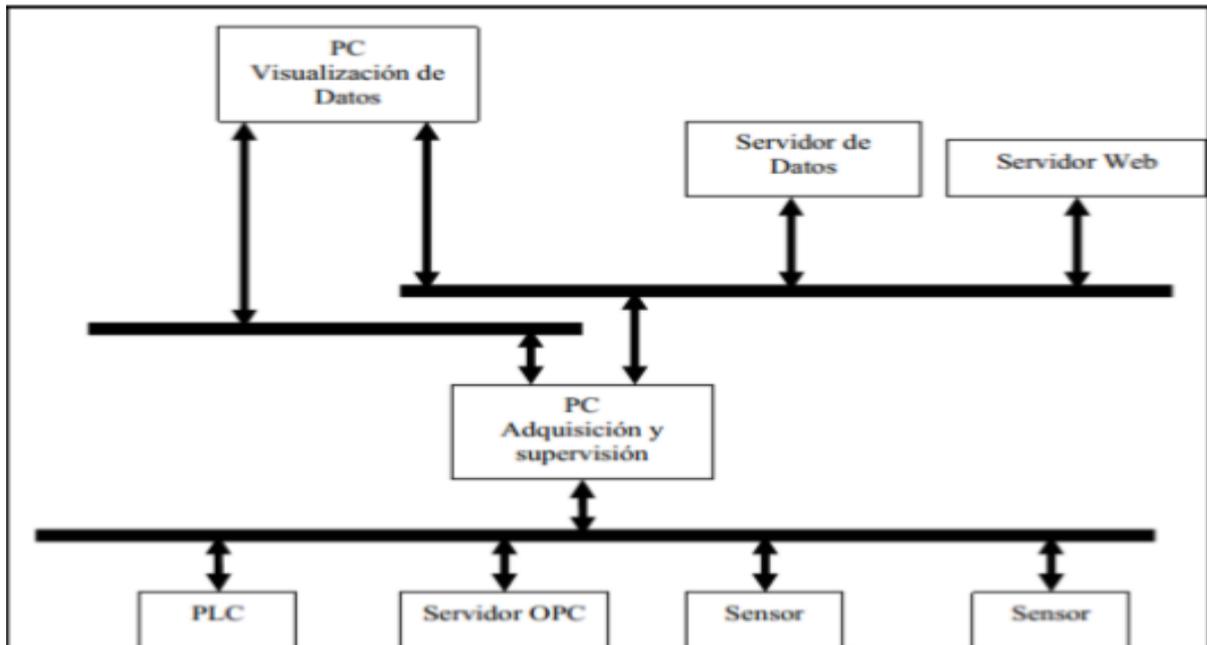


Figura 1.2. Estructura genérica de un sistema de supervisión y control

En un nivel medio se encuentran los servidores de datos y Web. Estos están capacitados para obtener información del nodo de Adquisición de Datos. A su vez este es capaz de almacenar la información proveniente del proceso en el servidor de datos e integrar el proceso de planta dentro del sistema de gestión empresarial. Finalmente existen los nodos denominados de visualización (clientes), que deben estar capacitados para intercomunicarse directamente con el proceso de planta a través del nodo de adquisición o realizar una recuperación de la información vía servidor de datos.

Un cliente puede conectarse al sistema también por mediación del servidor Web. En estos casos existen diferencias de implementación, algunos solo ofrecen la posibilidad de visualizar información poniendo por objeción el problema de la seguridad, mientras que otros ofrecen la posibilidad de tomar el control total de la planta vía Internet [7].

1.1.5. Partes y componentes de un Software SCADA.

Un SCADA está formado por una o varias aplicaciones de software que tienen acceso a determinado proceso industrial. Esta aplicación se relaciona con el proceso mediante una comunicación digital con instrumentos, actuadores, y una

interfaz gráfica para los operadores, ver figura 1.3. Entre las funciones básicas de los sistemas SCADA se encuentran:

- ✓ Adquisición, gestión primaria de alarmas y almacenado de datos provenientes del proceso.
- ✓ Control del proceso, ya sea actuando sobre autómatas o bien directamente sobre el proceso a partir de entradas y salidas (E/S) remotas.
- ✓ Representación gráfica y animada de las variables medidas y señalización de alarmas. Además, mantener una arquitectura abierta y flexible con capacidad para nuevas adaptaciones, es una característica inherente a este tipo de software [8].



Figura 1.3. Partes de un sistema SCADA

1.1.6. Funciones Principales de un SCADA.

Dentro de las funciones básicas realizadas están las siguientes:

- ✓ Supervisión remota de instalaciones y equipos: Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- ✓ Control remoto de instalaciones y equipos: Mediante el sistema se pueden activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo, abrir válvulas, activar interruptores, encender motores, etc.), de manera automática y también manual; además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

- ✓ Procesamiento de datos: El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.
- ✓ Visualización gráfica dinámica: El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- ✓ Generación de reportes: El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- ✓ Representación de señales de alarma: A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a un fallo o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras [6].

1.1.7. Tareas de un Software de Supervisión y Control.

Para poder contar con una interfaz (HMI) confiable y transparente es necesario tener en cuenta un grupo de tareas necesarias sin las cuales serían imposible lograr una interfaz de calidad. Entre estas tareas se encuentran las siguientes:

- ✓ Permitir la comunicación con dispositivos de campo.
- ✓ Actualizar una base de datos dinámica con las variables del proceso.
- ✓ Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados (mímicos).
- ✓ Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- ✓ Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- ✓ Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.
- ✓ Controlar en forma limitada ciertas variables de proceso [5].

Un sistema SCADA está conformado por:

- ✓ Interfaz Operador.
- ✓ Máquinas: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.
- ✓ Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas.
- ✓ Unidad Remota (UTR): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.
- ✓ Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información desde el punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.
- ✓ Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos.

La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos [5].

1.1.8. Aplicaciones de los sistemas SCADA.

Dentro de los SCADA más conocidos patentados por diferentes empresas se encuentran WinCC de Siemens, *Vijeo Citect de Schneider*, CX-One Supervisor de Omron entre otros. En nuestro país se desarrollan algunos SCADA nacionales, de los cuáles el más completo y divulgado en el ámbito industrial es el Sistema de Supervisión y Control de Procesos "EROS", destacándose por la facilidad con que puede ser operado y configurado, ofreciendo funcionalidades predeterminadas (estadísticas, alarmas, recetas, datos históricos) lo que disminuye los costos de puesta en marcha y con una experiencia acumulada

durante más de 10 años por el uso en más de 180 instalaciones en diferentes procesos en todo del país y en el extranjero [9].

En la actualidad algunas de las aplicaciones de los sistemas de supervisión y control son en Sistemas de Manufactura Flexible (FMS), donde la estructura estática es modelada usando diagramas de clase del Lenguaje Modelador Unificado (UML) y la estructura dinámica es modelada por medio de la red de Petri (PN).

También en el centro conmutativo móvil (MSC) de Corporación Celular Taiwán, se ha desarrollado y utilizado exitosamente un sistema para la supervisión y control remoto a través de la Internet, con 316 sensores y 140 accionadores [10]. Nuestro país en los últimos años ha realizado inversiones con alta tecnología de automatización incorporada. Dentro de ello, en específico, los sistemas supervisores tienen un papel importante en el logro de la eficiencia buscada. En el turismo, prácticamente todas las nuevas inversiones poseen sistemas supervisores, y en las instalaciones con más tiempo de explotación se llevan a cabo estudios para automatizar la climatización, iluminación, uso de elevadores, y otros, según el nivel de ocupación ser implementados los mismos. Se crean edificios inteligentes donde se trabaja en el hotel con vistas al ahorro energético. En el MINBAS se acomete un plan de modernización de las termoeléctricas, en que juega un papel preponderante los sistemas de automatización. Las plantas de tratamiento de gas y de generación de electricidad poseen un alto grado de automatización con sistemas supervisores. En la industria del níquel se han instalado sistemas de supervisión, al igual que en fábricas de cementos y en centrales azucareros [11].

1.1.9. Transmisión de la Información.

Los sistemas SCADA necesitan comunicarse vía red, puertos GPIB (*General Purpose Instrumentation Bus*), telefónica o satélite, es necesario contar con computadoras remotas que realicen el envío de datos hacia una computadora central, ésta a su vez será parte de un centro de control y gestión de información. Para realizar el intercambio de datos entre los dispositivos de campo y la estación central de control y gestión, se requiere un medio de comunicación, existen diversos medios que pueden ser cableados (cable coaxial, fibra óptica,

cable telefónico) o no cableados (microondas, ondas de radio, comunicación satelital). Cada fabricante de equipos para sistemas SCADA emplean diferentes protocolos de comunicación y no existe un estándar para la estructura de los mensajes, sin embargo, existen estándares internacionales que regulan el diseño de las interfaces de comunicación entre los equipos del sistema SCADA y equipos de transmisión de datos [10].

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas y procedimientos que permite a las unidades remotas y central, el intercambio de información. Los sistemas SCADA hacen uso de los protocolos de las redes industriales, como por ejemplo TCP/IP.

En una comunicación deben existir tres elementos necesariamente:

1. Un medio de transmisión, sobre el cual se envían los mensajes.
2. Un equipo emisor que puede ser el MTU (*Master Terminal Unit*).
3. Un equipo receptor que se puede asociar a los RTU (*Remote Terminal Unit*) [10] [12].

1.1.10. Protocolos SCADA.

Existe en la industria una gran variedad de protocolos que permiten comunicar los dispositivos SCADA entre sí y con los centros de control. A continuación, se describen cuatro de los más usados actualmente y algunas consideraciones respecto de la seguridad (Automática, 2006).

- ✓ DNP3 (*Distributed Network Protocol*): Es un protocolo diseñado específicamente para su uso en aplicaciones SCADA. Permite a las Unidades Centrales obtener datos de las UTR a través de comandos de control predefinidos. El protocolo no fue diseñado teniendo en cuenta mecanismos de seguridad, por tanto, carece de cualquier forma de autenticación o cifrado. Puede ir encapsulado sobre TCP/IP. Una nueva versión del protocolo llamada DNP ha sido diseñada para incluir confidencialidad, integridad y autenticación sin mucho impacto en las implementaciones DNP3 ya existentes.
- ✓ ICCP (IEC 60870-6): Este protocolo es uno de los más usados en los sistemas SCADA/DCS de compañías de generación y distribución de energía. Es un protocolo especialmente adaptado a las necesidades de

comunicación de las compañías eléctricas. Proporciona conectividad entre subestaciones y centros de control y supervisión. El intercambio de datos consiste típicamente en monitorización en tiempo real, datos de control, valores de medida, programación, contabilidad y mensajes de operador. Al igual que la mayoría de los protocolos actuales SCADA, también es atacable por spoofing. Un servidor ICCP con una vulnerabilidad, permitiría a un atacante tomar control del servidor de la organización y de todos los servidores ICCP que se comunican con él.

- ✓ Modbus: Protocolo de la capa de aplicación empleado sobre RS-232, RS422, RS-485 o TCP/IP. La principal ventaja es su simplicidad y es ampliamente usado en procesos de control de sistemas SCADA. Para el caso de redes Ethernet existen dos especificaciones: MODBUS Plus y MODBUS/TCP. Se debe destacar en el modelo de arquitectura MODBUS/TCP el módulo *Access Control Module*, pensado para restringir el acceso a servidores desde determinados clientes en entornos críticos. Se basa en listas de IP autorizadas. Una de las vulnerabilidades aprovechables por los atacantes es la posibilidad de hacer *finger printing* a través de su puerto standard TCP/502. Mediante la función 43 del protocolo puede leerse el registro de identificación de PLC y conseguir información del tipo de dispositivo, fabricante, versión y otras informaciones útiles para posteriores ataques.
- ✓ OPC (OLE for Process Control): Es una interfaz estándar de comunicación usada en la industria de control de procesos. Está pensada para garantizar la interoperabilidad entre equipamiento de distintos fabricantes. Permite la comunicación entre aplicaciones de control y de supervisión con independencia de la red que haya por medio. Requiere que cada fabricante proporcione un driver genérico OPC. La mayoría de los fabricantes de HMI incluyen soporte para OPC. Se basa en los estándares de Microsoft OLE (*Object Linking and Embedding*), DCOM (*Distributed Component Object Model*) y RPC (*Remote Procedure Call*). El problema viene dado porque estos componentes de Microsoft han sido tradicionalmente fuente de agujeros de seguridad. Un atacante que sepa del uso de OPC intentará aprovecharse de alguna de las conocidas vulnerabilidades de los servicios DCOM y RPC. Más aun sabiendo de la dificultad de los sistemas de control industrial para implementar actualizaciones [12].

