

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

“Sistema de supervisión para nodo central de servidores de la UCLV: Propuestas para su mejora.”

Autor: Ciro Javier Molina Porto.

Tutor: MSc. Manuel Oliver Domínguez.

Santa Clara

2010

“Año 52 de la Revolución.”

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Facultad de Ingeniería Eléctrica

Departamento de Automática y Sistemas Computacionales



TRABAJO DE DIPLOMA

**“Sistema de supervisión para nodo central de servidores
de la UCLV: Propuestas para su mejora.”**

Autor: **Ciro Javier Molina Porto.**

Email: cmolina@uclv.edu.cu

Tutor: **M.Sc. Manuel Oliver Domínguez.**

Email: moliver@uclv.edu.cu.

Prof. Asistente del Dpto. de Automática y Sistemas Computacionales.

Facultad de Ing. Eléctrica, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Consultante: **Ing. José Omar Padrón Ramos.**

Email: jpadron@uclv.edu.cu

Prof. Asistente del Dpto. de Automática y Sistemas Computacionales.

Facultad de Ing. Eléctrica, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas

Santa Clara

2010

“Año 52 de la Revolución.”



Hago constar que el presente trabajo de diploma fue realizado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas 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 conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos, ni publicados sin autorización de la Universidad.

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.

Firma del Autor

Firma del Jefe de Departamento
donde se defiende el trabajo

Firma del Responsable de
Información Científico-Técnica

*"Todos vivimos bajo el mismo cielo,
pero ninguno tiene el mismo horizonte."*

Konrad Adenauer

A todos los que confían en mí.

En especial, a mis padres.

A mis padres, por ser ejemplo y fuerza para mí.

A mis abuelos, por su apoyo inigualable.

A mis amigos Anabel y Ariel, por ser los mejores.

A mi tutor Manuel, por sus conocimientos y experiencias transmitidas.

A José Omar, por su apoyo incondicional.

A todos, Gracias.

TAREA TÉCNICA

Para lograr los objetivos planteados en la presente investigación se realizaron las siguientes tareas:

1. Realizar una revisión bibliográfica relacionada con los Sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) que sustente teóricamente la investigación.
2. Realizar una revisión bibliográfica relacionada con las características del diseño, construcción y operación de los *Datacenters*.
3. Implementar una aplicación con el sensor de temperatura y el metrocontador eléctrico para cubrir las necesidades del nodo central de la UCLV.
4. Configurar el lector de tarjetas de proximidad RTA-600.
5. Confeccionar el informe final del Trabajo de Diploma.

Firma del Autor

Firma del Tutor

RESUMEN

Después de la remodelación del local del nodo central de la red de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, se comenzó la creación de un pequeño sistema para el monitoreo de las variables eléctricas, ambientales y de seguridad del local. Para garantizar que los nuevos servidores instalados en “La Puerta” trabajen bajo condiciones lo más cercanas a las ideales, se instalaron sistemas de refrigeración y deshumidificación potentes e inversores con bancos de baterías capaces de trabajar ininterrumpidamente hasta 8 horas.

Toda la información brindada por el sensor de temperatura, el analizador de redes eléctricas trifásicas (capaz de obtener una medición exacta de voltaje, corriente, energía consumida, potencia activa, potencia aparente, frecuencia, etc.), y el lector de tarjetas de proximidad, es adquirida y analizada, enviando un mensaje de alerta a los administradores cuando sea necesario.

Este pequeño sistema diseñado en LabVIEW ayudará a la comprensión del protocolo de comunicación entre la estación central (una computadora) y los sensores, facilitando la futura integración al actual sistema de supervisión: Nagios.

Palabras clave: *Datacenters*, SCADA, La Puerta, supervisión.

TABLA DE CONTENIDOS

TAREA TÉCNICA	iv
RESUMEN	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. SISTEMAS SCADA: GENERALIDADES.....	4
1.1 Definición de un sistema SCADA.	4
1.2 Historia de los sistemas SCADA.....	5
1.3 Necesidad de un sistema SCADA.....	7
1.4 Funciones de un sistema SCADA.	8
1.5 Prestaciones de un sistema SCADA.....	9
1.6 Esquema típico de un sistema SCADA.	11
1.6.1 Componentes de un sistema SCADA.....	12
1.6.2 Transmisión de la información de un sistema SCADA.	14
1.7 Ventajas y desventajas de los sistemas SCADA.....	15
1.8 Los sistemas SCADA en el mundo y en Cuba.....	16
1.8.1 Aplicaciones SCADA creadas en Cuba.	19
CAPÍTULO 2. SUPERVISIÓN DE DATACENTERS.	21
2.1 Introducción a los <i>Datacenters</i>	21
2.2 <i>Datacenters</i> más grandes del mundo.	22

2.3	Aspectos físicos de los <i>Datacenters</i> .	24
2.4	Supervisión.	25
2.4.1	SNMP como vía fundamental de supervisión.	26
2.4.2	Importancia del supervisor.	27
2.5	Evitar falsas alarmas.	27
2.6	Variables que se supervisan en un <i>Datacenter</i> .	28
2.6.1	Importancia de las variables monitoreadas.	29
2.7	Nodo Central de la UCLV.	29
2.7.1	Sensores instalados en el local del nodo central.	31
2.7.2	Analizador de redes eléctricas trifásicas WM14-96.	33
2.7.3	Lector de tarjetas de proximidad RTA-600.	35
2.8	Comunicación entre los dispositivos instalados.	36
2.8.1	Interfaz RS-232.	37
2.8.2	Interfaz RS-485.	38
2.9	Herramienta de programación: LabVIEW.	40
2.10	Conclusiones del capítulo.	41
CAPÍTULO 3. RESULTADOS DEL SUPERVISOR.		42
3.1	Descripción del supervisor.	42
3.2	Configuración del RTA-600.	44
3.3	Gestión de alarmas.	45
3.4	Análisis económico.	47
3.5	Conclusiones del capítulo.	48
CONCLUSIONES		50
RECOMENDACIONES		51

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	54
Anexo I <i>Datacenter</i> de Tokio.	54
Anexo II Otros <i>Datacenters</i>	55
Anexo III Estructura física del local La Puerta.....	56

INTRODUCCIÓN

Dada la importancia que tiene el local del nodo central de la red de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV) por la información que almacenan los servidores instalados en el mismo, se comenzó a remodelar este sitio con el capital ganado en un concurso lanzado por el VLIR (Consejo de Universidades Flamencas de Bélgica) para financiar proyectos que mejoraran la infraestructura tecnológica y computacional de los centros con los que mantienen programas de cooperación.

Durante los años 2008 y 2009, este dinero fue invertido, y en la actualidad la UCLV cuenta con unos de los más importantes centros de cómputo del Ministerio de Educación Superior (MES) y a su vez del país.

Los nuevos servidores necesitan unas condiciones de trabajo estables y controladas. La temperatura, humedad, voltaje, corriente, frecuencia y demás parámetros eléctricos son variables de obligatorio monitoreo para garantizar un mejor confort del lugar donde se encuentran estos equipos.

Para garantizar el óptimo funcionamiento de los servidores se instalaron primeramente dos inversores con sus baterías correspondientes. Luego de un pequeño período de pruebas fue necesaria la instalación de otros dos inversores con bancos de baterías adicionales. Estos inversores conmutan casi de manera instantánea al fallar la alimentación brindada por la red nacional eléctrica, de manera que los servidores y demás equipos en funcionamiento no sufren la falla. No obstante, los equipos de climatización no están conectados a la alimentación emergente de los inversores, por lo que la temperatura aumenta rápidamente por la cantidad de calor liberado por los servidores. Un sobrecalentamiento del local puede causar averías totales o parciales en este costoso equipamiento electrónico y a su vez en el funcionamiento docente general

de la universidad; sobre todo en estos tiempos de globalización, donde las nuevas tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) son prácticamente imprescindibles.

El monitoreo de las condiciones ambientales en “La Puerta”, al igual que el de las variables eléctricas, es indispensable. Por ello se comenzó el diseño de un sistema SCADA piloto para dichas funciones. Este sistema no es capaz de monitorear y controlar todas estas variables, por lo que se hace imprescindible continuar mejorándolo y comprendiendo la naturaleza de los fenómenos que en él se desarrollan.

Es por ello que se plantea como **problema de la investigación** el siguiente:

La ausencia de un sistema de monitoreo en el nodo central de la UCLV dificulta la óptima supervisión del nodo central de los servidores de La Puerta, lo que puede ocasionar deficiencias en su funcionamiento y/o roturas totales o parciales de estos costosos equipos.

De ahí que la **hipótesis** sugiera que:

La implementación de un sistema de monitoreo en el nodo central de la UCLV permitirá realizar una supervisión eficiente del nodo central de los servidores: La Puerta, para lograr el óptimo funcionamiento de los servidores ahí instalados.

Para darle solución a este problema se planteó como **objetivo general**:

- Mejorar la aplicación piloto diseñada anteriormente para el nodo central de la red de la UCLV, a partir de la implementación de un sistema de monitoreo de energía del local “La Puerta”.

Para el cumplimiento del objetivo general planteado, se proponen los siguientes **objetivos específicos**:

- Implementar un supervisor de los parámetros eléctricos (voltaje, corriente, frecuencia y energía consumida) y temperatura para el nodo central de la red de la UCLV.
- Implementar el sistema de alarmas a través de SMS a los administradores del local de La Puerta al ocurrir anomalías en la temperatura.