1.1.11. Interfaz Operador-Máquinas.

Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados. Un sistema SCADA incluye un interfaz utilizador, generalmente llamado Human Machine Interface (HMI). Esta interfaz incluye generalmente los controles donde el operador se puede interconectar con el sistema SCADA. El HMI es una manera fácil de estandarizar la supervisión de la Unidad de Terminal Remota o de los PLC. Como la UTR y los PLC no tenían históricamente ningún método estandarizado para mostrar los datos a un operador, el sistema SCADA se comunica con ellos a través de la red del sistema y procesa la información que es diseminada fácilmente por el HMI. El poder de la HMI también está en su vinculación a una base de datos, que puede utilizar los datos recopilados de los PLC o de las UTR para proporcionar las tendencias, los datos de diagnóstico y manejo de información, así como el cronograma de procedimientos de mantenimiento, información logística, esquemas detallados para un sensor o máquina específico y también para hacer accesibles la localización de averías [12].

1.2. El estudio gnoseológico histórico y actual del SCADA EBO 2.0 presente en el “Hotel Telégrafo”.

Smart Struxure de *Schneider Electric* tiene una tecnología destinada a la automatización y control integral de edificios. *Smart Struxure* es una familia compuesta por autómatas programables compactos y modulares, controladores parametrizables de zona, sensores, entre otros.

El SCADA EBO 2.0 forma parte de la Solución de “*Ecostruxure Building Operation*” y es dedicado especialmente a aplicaciones de automatización de edificios que garantiza una total integración a nivel de software entre los dispositivos de automatización y los de gestión de energía eléctrica [13].

1.2.1. Flujo Tecnológico de energía de Hotel Telégrafo.

La energía eléctrica se suministrará desde el Sistema Electroenergético Nacional (SEN) a una tensión nominal de 13,8 Kv y una frecuencia de 60 Hz, en estrella (Y) con el punto neutro conectado sólidamente a tierra. Para el Hotel Telégrafo

se utilizará el banco de transformadores, tiene 3 transformadores, para proporcionar un voltaje trifásico de 115/230 V con 4 hilos., hasta un registro eléctrico nuevo que se hará, facilitando la entrada hasta el local del PGD. Ver figura 1.4 [3].

1.2.2. Sistema de supervisión y control actual del “Hotel Telégrafo”.

El sistema de supervisión y control en el “Hotel Telégrafo”, basado en el EBO 2.0, presenta las siguientes prestaciones:

- ✓ 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 de los diferentes equipos o áreas a analizar.
- ✓ El sistema necesita un sistema operativo Windows 7.0 o superior.
- ✓ El sistema está diseñado para operar en red. Se deben definir los usuarios que estarán autorizados a operar el sistema [14].

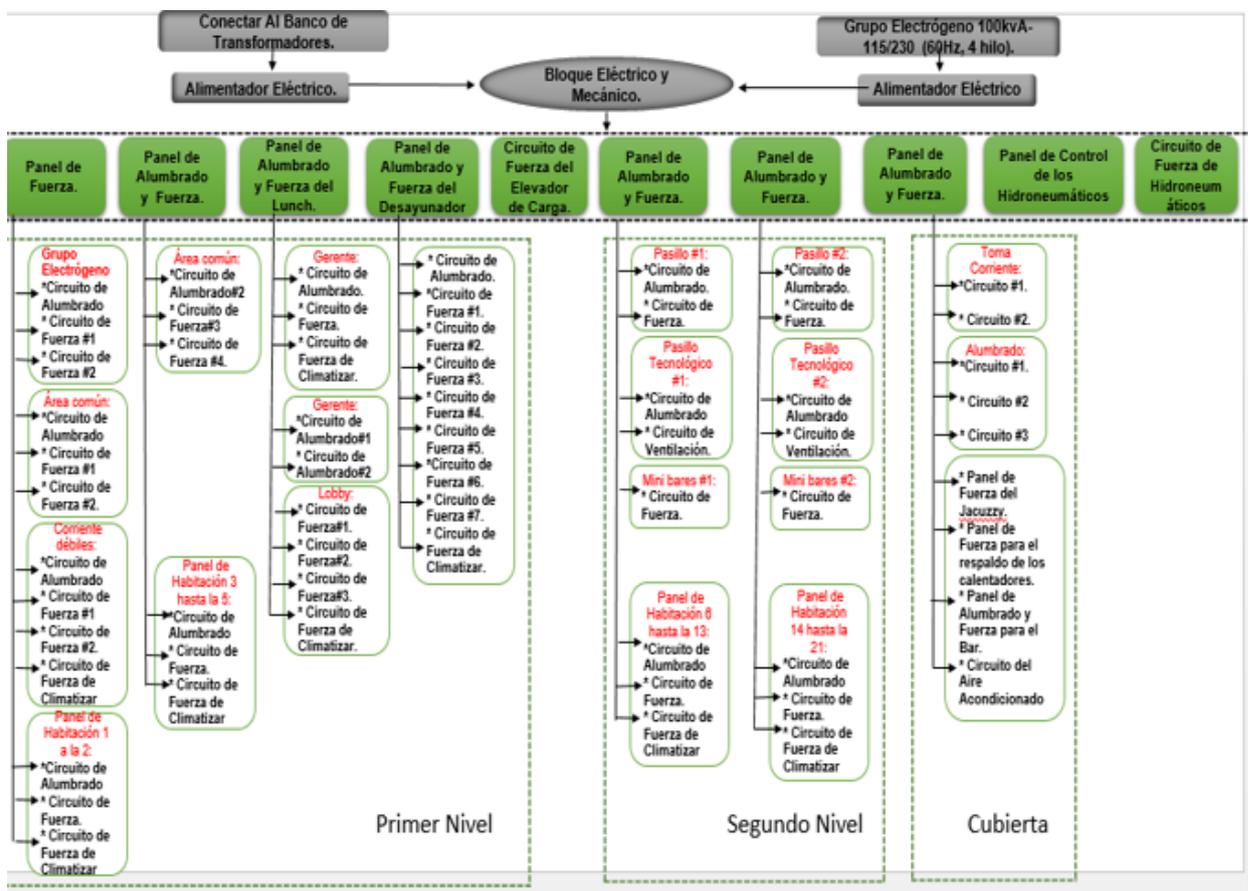


Figura 1.4. Diagrama de flujo de energía del Hotel Telégrafo

1.2.3. Menú principal:

Posee un menú principal en el que aparecen comandos para acceder a las diferentes pantallas del sistema de supervisión [14]:

- ✓ System.
- ✓ IO Bus.
- ✓ Analizador.
- ✓ Interfaz Gráfico.
- ✓ Red Modbus.

Aunque se enfoca las pantallas del Analizador y el Interfaz Gráfico.

1.2.4. Analizador:

En la pantalla del analizador se visualizan los parámetros eléctricos y las estadísticas basadas en los datos recolectados por el mismo, así como gráficas de tendencias y comparación en tiempo real. Está compuesta por cuatro pestañas: Supervisión, Control, Diagnóstico y Configuración a las cuales se puede acceder a través de una pantalla de autenticación donde el usuario debe introducir un nombre de usuario y una contraseña para obtener el acceso (ver anexo 1).

1.2.5. Supervisión:

La pestaña de supervisión se compone una subpestaña de lecturas instantáneas, tendencias de pronósticos, resumen de calidad de energía, entradas y salidas formas de ondas. Éstas nos brindan datos como los valores de corriente por fase e incluyen algoritmos para el cálculo de parámetros de potencia y medias. Se visualizan también graficas de comparación y tendencias por fase y resúmenes de calidad de la energía.

1.2.6. Pasillo Tecnológico:

La pantalla se encuentra dentro de la carpeta Interfaz Gráfico y muestra las temperaturas registradas por cada sensor PT100 de forma independiente y sus valores son almacenados en un registro cada 30 minutos. Estos valores son llevados a una gráfica de temperatura contra tiempo para poder visualizar el

comportamiento la temperatura hasta 15 días atrás. Los registros se encuentran ubicados en la carpeta Interfaz Gráfico y luego en la carpeta Históricos.

1.2.7. Habitaciones:

A la pantalla de las habitaciones se llega a través del menú principal marcando el menú Interfaz Gráfico y luego Tabla.

El estado de las habitaciones se puede conocer a través de tres indicadores: Presencia, Luces y Aire. Los indicadores tomaran un color verde si las luces se encuentran encendidas, la consola está encendida o si hay alguna persona en la habitación, en caso contrario tomaran un color gris claro, como se muestra en la figura 1.5.

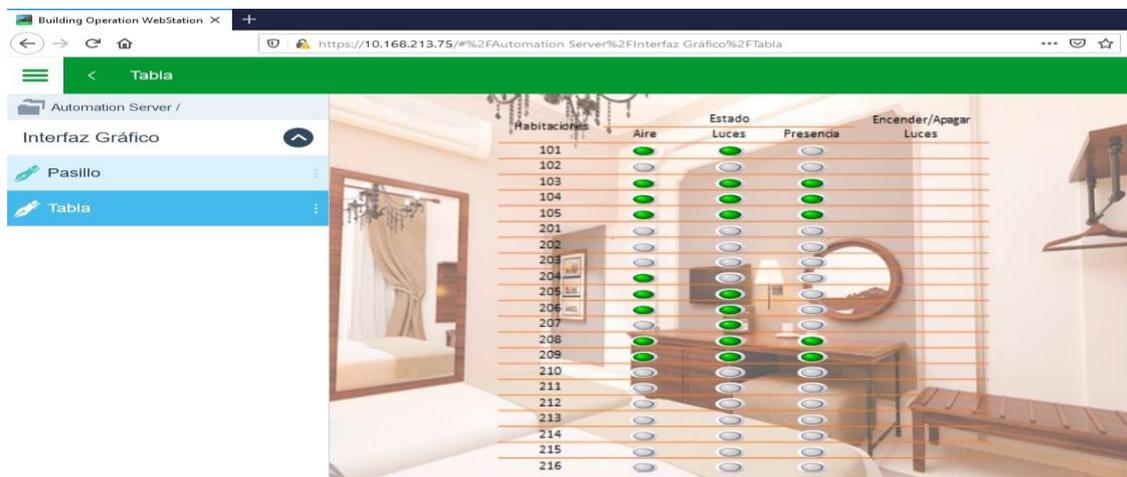


Figura 1.5. Visualización del menú de interfaz del estado de las habitaciones

El diseño de visualización en forma de menú no le brinda al operador un ambiente cómodo para la supervisión y el control del estado de las habitaciones el cual va presentando un conjunto de dificultades.

1.2.8. Control y Monitoreo de Habitaciones:

El control energético de las habitaciones esta dado mediante el uso de sensores de presencia, este se basa en la detección de la presencia de personas en la habitación. Cuando este sensor detecta que la habitación está vacía, el sistema de control apaga las luces y la climatización pasando al modo desocupado en función de mejora el confort y la eficiencia energética del hotel. Una vez que el sensor detecta la presencia de personas, el sistema de control

enciende las luces y la climatización automáticamente pasando al modo ocupado.

Para las habitaciones se tiene como controlador principal el Zelio SR3, el cual es un controlador programable que funciona a través de señales de entrada y salida. Los módulos permiten controlar y supervisar completamente sus instalaciones de forma remota. La instrumentación está conformada por sensores Argus Presencia 360° y contactos magnéticos ubicados en las puertas y ventanas. Además, se encuentra un extractor ubicado en baño controlado por un relé temporizado iRTC A9E16067, parametrizable de 0,1 segundos hasta 100 horas. Ver figura 1.6.

Las habitaciones tienen tres modos de funcionamiento básicos y un conjunto de excepciones programables, implementado en el controlador Zelio SR3 tales como:

Ocupado: Cuando el sensor de presencia detecta que hay personas en la habitación, el controlador pasa automáticamente a modo ocupado. En este estado no se acciona sobre nada, se deja que el huésped decida a voluntad si quiere encender o apagar luces. El control del aire acondicionado se realiza a través del mismo equipo split.

Desocupado: El modo desocupado se activa una vez que transcurrido un tiempo que se fija en el controlador, el sensor de presencia no detecta personas en la habitación. En este estado se acciona sobre un contactor de control que se encuentra en la caja de distribución eléctrica de la habitación, desactivando el circuito de luces principal del dormitorio, tomacorrientes del dormitorio, extractor y tomacorrientes del baño. Para salir de este estado es necesaria la detección de presencia y todo vuelve a trabajar a petición del huésped.

Standby: El modo *standby* comienza cuando el controlador ha estado en modo desocupado durante un tiempo prefijado en el controlador, es decir, cuando el sensor de presencia deja de detectar personas en la habitación pasa a modo desocupado y estando en modo desocupado cuenta otro tiempo y se cambia a modo *standby*. En modo *standby* lo que se hace es apagar el split en busca de mejorar el ahorro energético.

Excepción: Las excepciones son casos especiales de la funcionalidad del equipo y serán configuradas con el objetivo de apoyar los modos de operación básicos

y mantener los parámetros de confort según el diseño previsto. En dependencia de una o más condiciones actúan para activar o desactivar salidas del Zelio SR3, enviar parámetros al SCADA, etc.

El control del extractor del baño se realiza mediante un relé temporizado iRTC A9E16067 programable de 0,1 segundos hasta 100 horas, el mismo tiene como condición de disparo el estado del interruptor de la luz del baño, mientras la luz está encendida se mantiene funcionando el extractor, cuando se apaga esta luz comienza a contar el temporizador del relé y una vez que se termina el tiempo previamente programado, se desconecta el extractor. Este mismo proceso se realiza cuando la habitación pasa a estado desocupado, cuando el huésped abandona la habitación y no apaga la luz del baño, el controlador Zelio SR3 acciona para desconectar el circuito de luces del baño y automáticamente el relé comienza el conteo para la desconexión del extractor [14].

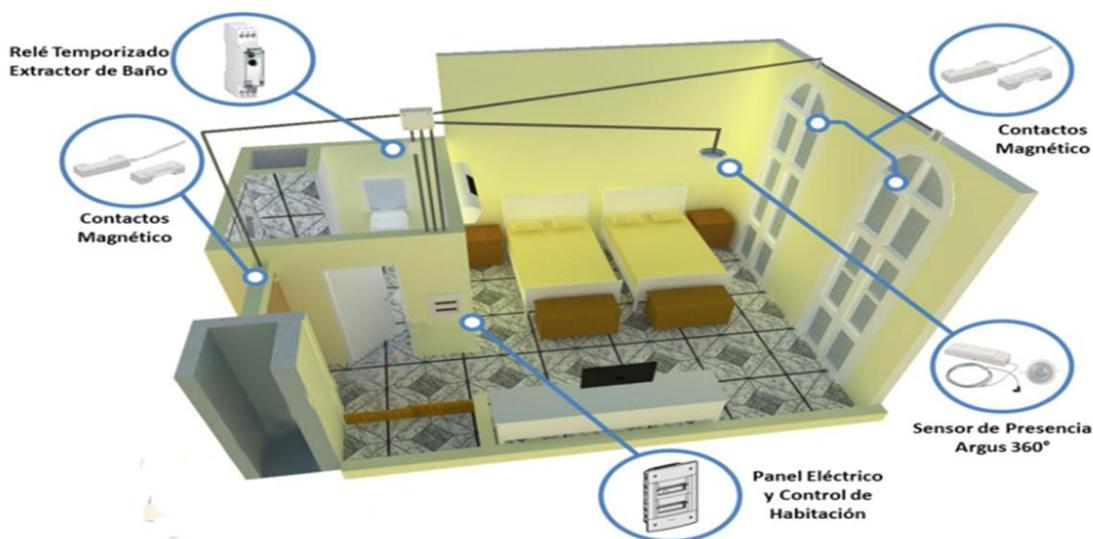


Figura 1.6. Instrumentación presente en la habitación

1.3. Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS 5.11.

Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS se desarrolló e instaló por primera vez en la empresa niquelífera Ernesto Che Guevara. Es un sistema para la Supervisión y Control de Procesos completamente cubano, diseñado y desarrollado en la División de Automatización, SERCONI. Realiza variadas funciones dentro del entorno de la dirección de los procesos. Facilita a los operadores, ingenieros, supervisores y directivos operar y dirigir cualquier

proceso con eficiencia y productividad. En la figura 1.7 se muestra la ventana principal del sistema EROS 5.11.

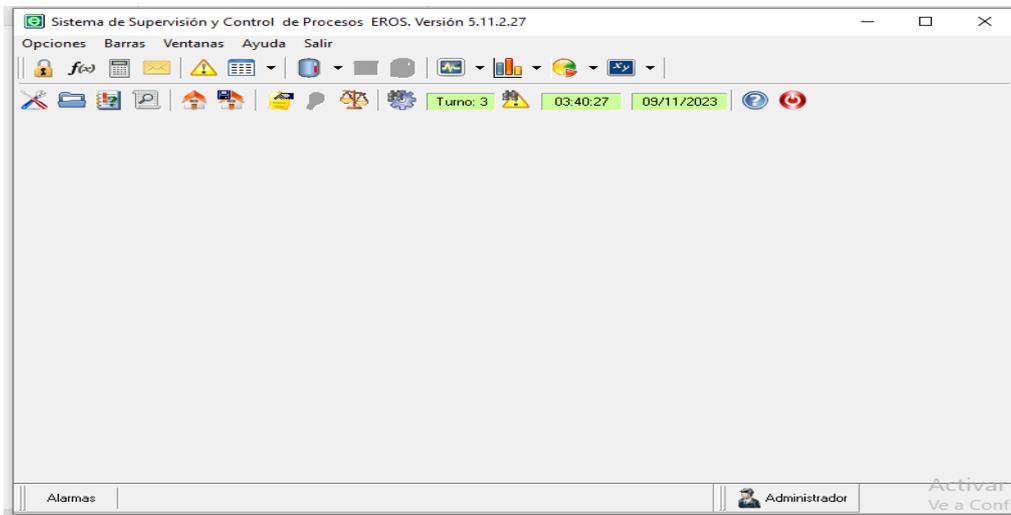


Figura 1.7. Ventana de inicio del sistema SCADA EROS 5.11

Aunque en un principio el EROS se creó para la industria del níquel, debido a su fácil configuración, es el SCADA más difundido en Cuba, está instalado en 1476 puestos de supervisión y control en 176 clientes nacionales tal como se muestra en la figura 1.8 [15]. EROS facilita el mando a distancia y el control desde la aplicación, que constituyen herramientas que potencian el automatismo del proceso tecnológico, cumple con la plataforma multiusuario, es un sistema distribuido en el que sus diferentes componentes se interconectan a través de la Intranet Empresarial, estos componentes son:

- ✓ Estaciones de medición.
- ✓ Estaciones de visualización.
- ✓ Servidores de reportes y servidores de tiempo.

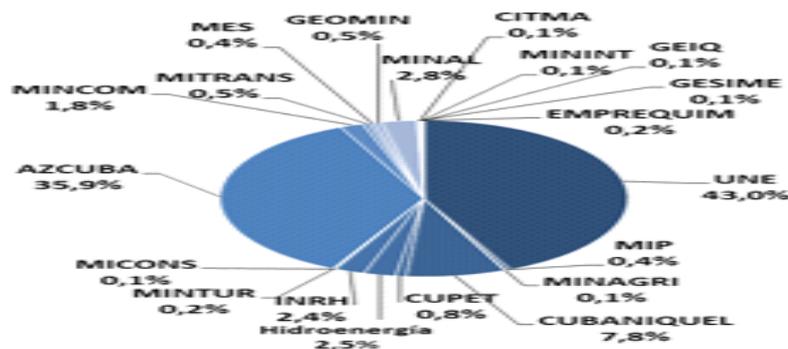


Figura 1.8. Clientes del SCADA EROS v.5.x (por puestos de supervisión)

EROS permite configurar de manera sencilla un número prácticamente ilimitado de variables. La configuración del sistema es en caliente, por lo que no necesita (a diferencia de otros SCADA), detener el proceso de supervisión para efectuar cambios en la configuración. Utiliza toda la potencia en edición de tablas y gráficos que posee el Microsoft Excel y lo combina con la posibilidad de insertar en celdas seleccionadas los valores que se necesiten de las variables del EROS. La capa de red permite integrar a los sistemas que están operando en diferentes máquinas, haciendo visibles para cualquier sistema las variables situadas en ordenadores remotos [9].

1.3.1. Características del EROS 5.11:

- ✓ Facilita el mando a distancia y el control desde la aplicación, que son herramientas que potencian el automatismo del proceso tecnológico. Cumple con la plataforma multiusuario, el EROS es un sistema distribuido en el cual sus diferentes componentes se interconectan a través de la Intranet Empresarial. Los componentes que cooperan entre si son: Estaciones de medición, Estaciones de Visualización, Servidores de Reportes, Páginas Webs y otras aplicaciones que se desarrollen usando ErosNet y ActiveX. Estos componentes pueden estar en ordenadores separados vinculados a través de una Red Ethernet o en un mismo ordenador.
- ✓ Puede trabajar minimizado lo que permite sostener el sistema aun cuando temporalmente se necesite hacer uso de otros programas, como Word, Excel, etc.
- ✓ Permite configurar de manera sencilla un número prácticamente ilimitado de variables. El EROS compite ventajosamente con otros sistemas similares en cuanto a la facilidad con que se configura, al ofrecer siempre funcionalidades por omisión. El sistema puede ser configurado por personal con un entrenamiento mínimo. Esto disminuye los costos de puesta en marcha y de operación. La configuración del sistema es en caliente, por lo que no necesita (a diferencia de otros SCADA) detener el proceso de Supervisión para efectuar cambios en la configuración.