- Establecer la correcta configuración del lector de tarjetas de proximidad RTA-600.

Asimismo se llevaron a cabo varias tareas con el objetivo de satisfacer las necesidades planteadas en este trabajo, éstas se describen a continuación. Primeramente se realizó una revisión bibliográfica relacionada con los Sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADA) para sustentar teóricamente la investigación, luego se analizaron las características del diseño, construcción y operación de los *Datacenters*. Con esta base teórica se procedió a implementar una aplicación con el sensor de temperatura y el metro-contador eléctrico para cubrir las necesidades del nodo central de la UCLV; además de la configuración de lector de tarjetas de proximidad RTA-600.

Por último se confeccionó el informe final para una mejor comprensión y expresión del problema en cuestión.

El informe se divide en tres capítulos como sigue:

Capítulo 1: Sistemas SCADA: Generalidades.

Se realiza una profunda búsqueda bibliográfica para introducir los conceptos teóricos que existen sobre los SCADA y sus generalidades, además de su situación actual en nuestro país.

Capítulo 2: Supervisión de *Datacenters*.

Se hace una descripción detallada de los parámetros más importantes para la utilización de los *Datacenters* con la finalidad de brindar una panorámica acerca de cómo tener la información de forma segura y confiable. Además se caracteriza el local objeto de estudio: La Puerta y los sensores instalados allí.

Capítulo 3: Resultados del supervisor.

Se describen los resultados obtenidos durante la investigación y también se realiza un análisis económico teniendo en cuenta la relación costo-beneficio en relación con los equipos instalados.

Finalmente se hace referencia a las Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografía y Anexos que complementan los resultados derivados del presente estudio.

CAPÍTULO 1. SISTEMAS SCADA: GENERALIDADES.

El presente capítulo aborda el material teórico referente a todos los elementos a tener en cuenta para la realización de un sistema SCADA, así como aspectos esenciales en su funcionamiento y sus ventajas y desventajas. Se realiza además una breve descripción de los sistemas SCADA existentes en el mundo y en Cuba.

1.1 Definición de un sistema SCADA.

Las siglas SCADA provienen de la definición en inglés de los sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (Supervisory Control and Data Acquisition). Ellos están formados por un *software* de aplicación diseñado especialmente para que permita el acceso a datos remotos de un proceso y facilite, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo.

En general, Sistema SCADA se denomina a todo *software* necesario, y en su caso el *hardware* adicional, que evidentemente siempre se necesita. Estos sistemas mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control, proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas. De igual forma, cuenta con información del proceso de primera mano (alarmas, datos históricos, paradas, etc.), permite la integración con otras herramientas como son: las bases de datos, estadísticas del proceso, uso de intranets, etc. (Izaguirre, 2008).

Atendiendo a la definición anterior, puede verse que no se trata de un sistema de control, sino de una utilidad de tipo *software* de monitorización o supervisión, que realiza la tarea de interfaz entre los niveles de control y los de gestión a un nivel superior (Penin, 2007).

1.2 Historia de los sistemas SCADA.

En los años ochenta Windows ganó aceptación por parte del gran público del sistema operativo con la creación de una nueva herramienta con la versión 3.11 (Figura 1).

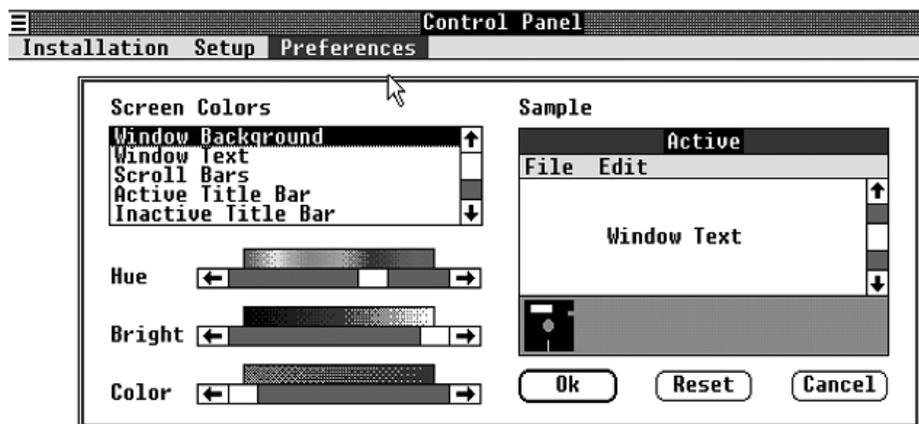


Figura 1. Interfaz gráfica Windows 1.0.