- ✓ Los mímicos son configurables por el usuario y usan la herramienta OLE. OLE es una tecnología de integración que puede utilizarse para compartir información gráfica.
- ✓ El fichero histórico de variables contiene la información de un día completo lo que facilita el análisis de la operación de manera integral, además permite navegar de un día hacia otro con facilidad, pues tanto el registro actual como el histórico se encuentran en la misma opción.
- ✓ Cuenta con la opción “Recetas” que consiste en las recomendaciones que determinados especialistas pueden hacer partiendo de las situaciones que se presenten en el proceso, determinado por las variables del mismo.
- ✓ Correo interno del sistema para enviar mensajes y/o textos informativos a los usuarios de la red que estén trabajando dentro del EROS.
- ✓ Posibilidad de comunicarse con cualquier dispositivo de medición mediante manejadores (*drivers*) de comunicación o cliente OPC, además posee un servidor OPC para brindar sus datos a otros clientes OPC. Posee manejadores que permiten la comunicación con sistemas de radio (*trunking*) y tecnología celular.
- ✓ Se vincula con un Sistema de Reportes que capta los datos de las estaciones de medición y controla la emisión de reportes periódicos o progresivos. Este sistema permite configurar y emitir reportes periódicos de las variables del EROS. Utiliza toda la potencia de edición de Tablas y gráficos que posee el *Microsoft Excel* y lo combina con la posibilidad de insertar en celdas seleccionadas los valores que se necesiten de las variables del EROS. En los reportes pueden aparecer tanto, valores puntuales como cálculos estadísticos en un determinado período, tales como valores medios en el intervalo de una hora, turno o día, desviación típica, valores máximos etc. Este sistema no se encuentra incluido dentro del EROS, si no que posee una licencia propia.
- ✓ El EROS es totalmente compatible con la WEB y con el *Microsoft Office*. La capa de Red permite integrar a los sistemas que están operando en diferentes máquinas, haciendo visibles para cualquier Sistema las variables situadas en ordenadores remotos. El sistema usa un protocolo de Red múltiple que incluye TCP/IP, Canalizaciones con Nombre y otros, lo que facilita la conectividad en diferentes redes y entornos [15].

1.3.2. Entorno de programación.

El entorno de programación EROS permite programar bloques que se ejecutan dentro del sistema en cada ciclo de medición para realizar una tarea determinada (scripts), lo que permite ampliar sustancialmente las posibilidades del sistema al poderse enlazar, en estos scripts, variables y registros que son medidos en diferentes dispositivos e incluso en diferentes redes. Permite utilizar 96 funciones y 23 operadores (aritméticos, lógicos y relacionales) en la configuración de las expresiones de las variables internas y los scripts, agrupadas en: estadísticas, hiperbólicas, de tiempo, con registros, de sistema adicionales. El sistema posee un compilador para un lenguaje de alto nivel similar al PASCAL. Este compilador, al igual que los compiladores de Java, convierte el código fuente en un código intermedio, altamente optimizado, pero independiente en principio de la plataforma de hardware empleada. Este código intermedio es ejecutado luego por una máquina virtual diseñada para tales efectos [9].

1.3.3. Históricos.

El subsistema de datos históricos es el encargado de almacenar la sucesión de valores tomados por las variables con el objetivo de mostrarlos en la interface del usuario (registradores, gráficos de barra y pastel, entre otros) posibilitando realizar diferentes análisis ante la ocurrencia de averías u otras situaciones de operación. Este subsistema utiliza un esquema de compresión inteligente para reducir el espacio a utilizar por los datos sin que se degrade su velocidad de acceso. Las características del registrador son:

- ✓ Le brinda un registrador que va mostrando el comportamiento y tendencia en tiempo real de 8 variables (un grupo) al mismo tiempo, así como la historia de las mismas.
- ✓ El registrador combina variables de diferentes tipos en grupos configurables por el usuario (en caliente). Pueden configurarse de forma sencilla gran cantidad de grupos de registros.
- ✓ El registrador permite mostrar los valores de las señales en el tiempo (registro histórico). El tiempo histórico que brinda el registro depende de la capacidad del disco duro que posea su equipo y puede ser limitado por el usuario autorizado, en la configuración en la opción que existe para ello.

- ✓ Brinda datos estadísticos de las variables en diferentes períodos de tiempo que se marquen dentro del registrador.
- ✓ El fichero histórico de variables contiene la información de un día completo lo que facilita el análisis de la operación de manera integral, además permite navegar de un día hacia otro con facilidad, pues tanto el registro actual como el histórico se encuentran en la misma opción [15].

1.3.4. Interfaz con el usuario

La interfaz con el usuario está diseñada con el propósito de ser amigable y sencilla para todos. El mando a distancia y el ajuste de los lazos de regulación son permitidos (previa validación del derecho de usuario) desde las pantallas de mímicos y las tablas de variables, utilizando objetos predefinidos que son configurados de acuerdo a las características del proceso. Permite la visualización de los siguientes elementos:

- ✓ Tablas con los valores puntuales de las variables.
- ✓ Registros históricos.
- ✓ Gráficos de pastel.
- ✓ Gráficos de perfil.
- ✓ Mímicos diseñados a gusto y necesidad del usuario.
- ✓ Tablas de alarmas agrupadas y filtradas convenientemente.
- ✓ Recetas con las posibles soluciones, órdenes o sugerencias ante la ocurrencia de determinadas situaciones.
- ✓ Correo interno para el uso informativo como enviar órdenes.
- ✓ Visor de eventos [9].

Conclusiones parciales:

En este capítulo se llevó a cabo un estudio del tema en cuestión (Sistema SCADA de las habitaciones del “Hotel Telégrafo”) lo que permitió, valorar las ventajas que presentan los mismos para ser aplicados en instalaciones hoteleras, teniendo en cuenta, las características de los SCADA detallados en este capítulo y la importancia de los mismos.

CAPITULO 2: Propuesta de diseño de un sistema SCADA en el Hotel Telégrafo, basado en el software EROS 5.11.

Introducción

En este capítulo, se hace la propuesta de diseño del sistema SCADA del “Hotel Telégrafo” basado en el software de soberanía nacional EROS 5.11. Para ello se caracteriza la estructura de hardware necesario y adicionalmente se desarrollan los softwares que serán utilizados en las tareas de supervisión en el hotel, de forma tal que se brinde un ambiente cómodo, amigable y seguro para el operador.

2.1. Selección del SCADA para el diseño.

Atendiendo a las características de los sistemas SCADA analizados en el capítulo 1, se hace necesario realizar la selección de otro sistema SCADA que garantice las mismas funcionalidades que tenía el SCADA anterior, y que sirva como punto de partida para la implementación de un sistema más robusto y completo. Por ello se selecciona el software de soberanía nacional EROS 5.11, el cual es fácil de configurar y usar, aparte de que cuenta con las características necesarias para comunicarse con los dispositivos de campo por medio de varios protocolos de comunicación, se puede realizar gestión de las alarmas, datos históricos, etc., sin contar que el costo por cuestión de licencia es mucho más factible en comparación con el sistema SCADA anterior.

2.2. Descripción del funcionamiento y consumo energético de las habitaciones.

El Hotel Telégrafo, figura 2.1, es una edificación de 3 plantas ubicada en la calle José Antonio Saco esquina Mármol, en la provincia de Granma, municipio Bayamo. Los huéspedes y visitantes de este hotel disfrutan de un lujoso restaurante especializado en comida criolla e internacional. A la entrada del hotel se encuentra el *lobby* con un amplio corredor dotado de un agradable e íntimo café-bar. Los pisos restantes están destinados a las 21 habitaciones, 19 Estándares y 2 Suites con acceso a través de amplias y escultóricas escaleras.



Figura 2.1. Vista frontal del Hotel Telégrafo

2.2.1. Descripción del bloque habitacional.

El Hotel Telégrafo cuenta con dos pisos destinados al hospedaje con confortables habitaciones. En la figura 2.2 se muestra el interior de una de las habitaciones del hotel.



Figura 2.2. Interior de una habitación

Las habitaciones del Hotel están compuestas por un pasillo central, un closet, un baño y el dormitorio, y solo puede accederse mediante la puerta principal. Las dimensiones y distribución geográfica de las habitaciones se encuentran recogidas en la figura 2.3.

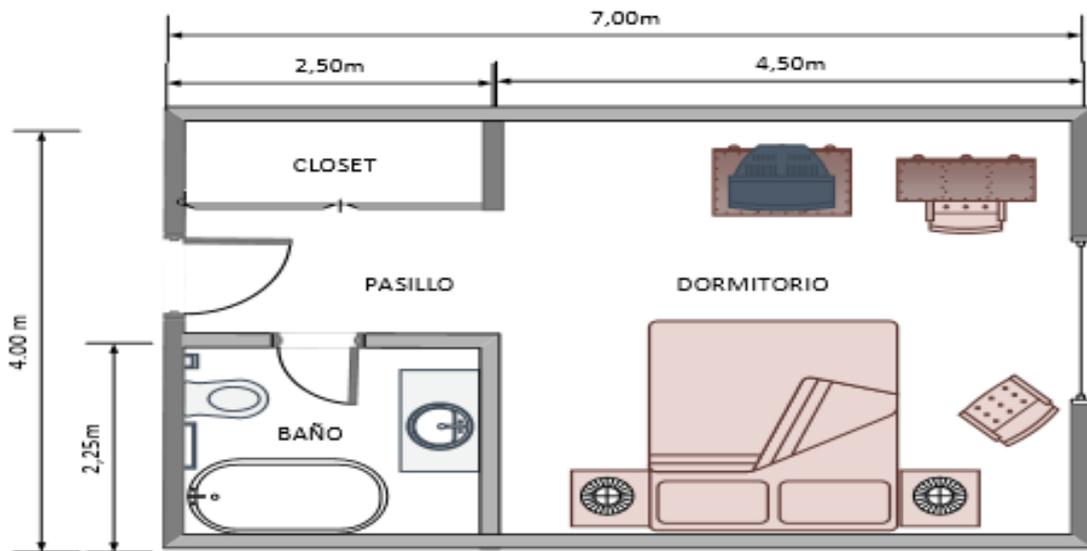


Figura 2.3. Dimensiones y distribución geográfica de las habitaciones

2.2.2. Consumo eléctrico de la instalación.

El funcionamiento constante de todos los sistemas hoteleros con el fin de mantener el confort, la seguridad y el bienestar del cliente, conlleva a un considerable gasto de energía y demás portadores energéticos. Mediante un cuidadoso estudio es posible adoptar un sistema que permita utilizar los recursos energéticos de manera más eficiente y, a la vez, mantener un servicio de calidad hacia los huéspedes de los hoteles.

En la tabla 2.1 se muestran todos los sistemas que influyen en la magnitud del gasto energético del Hotel Telégrafo, destacándose la climatización como el mayor consumidor de energía eléctrica; algo normal por las características tropicales de nuestro país y porque el Hotel se encuentra en funcionamiento durante todo el año. Por ello es una prioridad de la dirección de esa institución, la reducción del índice de consumo eléctrico y el mantenimiento de la eficiencia y confort dentro de las habitaciones y demás locales climatizados.

Tabla 2.1. Sistemas que influyen en la magnitud del consumo energético.

Sistema	% del consumo total
Climatización de habitaciones y locales	60 – 70
Refrigeración (víveres y licores)	4 – 6
Iluminación	6 – 8
Agua Caliente (Calentador Eléctrico)	10 – 12
Bombeo de agua	1 - 1.5
Ascensores (huéspedes y carga)	1 – 2
Vapor (uso general)	1 – 2
Gastronomía (cocción de alimentos)	6 – 8
Otros	3 – 5

Como se observa en la tabla anterior, el sistema de iluminación provoca gastos energéticos entre el 6 y el 8 % del consumo total y el de climatización es el de mayores gastos, al estar entre el 60 y el 70 % de todo el consumo.

2.3. Descripción del Sistema de automatización actual del Hotel Telégrafo:

El sistema de automatización en el “Hotel Telégrafo”, es un sistema distribuido compuesto por 3 niveles de jerarquía, como se describe a continuación:

- ✓ Nivel de Gestión (1): Sistema Central de Supervisión y Control soportado sobre el SCADA “*Ecostruxure Building Operation 2.0* con aplicación terminal *Server, Workstation* y *Webstation*, comunicándose con el ASP-server, pasarela de comunicación con los protocolos *Modbus* sobre *Ethernet* TCP/IP, que permite la integración de los controladores en el sistema de gestión (ver figura 2.4).
- ✓ Nivel de Control (2): Relé inteligente parametrizables Zelio SR3 y autómatas programables Modicon M241 que realizan el control distribuido del hotel como sensar la temperatura del pasillo y la conexión o desconexión de las neveras, maneja el control del extractor del baño que cuenta un relé temporizado, parametrizable de 0,1 segundos hasta 100 horas. El analizador de redes el PM810 que visualiza más de 50 valores de medición, además de

datos máximos y mínimos, ya sea directamente en la pantalla o de forma remota con el software (ver figura 2.5).