Wonderware se encargaría más tarde de demostrar que su paquete de visualización basado en Windows, InTouch, cuya primera versión apareció en 1989; era seguro y superior a los paquetes basados en DOS. Al estar basado en Windows era sencillo de documentar y los procesos se podían representar de manera gráfica, más fácil y segura de interpretar, mucho más que obtener una serie de líneas de texto.

Con la entrada de técnicas de intercambio de información entre aplicaciones, como DDE (Dynamic Data Exchange, Intercambio dinámico de datos), se simplificó en gran medida el desarrollo de los *softwares*. En los años ochenta todo

el mundo tenía sus propios desarrollos de *software*, por supuesto incompatibles con el resto.

Con el auge de Windows también recibió un impulso el desarrollo de utilidades para comunicarse con aplicaciones que funcionaban con este sistema operativo (*drivers* o controladores). A partir de entonces todos los fabricantes empezaron a tomar a Windows y a DDE como el medio para unir todas las piezas (Penin, 2007).

Los primeros SCADA eran simples sistemas que proporcionaban reportes periódicos de las variables de campo, vigilando las señales que representaban medidas y/o condiciones del estado de la planta desde ubicaciones generalmente remotas, en muchos casos lo que se hacía era imprimir o registrar en papel la información de las variables de la planta, llevando un histórico de los eventos que ocurrían durante la operación del proceso. Estos sistemas ofrecían capacidades muy simples de monitoreo y control, sin proveer funciones de aplicación alguna. La visión del operador del proceso estaba basada en instrumentos y señalizaciones lumínicas montadas en paneles llenos de indicadores.

Con el desarrollo de la tecnología, los ordenadores empezaron a aplicarse en el control industrial, pudiendo realizar tareas de recolección y almacenamiento de datos, generación de comandos de control, y una nueva función muy importante: la presentación de la información sobre una pantalla, que para aquel entonces era monocromática.

Hoy, los proveedores de sistemas SCADA permiten que su diseño pueda aplicarse a las más variadas necesidades y requisitos de muchas industrias, con módulos de *software* disponibles para cualquier variante de supervisión y control. La mayoría de los sistemas SCADA modernos que son instalados hoy en día, constituyen parte integral de la estructura de dirección y gerencia de cualquier planta. Estos sistemas ya no son vistos por la gerencia simplemente como herramientas operacionales para la supervisión y el control automático, sino como un recurso importante de información corporativa, sin el cual sería imposible administrar la empresa. Jugando este importante papel, los sistemas SCADA continúan sirviendo como centro de responsabilidad operacional, proporcionando

también datos importantes a los sistemas y usuarios que fuera del ambiente de control, dependen de dicha oportuna información para tomar sus decisiones económicas cotidianas (Izaguirre, 2008).

1.3 Necesidad de un sistema SCADA.

Un sistema SCADA se hace necesario cuando existe un proceso que presente las siguientes características:

- 1) El número de variables del proceso que se necesita monitorear es alto.
- 2) El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no es limitativa, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso local.
- 3) La información del proceso se necesita en el momento en que los cambios se producen en el mismo, o en otras palabras, la información se requiere en tiempo real.
- 4) La necesidad de optimizar y facilitar las operaciones, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- 5) Los beneficios obtenidos en el proceso justifican la inversión en un sistema SCADA. Estos beneficios pueden reflejarse como aumento de la efectividad de la producción, de los niveles de seguridad, etc. (D'Sousa, 2007).

Por cada parámetro de los anteriormente expuestos se hace necesaria la implementación de un sistema SCADA para la optimización del trabajo y la racionalización de los recursos.

1.4 Funciones de un sistema SCADA.

A continuación se detallan algunas de las funciones más importantes de un sistema SCADA:

- **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 puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo: abrir o cerrar válvulas, administrar servicios, prender 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 una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras.

- **Almacenamiento de información histórica:** Se cuenta con la opción de almacenar los datos adquiridos, esta información puede analizarse posteriormente, el tiempo de almacenamiento dependerá del operador o del autor del programa.
- **Programación de eventos:** Está referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc. (Rocha, 2009).

1.5 Prestaciones de un sistema SCADA.

Un sistema SCADA posee una gran cantidad de funciones y utilidades destinadas a establecer lo más claro posible la comunicación entre el proceso y el operador. Entre las prestaciones que brinda, se encuentran las siguientes:

- **Adquisición de datos:** Recolección de datos.
- **Tendencias:** Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de la mejor manera para su análisis. Incluye generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo.
- **Procesamiento de Alarmas:** Análisis de los datos recogidos para evaluar si han ocurrido condiciones anormales, y alertar al personal de operaciones sobre las mismas. Posibilidad de crear paneles de alarma, para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- **Control:** Control a Lazo Cerrado, e iniciados por operador. Incluye la ejecución de programas, que modifican la ley de control, o incluso el programa total sobre el autómatas, bajo ciertas condiciones.
- **Visualizaciones:** Gráficos actualizados acerca del estado equipamiento que refleja los datos y variables del campo.

- **Hot Standby:** Mantener un sistema idéntico con la capacidad segura de asumir el control inmediatamente si el principal falla.
- **Interfaces con otros sistemas:** Transferencia de datos hacia y desde otros sistemas digitales, por ejemplo: el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, actualización de bases de datos, etc.
- **Seguridad:** Control de acceso a los distintos componentes del sistema.
- **Administración de la red:** Monitoreo de la red de comunicaciones.
- **Administración de la Base de Datos:** Agregar nuevas estaciones, puntos, gráficos, cambio de alarmas, y en general la reconfiguración del sistema.
- **Aplicaciones especiales:** Software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta.
- **Sistemas expertos, sistemas de modelado:** Incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos (Izaguirre, 2008).

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones para ordenadores (tipo PC, por ejemplo), con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a discos e impresoras, etc. Además, todas estas acciones se llevan a cabo mediante un paquete de funciones que incluye zonas de programación en un lenguaje de uso general (como C, Pascal, o Basic), lo cual confiere una potencia muy elevada y una gran versatilidad. Algunos SCADA ofrecen bibliotecas de funciones para lenguajes de uso general que permiten personalizar de manera muy amplia la aplicación que desee realizarse con ellos (Rocha, 2009).

1.6 Esquema típico de un sistema SCADA.

Como puede apreciarse en la Figura 2, un sistema SCADA se caracteriza por una combinación de telemetría¹ y adquisición de datos. La información a transmitirse puede ser analógica o digital (nivel, temperatura, voltaje, velocidad, señales on/off, etc.), debiendo ser primeramente medida por los elementos y sensores ubicados a nivel de campo.

De forma general, los SCADA permiten al cliente conocer en todo momento el estado de una instalación, centralizando toda la información de los emplazamientos remotos en uno o varios Puestos de Control. Los equipos de control situados en las estaciones analizan los parámetros más importantes recogiendo los valores aportados por los diferentes sensores. Cuando se identifica una situación especial o de alerta, estos equipos realizan la actuación adecuada y pasan del mismo al Puesto de Control, desde donde se procesa la información y se genera de forma automática la señal de mando apropiada. De igual forma, desde el Puesto Central se puede obtener, en tiempo real, cualquier información relativa a las estaciones remotas.

Para comunicar las estaciones remotas con los Puestos de Control se utilizan las redes de comunicación. Estas redes pueden ser privadas (PMR, Trunking, Tetra, WirelessLan, WirelessWan, etc.) o redes de operadores públicos (Red telefónica, GSM, GPRS). Los sistemas pueden basar sus comunicaciones en una única red o permitir una comunicación redundante que garantice la comunicación en caso de problemas en alguna de las redes.

¹ Técnica empleada para transmitir y recibir información o datos sobre un determinado medio.