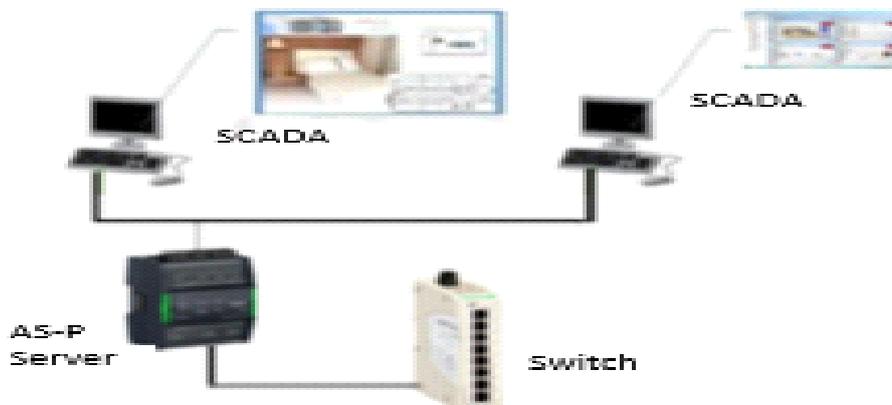


Figura 2.4. Nivel de Gestión (1)

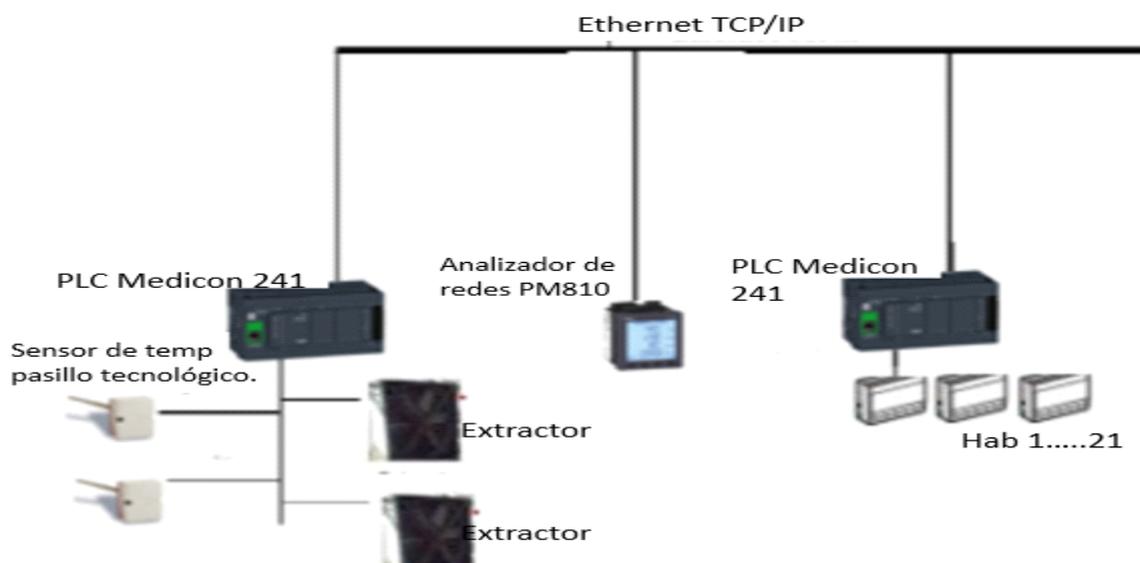


Figura 2.5 Nivel de Control (2)

- ✓ Nivel de Campo (3): Está conformado por un controlador principal el Zelio SR3 para cada habitación el cual es un controlador programable que funciona a través de señales de entrada y salida ya sea por los sensores de presencia y los contactores de puertas y como actuadores el aire acondicionado (Split) y la iluminación; los cuales en su conjunto llevan a la eficiencia energética y su confort. La figura 2.6 representa la estructura de control [14].

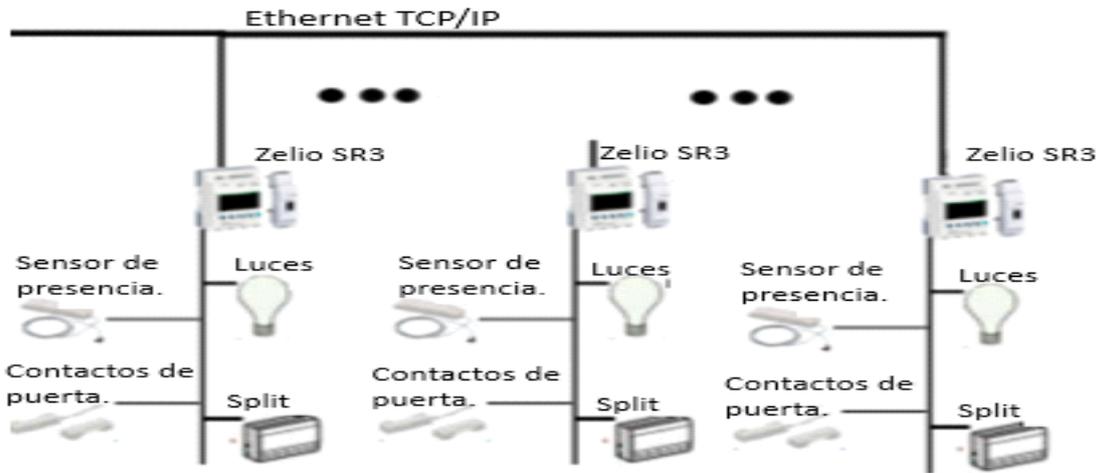


Figura 2.6 Estructura de control Nivel de Campo (3)

2.4. Diseño del Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS 5.11.

Este sistema de supervisión y control desarrollado en el software EROS 5.11 está formado por 28 ventanas que permiten observar el funcionamiento y la estructura que tendría los bloques habitacionales y el pasillo tecnológico del Hotel Telégrafo. De forma independiente cada una de las pantallas expone con más detalle la estructura de cada subproceso y se visualizan además los actuadores y los sensores utilizados. Además, se ve de una manera entendible la distribución de todos los componentes y la ruta que sigue cada etapa gracias a las líneas de ayuda, los cuadros de texto y demás señales utilizadas.

2.4.1. Configuración General.

Después de realizada la instalación de los ficheros del sistema se procede a la configuración de la ELO y sus variables con la opción Configurar el Sistema, donde aparecerá la pantalla del Explorador de la Estación Local de Operación (ver anexo 2). Mediante las opciones que brinda el Sistema se definen las características generales del mismo, el conjunto de dispositivos que entregarán información a la ELO y su configuración, además le informa las características de las variables que él va a manipular, el enlace que tienen con el dispositivo, así como la forma, contenido y estructura de los mímicos a mostrar.

2.4.2. Seguridad

En este segmento se adicionan los usuarios de la aplicación y se les otorga la jerarquía y la contraseña que determinará los derechos que poseerá cada cual, en el sistema, así como el tiempo máximo que se le concederá a la sesión del usuario. Para tener acceso a la configuración se debe tener derechos de administración, inicialmente el EROS trae por omisión una contraseña de administración que se deberá cambiar de inmediato por razones obvias (cualquiera puede leer el manual). Este supervisorio cuenta con tres niveles de acceso (ver figura 2.7).

- ✓ Invitado: En este nivel se encuentran los trabajadores del hotel de la Carpeta de Recepción los cuales tiene acceso a visualizar los parámetros de las variables que el administrador autorice como el estado de las habitaciones.
- ✓ Directivos: En este se encuentran los trabajadores encargados a la dirección y gestión del hotel, quienes tendrán acceso de visualización y gestión de los registros de información de la instalación.
- ✓ Administrador: En este se encuentran el personal con capacitación suficiente en el software EROS 5.11, donde tendrán todos los permisos y derechos de modificar las configuraciones de las variables, así como los parámetros del controlador.

Nota: El EROS permite crear desde la sección de administrador cuantas secciones de acceso se desee, por lo que se pueden configurar tantas sesiones como operadores trabajen en la planta.



Figura 2.7. Niveles de jerarquía de SCADA

2.4.3. Declaración de las variables a utilizar.

Cuando ya están creados y configurados todos los dispositivos se procede a la configuración de las variables en cada uno de ellos. Al igual que en el PLC, en el software de supervisión EROS se deben declarar las diferentes variables a utilizar teniendo en cuenta los tipos de datos y direcciones. En este sistema de supervisión estará compuesto por 4 entradas discretas por cada habitación, más 10 entradas analógicas, con un total de 94 variables en el Hotel (ver Tabla 2.2). Las variables fueron configuradas por su tipo en iconos diferentes (ver anexo 3)

Tabla 2.2. Variables configuradas en el EROS – Hotel Telégrafo.

Variables	Ubicación	Tipo	Descripción
Presencia	Habitaciones	Entrada Discreta	Señal discreta de sensor ubicado en el interior de la habitación que detecta la presencia en las habitaciones.
Contactos de Puertas	Habitaciones	Entrada Discreta	Señal discreta del sensor ubicado en la puerta principal que detecta que ha existido un cambio de estado.
Contactos de Ventanas	Habitaciones	Entrada Discreta	Señal discreta del sensor ubicado en la ventana de la habitación que detecta que ha existido un cambio de estado.
Climatización	Habitaciones	Entrada Discreta	Señal discreta que detecta el estado on/off del clima de la habitación.
Temperatura Área 1	Pasillo Tecnológico	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un sensor PT100 de temperatura ambiente en el Área 1 para el control del rango deseado por el controlador.
Temperatura Área 2	Pasillo Tecnológico	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un sensor PT100 de temperatura ambiente en el Área 2 para el control del rango deseado por el controlador.
Temperatura Área 3	Pasillo Tecnológico	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un sensor PT100 de temperatura ambiente en el Área 3 para el control del rango deseado por el controlador.
Temperatura Área 4	Pasillo Tecnológico	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un sensor PT100 de temperatura ambiente en el Área 4 para el control del rango deseado por el controlador.

Tensión	Piso 1	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 1 para la supervisión del consumo de tensión en la red.
Amperaje	Piso 1	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 1 para la supervisión del consumo de amperaje en la red.
Potencia	Piso 1	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 1 para la supervisión del consumo de potencia en la red.
Tensión	Piso 2	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 2 para la supervisión del consumo de tensión en la red.
Amperaje	Piso 2	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 2 para la supervisión del consumo de amperaje en la red.
Potencia	Piso 2	Registro Analógico	Señal analógica detectada por un analizador de red PM810 ubicado en el Piso 2 para la supervisión del consumo de potencia en la red.

2.4.4. Configuración de los mímicos del EROS 5.11 para supervisión.

Los mímicos poseen dos modos de trabajo.

- ✓ Modo Diseño: Se refiere al régimen de configuración, para lo cual deberá poseer derechos de administración.
- ✓ Modo Control: Es el status en que el mímico se muestra en tiempo de corrida refrescando las variables y los componentes.

Para crear un mímico, dar *click* en la opción Mímicos, entonces aparecerá una pantalla en blanco donde se podrá comenzar a diseñar, las siguientes ocasiones que se desee configurar nuevos mímicos se deberá seleccionar dentro de la opción Mímicos el Modo Diseño (que estará disponible si posee el derecho de usuario para ello) y en el menú seleccionar Nuevo. Después que se tiene definido el diseño de la nueva pantalla deben comenzarse a ubicar los

componentes que son necesarios para completar el mímico. Esto se ejecuta ubicando el mouse en el área de la pantalla del mímico donde se decida ubicar el componente, luego dar y escoger opción insertar, en este paso el software utilizado brinda un submenú con las opciones. Al insertar el objeto seleccionado, proceder de inmediato a definir sus propiedades haciendo doble clic sobre él, entre ellas se encuentran nombre, dimensiones, transparencia, condición de visibilidad, etc. Permite además en la pestaña control de la ventana de propiedades asociar una variable o fórmula al objeto en cuestión.