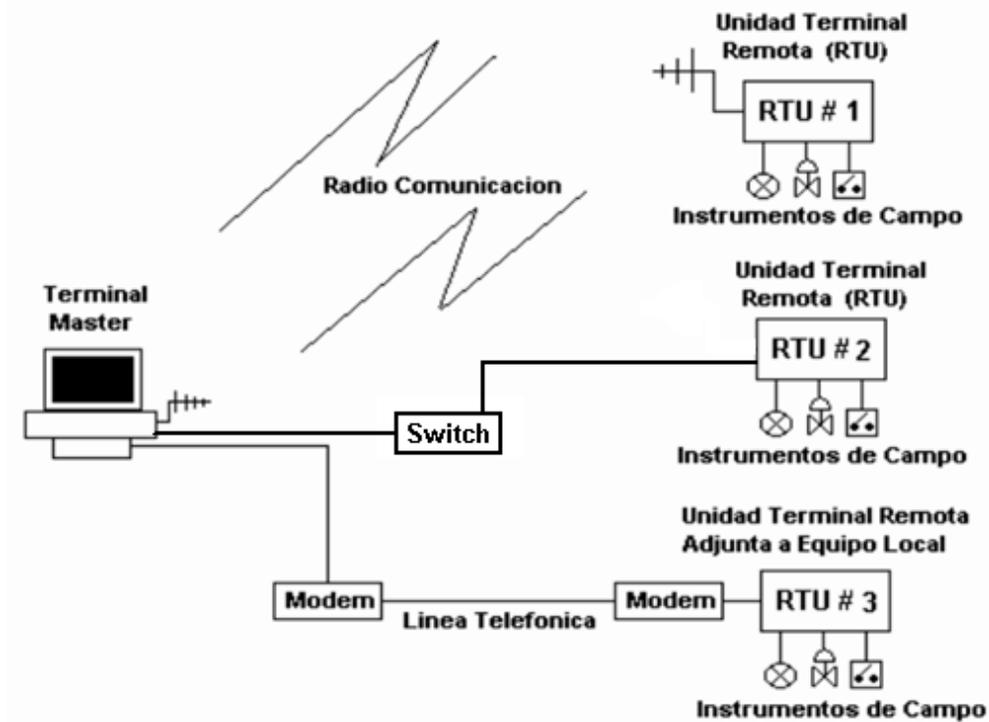


Figura 2. Esquema típico de un sistema SCADA.

A diferencia de los Sistemas de Control Distribuido (SCD), en un SCADA el lazo de control puede ser generalmente atendido (cerrado) por el operador. Actualmente es fácil encontrar un sistema SCADA realizando tareas de control automático en cualquiera de sus niveles, aunque su labor principal sea de supervisión y control por parte del operador (Izaguirre, 2008).

1.6.1 Componentes de un sistema SCADA.

Los sistemas SCADA están compuestos por los siguientes elementos según Izaguirre (2008):

- 1) **Instrumentación de campo:** 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.

- 2) **Estaciones Terminales Remotas:** Las Estaciones o Unidades Remotas (RTU: *Remote Terminal Unit*) reciben las señales directamente de los sensores de campo, y a su vez, comandan a los actuadores y demás elementos de control final. Para su interconexión disponen un canal de comunicación serie por cable o radio frecuencia, son programables y tienen capacidad de soportar algoritmos de control. Un PLC también puede integrarse dentro de una RTU y formar parte de la estrategia de control que se quiera implementar en el lugar. Un protocolo de comunicación muy utilizado por varios fabricantes es el MODBUS.
- 3) **Red o Sistema de Comunicación:** La Red o Sistema de Comunicación, se realiza por distintos soportes y medios: línea dedicada, línea telefónica, cable coaxial, fibra óptica, telefonía celular, radio VHF/UHF, microondas, satélite, etc. De esta manera los datos son transmitidos hacia múltiples partes (en ocasiones a un sitio central) mediante el medio físico más apropiado. La manera de direccionar los diferentes sitios hacia donde se envía y/o recibe información del proceso, está incorporada como parte integrante dentro del sistema SCADA.

El soporte de la comunicación a tener en cuenta depende del tamaño del sistema SCADA, la distancia de las RTU, cantidad de datos a transmitir, velocidad y disponibilidad de servicio público de comunicación, características del proceso y tipo de aplicación, por solo mencionar algunas.
- 4) **Estación Central de Monitoreo:** Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) en base a los valores actuales de las variables medidas. 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) **Interfaz Hombre-Máquina:** 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.

1.6.2 Transmisión de la información de un sistema SCADA.

El flujo de la información en un sistema SCADA se realiza de la siguiente manera: un fenómeno físico (temperatura, humo, voltaje, corriente, etc.) es captado por un transductor, el cual alimenta con una señal eléctrica a un transmisor, para que éste entregue una señal analógica (4 a 20 mA, 0 a 5 VDC, 0 a 10 VDC) o digital a un PLC o RTU ('0' ó '1'). Dependiendo del caso, el transmisor, además, proveerá aislamiento eléctrico (por ejemplo: analizador de redes eléctricas trifásicas WM14-96) y filtraje con el objetivo de reducir posibles transitorios y ruidos originados en el campo.

La señal entregada por los transmisores se envía hacia un cuarto de control, donde se reúne la información de todo el proceso. 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: par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, cable telefónico, etc., o no cableados: microondas, ondas de radio, comunicación satelital, etc. Una vez que llegan al centro de acopio, generalmente una computadora, lo almacena para su análisis, generación de históricos y toma de decisiones. Simultáneamente, por medio de una HMI (Human Machine Interfase) se muestra la información al operador del sistema para la supervisión.

Basado en la información, el operador puede tomar decisiones que pueden modificar el trabajo del proceso supervisado (disparar un *breaker*, arrancar o detener un motor, mandar un SMS o correo electrónico al administrador, etc.), cerrando el lazo de control a través del mismo operador (Mendiburu, 2005; Corrales, 2007).

1.7 Ventajas y desventajas de los sistemas SCADA.

Las ventajas más evidentes de los sistemas SCADA se enumeran a continuación:

- 1) Reducción de los costos de producción, operación y mantenimiento.
- 2) Aumento de producción.
- 3) Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos y disminución de la contaminación y daño ambiental.
- 4) Mejoramiento de la coordinación con el área de mantenimiento.
- 5) Se dispone de información precisa para efectos de estudio, análisis y estadística.
- 6) No se requiere de personal para realizar labores de lectura de las variables ya que estos son leídos y enviados a centros de cómputos a través de la red.
- 7) Sistema de medición más rápido y confiable.
- 8) Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.
- 9) Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.

Sin embargo presenta algunas desventajas, como son:

- 1) Que requiere de una red industrial fiable, pues resultaría crítico no contar con la misma.
- 2) Que tiene un alto costo inicial, por concepto de adquisición de los equipos e implantación del sistema acorde a las necesidades y requisitos exigidos.
- 3) Que requiere además realizar gastos en conexión a la red de datos (Izaguirre, 2008; S/A, 2008).

1.8 Los sistemas SCADA en el mundo y en Cuba.

En la actualidad, muchos son los ejemplos de *software* con los que se puede implementar un sistema SCADA, he aquí algunos de los más conocidos:

- CIRNET, de CIRCUTOR S.A.
- SCADA InTouch, de LOGITEK.
- WinCC, de Siemens.
- Coros LS-B/Win, de Siemens.
- SYSMAC SCS, de Omron.
- FIXDMACS, de Omron-Intellution.
- Lookout, de National Instruments.
- IFIX, de Intellution.
- RS-View32, de Rockwell.
- Cimplicity, de GE-Fanuc.
- GENESIS32, de Iconics.
- CitectSCADA, de Schneider Electric.

A continuación se profundizará en el estudio de algunos de los más populares.

CitectSCADA:

CitectSCADA es un sistema de alto desempeño, confiable y flexible con el cual se pueden lograr aplicaciones de control y automatización monitoreada. Presenta una fácil interfaz de operador con la capacidad de uso de información en red, presenta un sistema completo cliente-servidor HMI-SCADA que abarcan múltiples plantas en diferentes continentes.

CitectSCADA posee algunas características de gran alcance:

- De visualización gráfica de procesos.
- Gestión de alarmas.
- Tendencia en tiempo real e Histórico.
- Creación de informes.

- Estadísticas del Control de Procesos.
- Herramientas de análisis de gran alcance.
- Entre otras (Electric, 2009).

InTouch:

Wonderware ofrece mediante InTouch la posibilidad de generar aplicaciones SCADA al más alto nivel, utilizando las herramientas de programación orientadas a objetos, para usuarios no informáticos.

Disímiles son las aplicaciones creadas con InTouch que se encuentran en estos momentos en pleno uso. Sus usuarios dan fe de una mejora muy significativa en su calidad y cantidad de producción, y en una reducción de costos de proyecto y mantenimiento. Los módulos “*QI Analyst*”, “Recetas” o “SQL”, satisfacen las necesidades de información y control de las industrias. En otro aspecto, los usuarios de InTouch sienten una gran seguridad en el producto debido a la compatibilidad total entre sus diferentes versiones y módulos, asegurando plenamente sus inversiones de energía, tiempo y dinero.

Las aplicaciones creadas con InTouch se encuentran en cualquier parte del mundo, abarcando una gran cantidad de mercados verticales: procesos de alimentación, semiconductores, refinerías, químicas, farmacéuticas, papel, transporte y muchas más. InTouch fue seleccionado para complementar el proceso de producción del túnel bajo el Canal de la Mancha y ahora supervisa y controla el tráfico a través de él. InTouch fue ampliamente utilizado en el monitoreo de experimentos de la Estación de Lanzamiento al Espacio de la NASA. En Venezuela se encuentra en la mayor fábrica de cristal del mundo. Eastman Kodak lo usa en el empaquetado de cámaras de rayos-x en su departamento de acabados de productos dentales. InTouch se usa en las minas de metal en Sudáfrica, en la producción de vitamina-C en China o en la producción de camiones y automóviles en EEUU, Suecia y Alemania.

Características y prestaciones:

- Gráficos orientados a objetos.

- Animación de Objetos.
- ActiveX.
- SuiteLink / OPC.
- Gráficos de Tendencia Históricos y en Tiempo Real.
- Alarmas.
- Programación.
- Seguridad.
- Actualización de lecturas/escrituras optimizada.
- Generación de Informes Personalizados y Documentación.
- Aplicaciones en Red.
- Soporte Técnico (S/A, 2010).

SIMATIC WinCC:

SIMATIC WinCC es el sistema de manejo y observación ejecutable bajo Windows 95/98 y Windows NT4.0/2000 de Microsoft. Con el SCADA WinCC SIMATIC se pueden realizar una multitud de posibilidades de soluciones de automatización:

- Estructuras Servidor-Cliente con instalación sencilla.
- Seguridad en el servicio de proceso e integridad de los datos mediante redundancia.
- Ampliación de función sin límites por implementación de elementos ActiveX.
- Posibilidades de comunicación abierta mediante OPC (OLE for Process Control).
- Configuración rápida y sencilla debido a la integración con SIMATIC STEP7.