2.4.5. Estructura del sistema supervisorio realizado.

El sistema supervisorio de las habitaciones y el pasillo tecnológico en EROS 5.11 está formado por veintiocho plantillas y como ventanas fundamentales se tienen:

- ✓ Ventana de Inicio.
- ✓ Ventana de las Habitaciones.
- ✓ Ventana de plano por habitación.
- ✓ Ventana del Pasillo Tecnológico.
- ✓ Ventana de Registrador de Temperatura del Pasillo Tecnológico.
- ✓ Ventana del Registrador Energético Piso 1.
- ✓ Ventana de Registrador Energético Piso 2.

Descripción de la interfaz gráfica.

La interfaz gráfica desarrollada en EROS consta esencialmente de una ventana principal, otras veintisiete ventanas que brindan un entorno amigable, permitiendo realizar una navegación simple por los diferentes niveles del edificio como bloques habitacionales; a continuación, se describen cada una de estas ventanas:

Ventana de Inicio: Esta ventana es la portada del software con una vista general del hotel, según se observa en la figura 2.8, permitiendo:

- Navegar por las diferentes opciones de supervisión del hotel de una manera sencilla al hacer click sobre aquel que se desea acceder.



Figura 2.8. Ventana principal.

Ventana de las Habitaciones: En esta ventana se muestra el plano de planta simplificado de todas las habitaciones de hotel, según se muestra en la figura 2.9, que cumplen las siguientes funciones:

- Navegar hacia la ventana principal haciendo click en el botón  ATRAS, en la esquina superior derecha.
- Visualizar el estado de cada una de las habitaciones de ocupación y desocupación, de acuerdo con lo relacionado en la leyenda ubicada en la parte inferior izquierda de la pantalla.
- Navegar hacia la ventana de cada una de las habitaciones haciendo click en el botón , en la parte inferior de cada habitación.



Figura 2.9. Ventana de las habitaciones

Ventanas de plano por habitación: Representan una habitación específica una vez seleccionada en la venta anterior, según se muestra en la figura 2.10, esta permite:

- Navegar hacia la ventana principal haciendo click en el botón MENU, en la esquina superior derecha.
- Navegar hacia la Ventana de Habitaciones del Piso 1, haciendo click en el botón ATRÁS, ubicado en la esquina superior derecha.
- Visualizar la habitación, observándose el estado de cada uno de las variables a medir en la misma, de la siguiente manera:
 - Animación de puerta abriéndose: Estado abierto y viceversa.
 - Animación de ventana abriéndose: Estado abierto y viceversa.
 - Leed encendido de color verde: Clima encendido.
 - Leed encendido de color azul: Clima apagado.
 - Leed encendido de color amarillo: Estado de presencia en la Habitación y viceversa.

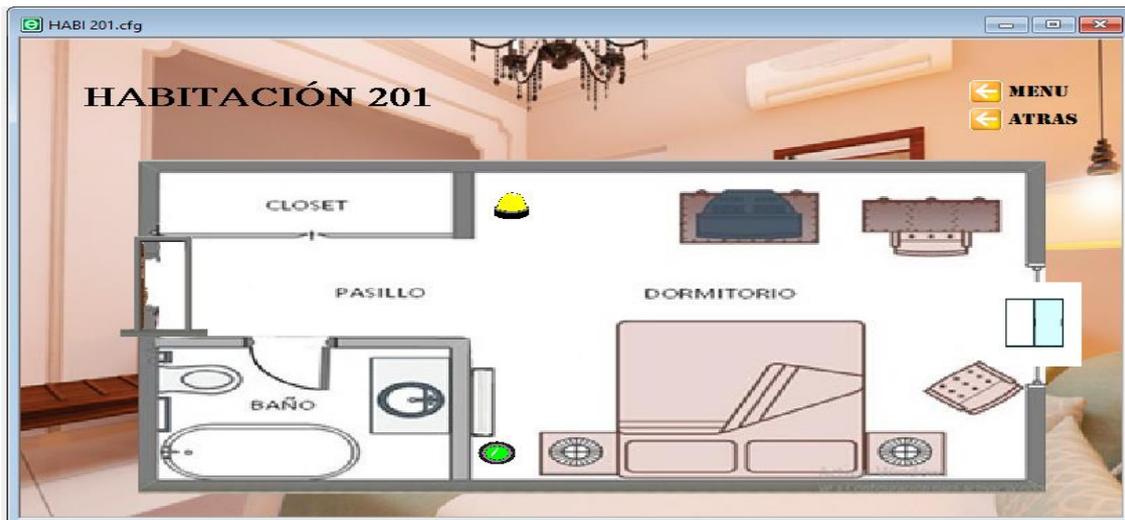


Figura 2.10. Ventana del estado de los sensores dentro de una habitación

Ventana del Pasillo Tecnológico: Esta pantalla representa los valores de temperatura de cuatro sensores PT100 ubicados en áreas distintas del pasillo tecnológico como se muestra en la figura 2.11, cumpliendo las siguientes funciones:

- Navegar hacia la ventana principal haciendo click en el botón **ATRAS**, en la esquina superior derecha.
- Visualizar el Pasillo Tecnológico, obteniéndose los valores medidos de cada una de los sensores de temperatura por área en tiempo real. Además, del estado (encendido/ apagado) de los ventiladores mediante animaciones.

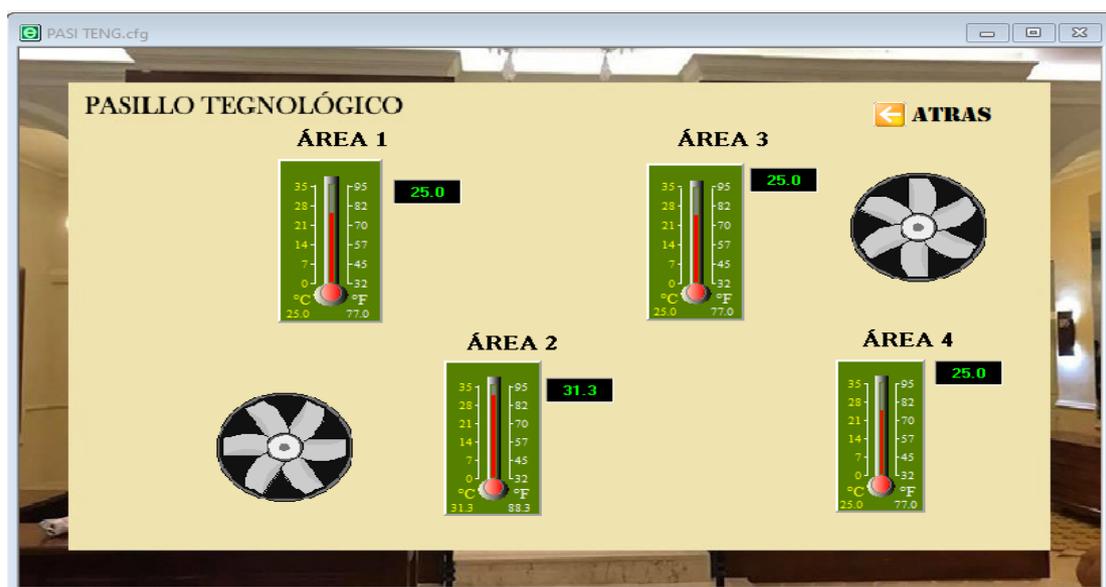


Figura 2.11. Ventana del Pasillo Tecnológico

Ventana de Registrador de temperaturas del Pasillo Tecnológico: Esta pantalla muestra un registrador de los valores medidos del pasillo tecnológico como se muestra en la figura 2.12, cumpliendo las siguientes funciones:

- Navegar hacia la ventana principal haciendo click en el botón  ATRAS, en la esquina superior derecha.
- Visualizar el registrador de temperaturas de cada área por independiente, observándose el comportamiento de cada una de las variables de temperaturas medidos en el tiempo.

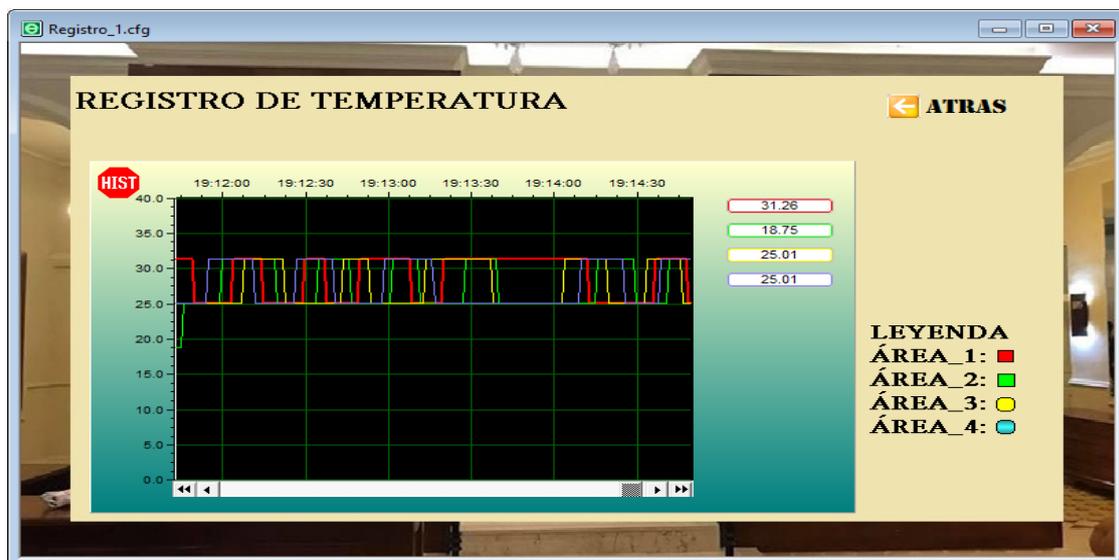


Figura 2.12. Registrador de Temperatura del Pasillo Tecnológico

Ventana del Registrador Energético Piso 1: Esta ventana representa un registrador del consumo energético del primer piso como se representa en la figura 2.13, con funciones tales como:

- Navegar hacia la ventana principal haciendo *click* en el botón  ATRAS, en la esquina superior derecha.
- Visualizar el registrador energético, proporcionando el comportamiento histórico de las variables medidas (tensión, amperaje, potencia) por el analizador de red PM810.



Figura 2.13. Registrador Energético del Piso 1

Ventana del Registrador Energético Piso 2: En esta ventana se representa un registrador de consumo energético, que cumplen las mismas funciones dichas anteriormente en el piso 1 (ver anexo 4).

2.4.6. Gestión de Alarmas y Avisos.

A través de las señales de alarmas se logra alertar al operador sobre la ocurrencia de condiciones anormales o eventos que pudieran requerir su intervención. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras. Si la misma es analógica, se definen sus rangos prohibitivos, se marca "Chequear Alarmas Prohibitivas" y se define en la parte inferior el nivel de severidad que posee. Para este proceso se configuraron las siguientes alarmas (ver tabla 2.3).

Tabla 2.3. Listado de alarmas establecidas para cada variable

Variable	Etiqueta	Límite de operación	Límite de Prohibición
Temperatura Área 1	PT100_1	25 °C	30 °C
Temperatura Área 2	PT100_2	25 °C	30 °C
Temperatura Área 3	PT100_3	25 °C	30 °C
Temperatura Área 4	PT100_4	25 °C	30 °C

Además, cada sensor de temperatura PT100 que interviene en control de temperatura del Pasillo Tecnológico tiene configurada una alarma y avisos. Cuando ocurra cualquiera de estas anomalías, el sistema presenta una línea roja en la barra de alarmas (parte inferior de la pantalla principal) con el nombre, valor que tomó la variable, unidad de medida, tipo de alarma y hora en que ocurrió como se muestra en la figura 2.14.

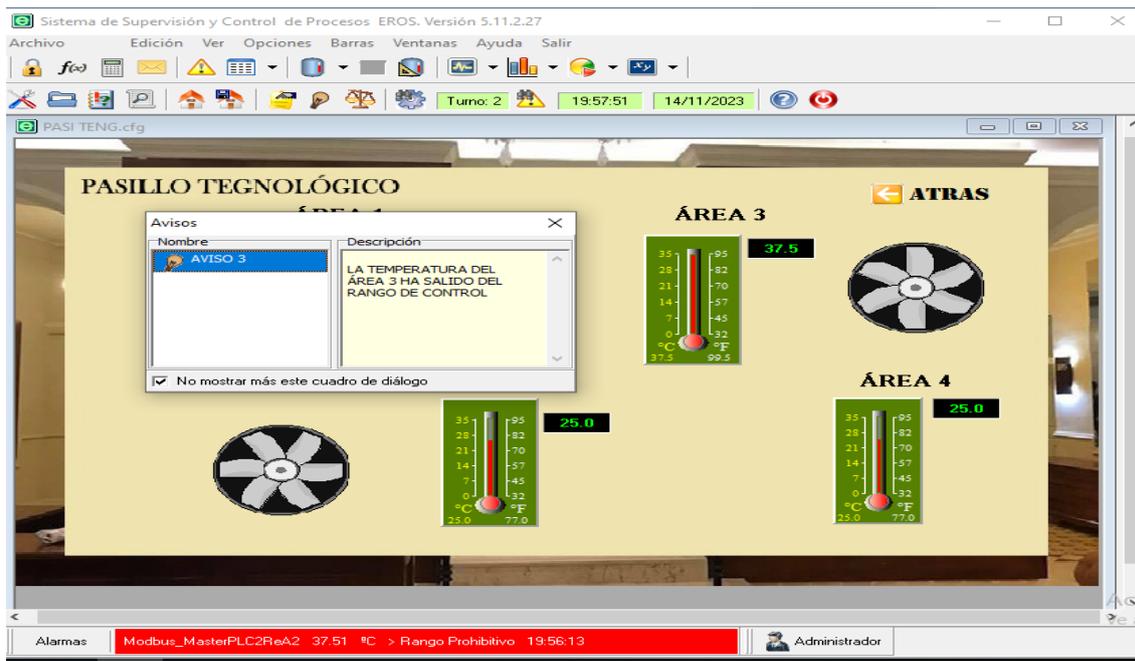


Figura 2.14. Pestaña de alarmas y avisos.

2.4.7. Almacenamiento de las mediciones realizadas en el histórico.

El sistema supervisorio implementado brinda la posibilidad de guardar en un fichero, el histórico de los datos de las mediciones de la salida del sistema. En este caso se almacenan los datos de las temperaturas en el Pasillo Tecnológico y los valores de medición del Analizador de Red. Estos archivos se encuentran en la carpeta llamada EROS32/Hist en el disco C de la PC donde está instalado el sistema y se abren con EROS. El fichero se crea con la fecha, un archivo por día y cada archivo registra las mediciones las 24 horas, independientemente de que el proceso o el autómatas estén conectados o no, simplemente cuando no está conectado los valores de las variables se visualizan como fuera de línea, como se mostraron en las figuras anteriores 2.14 y 2.15.

2.5. Valoración medioambiental.

El diseño propuesto brinda gran nivel de seguridad medioambiental, ya que no presenta ninguna fuente de emisión de ondas electromagnéticas de peligro al medioambiente, pues los circuitos electrónicos y los dispositivos que las conforman manejan valores de corrientes y voltajes que no son perjudiciales para el medio que lo rodea.

2.6. Valoración Económica.

Se entiende como efecto económico al ahorro total de todos los recursos de la producción, los recursos humanos, materiales y financieros, o al incremento de las ganancias que es aportado a la economía debido a las modificaciones que serán introducidas al proceso productivo.

El presente trabajo proporciona ventajas técnicas y económicas en el Hotel Telégrafo “Hotel Telégrafo” de Granma, pues se propone un sistema de supervisión automático para el proceso de visualización de estado de las habitaciones. Mediante el sistema SCADA se podrá tener acceso a los elementos que intervienen en las habitaciones, permitiéndole al operador monitorizar todas las variables de la misma.

Los SCADAS importados le cuestan anualmente al país desde \$495.00 USD hasta \$16,395 USD en dependencia de las características que se deseen instalar. Por lo general, estas licencias no se renuevan una vez terminado el proceso inversionista creando vulnerabilidades en el funcionamiento del sistema de automatización, o su entrada en desuso.

El EROS 5.11, a diferencia del EBO 2.0 instalado actualmente en el “Hotel Telégrafo”, solo se necesita un modesto gasto en la compra de una licencia a la empresa SERCONI por el uso del EROS a un costo de \$ 3000 CUP que no necesita renovación (de por vida).

Por lo tanto, se le ahorraría anual de \$ 56400 CUP hasta \$ 1967100 CUP al hotel y al país. El gasto en la licencia del EROS es insignificante en comparación con el beneficio que se obtiene incluso a corto plazo en la optimización de la operación, ahorro de portadores energéticos, etc.

Conclusiones parciales:

En este capítulo se realiza el diseño de la interfaz gráfica para las habitaciones y el pasillo tecnológico del Hotel Telégrafo. Empleando el software de soberanía nacional EROS 5.11, teniendo en cuenta los niveles de seguridad para la interacción con el software y la definición de los parámetros de operación, los cuales son necesarios para poder hacer uso de las alarmas con una gestión efectiva de los datos históricos y los registradores.

CONCLUSIONES GENERALES

Con el desarrollo de este trabajo de diploma es posible arribar a las siguientes conclusiones:

- Se realizó un estudio de los antecedentes de los sistemas de supervisión y control, así como de las principales características de los mismos.
- Se realizó el diseño del sistema supervisorio utilizando como herramienta el software EROS v 5.11.
- El SCADA diseñado brinda seguridad y fiabilidad de operación, avisos de alarmas, visualización de las variables del proceso, muy parecidas a los del SCADA anterior, para evitar que el traspaso de una tecnología a otra sea un problema para los que interactúan con el software.
- El uso de esta propuesta puede traer consigo que el hotel tenga nuevamente un sistema de supervisión operativo, que le brinde la posibilidad de continuar gestionando su funcionamiento con calidad y eficiencia.

RECOMENDACIONES

Después de realizar el diseño y la implementación necesaria para esta propuesta de supervisión se recomienda:

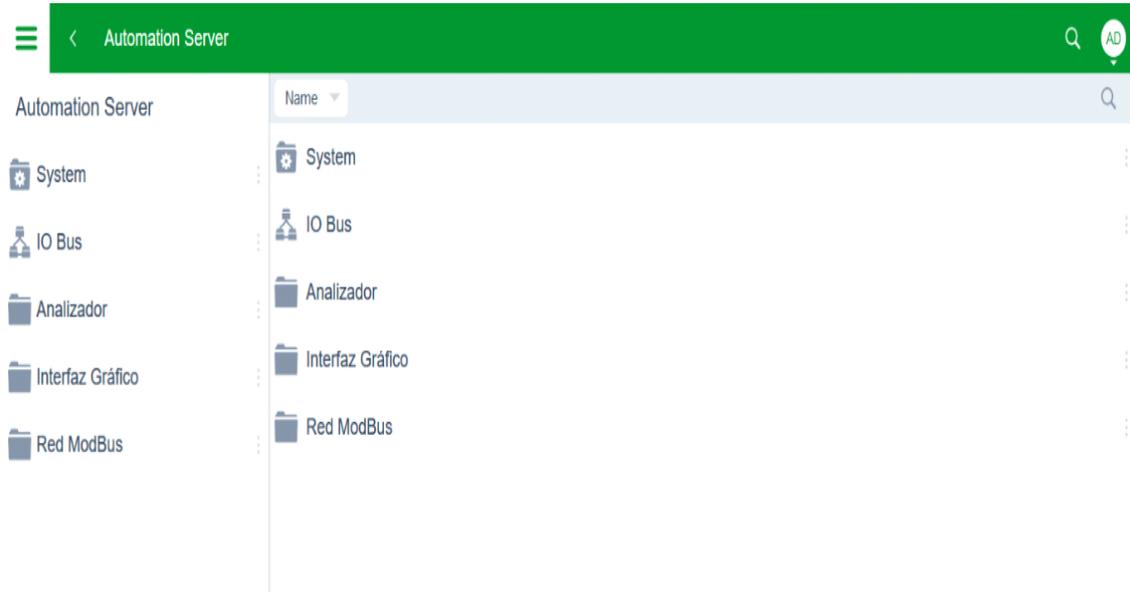
1. Llevar a cabo la implementación real del sistema supervisorio propuesto en el Hotel Telégrafo.
2. Ampliar la automatización y supervisión a otros subprocesos como, la azotea, el lobby, etc.
3. Actualizar a la versión EROS XD el diseño propuesto con vista a mejorar y optimizar el software de supervisión del hotel.
4. Capacitar al personal afín con respecto al uso del software EROS 5.11.

Bibliografía

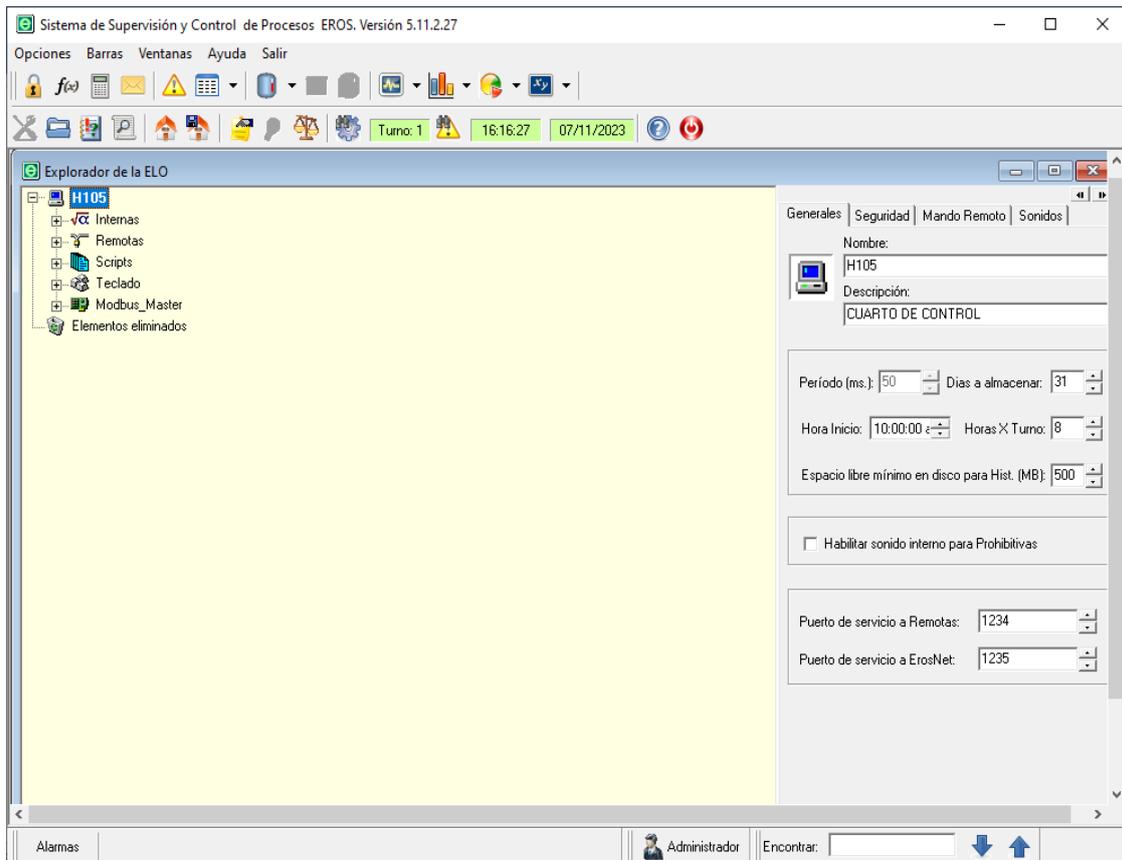
- [1] R. K. T. V. T. A. Tyagi, «Evolution of SCADA Systems: A Review,» *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, vol. Vol. 3, marzo de 2018.
- [2] U. A. Ariel, «Propuesta de Automatización para el Hotel Pasacaballos en Cienfuegos.,» Santa Clara, 2021.
- [3] F. Cárcel, « Supervisión energética para monitorización y control de consumo eléctrico.,» 2020.
- [4] Facultad FIE Departamento de Ing. Automática Universidad de Oriente Cuba , « Sistemas automatizados modernos, Sistemas SCADA,» Santiago de Cuba , 2021.
- [5] V. A. C. ANTONIO, « “DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA PARA EL HOTEL DORADO DEL CANTÓN PLAYAS”,» 2017.
- [6] V. S. S. Sachdeva, « International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS),» *"Industrial Control System (ICS) and SCADA: Cybersecurity Challenges"*, 2017.
- [7] M. B. R. Y. Z. Yousefikhoshbakht, «"A Comprehensive Review on SCADA Communication System Architectures". Autores:. Publicación:Computer Science and Informatics (EECSI),» *5th International Conference on Electrical Engineering*, 2017 .
- [8] A. Aivalis, «"SCADA System: Components, ",» *Design and Implementation*, p. ResearchGate, 2019..
- [9] G. d. D. E. Serconi, «“Sistema de Supervisión y Control de Procesos EROS,,» Moa , 2015.
- [10] I. Jones, «Design and Implementation of the SNMP Agentsfor Remote Monitoring and Control via UML and Petri Nets. IEEE transactions on control systems technology,» vol. vol. 12, nº no. 2, 2019.
- [11] E. K. Sobh T, *Emerging trends in computing, informatics, systems sciences, and engineering.*, Springer, 2017.
- [12] I. R. Segura, «Sistema SCADA para la modernización del procesamiento de Soya en la Empresa de Cereales Frank País García,» Santiago de Cuba, 2017.
- [13] S. Electric, «Catálogo Schneider Electric. Specification Sheet - SmartStruxure Solution.,» 2019.
- [14] «<http://hdl.handle.net/10757/621797>,» [En línea]. [Último acceso: consultado el 6 marzo del 2022]].
- [15] T. Rafael, «Sistema de Supervisión y Control EROS-XD versión 2.0. Proyecto de Innovación y Desarrollo.,» Diciembre 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Visualización del menú principal de SCADA EBO 2.0.



Anexo 2. Explorador de la Estación Local de Operación (ELO).



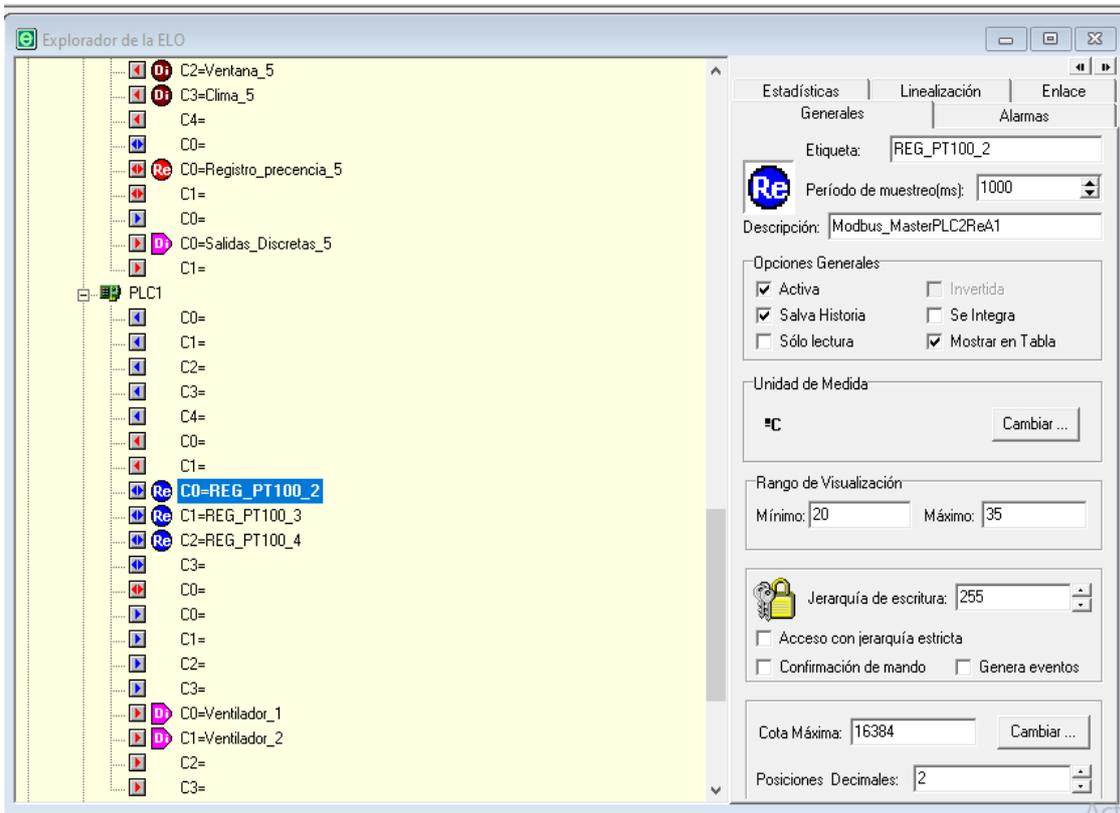
Anexo 3. Tipos de variables del EROS

		C0=ENTRADA ANALOGICA
		C0=ENTRADA DISCRETA
		C0=REGISTRO ANALOGICO
		C0=REGISTRO DISCRETO
		C0=SALIDA ANALOGICA
		C0=SALIDA DISCRETA

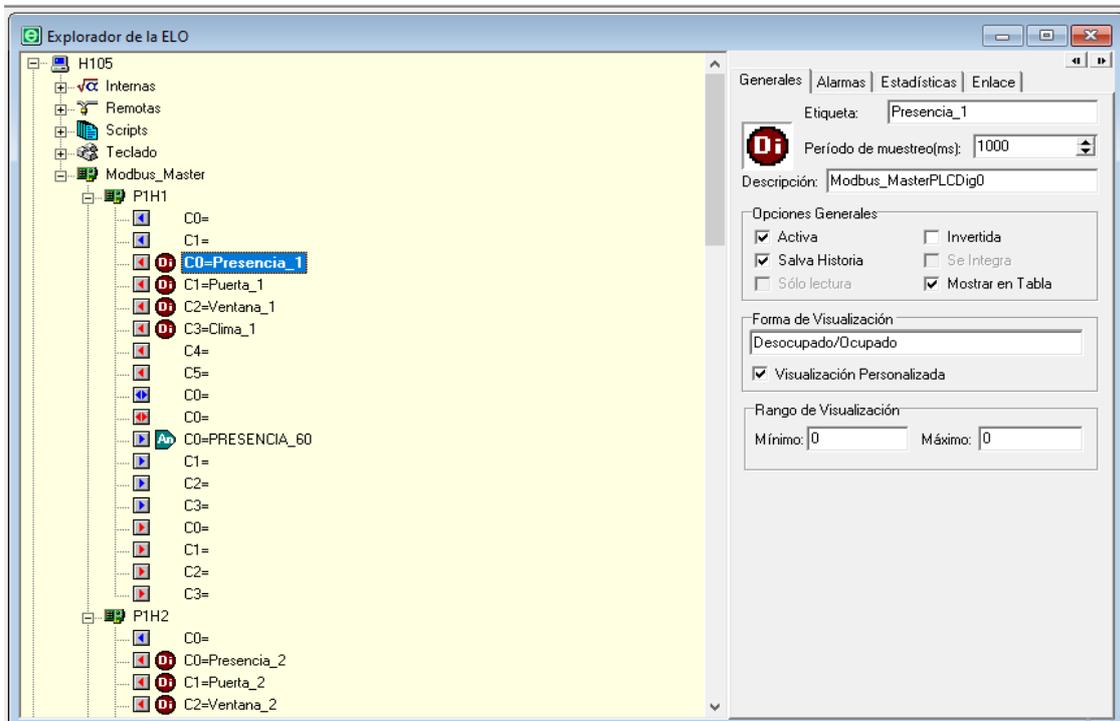
Anexo 4. Ventana del registrador energético Piso 2.



Anexo 5. Configuración de registros analógicos.



Anexo 6. Configuración de variables discretas.



Anexo. 7. Visualización de las Habitaciones en modo desocupado.



Anexo. 8. Registro de alarmas.

Reporte de Alarmas

Todas Asociadas a la Variable:

Prohibitivas: Por Debajo Off Por Encima On
 Operación: Por Debajo Off Por Encima On
 Razon Cambio

Etiqueta	Valor	Tipo de Alarma	F.Inicio	H.Inicio	H.Fin	F. Fin	H. Reconocida
20- REG_PT100_4	31.26	> Rango Operación	08/11/2023	16:20:36	03:33:00	09/11/2023	
19- REG_PT100_3	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	16:20:36	03:33:00	09/11/2023	
18- REG_PT100_2	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	16:20:36	03:33:00	09/11/2023	
17- REG_PT100_4	31.26	> Rango Operación	08/11/2023	14:39:57	03:33:00	09/11/2023	
16- REG_PT100_3	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	14:39:57	03:33:00	09/11/2023	
15- REG_PT100_2	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	14:39:57	03:33:00	09/11/2023	
14- REG_PT100_4	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	13:37:31	03:33:00	09/11/2023	
13- REG_PT100_3	31.26	> Rango Operación	08/11/2023	13:37:31	03:33:00	09/11/2023	
12- REG_PT100_2	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	13:37:31	03:33:00	09/11/2023	
11- REG_PT100_3	31.26	> Rango Operación	08/11/2023	12:29:01	03:33:00	09/11/2023	
10- REG_PT100_4	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	12:28:15	03:33:00	09/11/2023	
9- REG_PT100_3	31.26	> Rango Prohibitivo	08/11/2023	12:27:58	03:33:00	09/11/2023	
8- REG_PT100_2	25.01	> Rango Operación	08/11/2023	12:27:52	03:33:00	09/11/2023	
7- REG_PT100_2	25.01	> Rango Operación	07/11/2023	02:12:34	03:33:00	09/11/2023	
6- REG_PT100_4	25.01	> Rango Operación	07/11/2023	02:12:05	03:33:00	09/11/2023	
5- REG_PT100_3	25.01	> Rango Operación	07/11/2023	02:12:05	03:33:00	09/11/2023	
4- REG_PT100_2	31.26	> Rango Prohibitivo	07/11/2023	02:12:05	03:33:00	09/11/2023	
3- REG_PT100_4	25.01	> Rango Operación	07/11/2023	01:45:28	03:33:00	09/11/2023	
2- REG_PT100_3	25.01	> Rango Operación	07/11/2023	01:45:10	03:33:00	09/11/2023	
1- REG_PT100_2	31.26	> Rango Prohibitivo	07/11/2023	01:45:04	03:33:00	09/11/2023	

Filtradas: 20 Cantidad Total: 38