Funciones compatibles con ambiente industrial de aviso de eventos, archivado de valores de medición, estandarización protocolar de todos los datos de configuración y procesos, administración de usuario y visualización (S/A, 2003).

1.8.1 Aplicaciones SCADA creadas en Cuba.

En la actualidad, Cuba está en una etapa de desarrollo de los sistemas SCADA debido a la real necesidad de éstos. Siendo estos sistemas muy caros a nivel mundial, Cuba ha desarrollado algunos como: Tecnolink, Titan, Eros, que no constituyen grandes sistemas, pero que han tenido un buen desempeño en cuanto a sus funciones. Estos sistemas son aplicables a una gran variedad de industrias, debido a su carácter genérico, lo que contribuye a mejorar el control, la supervisión y la adquisición de los datos donde estas tareas son fundamentales para el rendimiento de la misma.

A continuación se amplía la información sobre el SCADA cubano EROS antes mencionado:

En cualquier industria, independientemente del proceso tecnológico, uno de los principales problemas a resolver son el comportamiento de las variables y su control, con este propósito, el diseño de un sistema de Control Supervisorio y Adquisición de Datos, por lo general conocido como SCADA, ha animado a los creadores de los distintos países. Eros es un Sistema de Supervisión y Control de Procesos Tecnológicos diseñado completamente en Cuba, con múltiples facilidades para administrar una gran variedad de procesos industriales de una manera muy sencilla y atractiva, sin descuidar la eficiencia. Conexión directa a la mayoría de los dispositivos I/O como los controladores programables, los reguladores autónomos y analizadores de red eléctrica están provistos por un controlador especial de *software*. La capa de red integra todos los sistemas de EROS ejecutándose en distintos equipos de manera que las variables puedan ser accedidas desde cualquier lugar. Por otra parte, habilita potentes funciones de estadísticas para ser utilizadas con las variables medidas, “*scripts*” y expresiones con sólo unos pocos clics.

EROS es un SCADA estable, probado, con la experiencia acumulada de más de 100 copias instaladas en diversos entornos industriales, con diferentes autómatas y redes, y con diferentes versiones de Windows. Para lograr esta competitividad

se ha diseñado consultando los últimos avances científico-técnicos en áreas tales como: servidores escalables sobre Windows, compiladores, compresión de datos industriales en tiempo real, y otros. Es un sistema distribuido en el cual sus diferentes componentes (Estaciones de Medición, Estaciones de Visualización, Servidores de Reportes y otros) se interconectan a través de la Intranet. Estos componentes pueden estar en ordenadores separados vinculados a través de una Red Ethernet o en un mismo ordenador. El sistema ha servido de base para el desarrollo de otros *softwares* del mismo tipo (Codorniú, 2006).

CAPÍTULO 2. SUPERVISIÓN DE DATACENTERS.

En el presente capítulo se realiza un resumen sobre los aspectos físicos de los *Datacenter* y su supervisión. Se hace una breve descripción de los *Datacenters* más grandes del mundo, los cuales son íntegramente monitoreados las 24 horas. La importancia del supervisor, al igual que la del manejo de las alarmas son también objetivos de este capítulo. Además se realiza una detallada descripción de los sensores y demás dispositivos instalados en el local objeto de estudio, así como las interfaces de comunicación que estos emplean.

2.1 Introducción a los *Datacenters*.

Desde el inicio de la era de la computación, las grandes y costosas computadoras fueron confinadas a lugares donde se podían garantizar los múltiples requerimientos para que éstas trabajaran de forma estable, confiable y sin roturas. Estos lugares contaban con algunas características que los hacían diferenciarse del resto como la posibilidad de almacenar muchas computadoras, disponer de varias fuentes de energía y un clima controlado. A estos locales se les dio el nombre de *Datacenters*. En los últimos años el negocio de los *Datacenter* ha crecido mucho impulsado por la popularidad de la red de redes y el incremento de los servicios que se brindan.

Un *Datacenter* es un centro de proceso de datos, es decir, un lugar donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de información

de una organización. Estos lugares suelen ser de gran espacio donde existe una gran cantidad de computadoras y redes de comunicaciones. También se conoce como centro de cómputo (Arregoces, 2003).

En estos lugares se almacena una gran cantidad de información la cual es accesible por las compañías u organizaciones cuando les es necesario. La inversión inicial de una instalación de este tipo es muy elevada, pues a parte del costo de terreno y edificio, el consumo eléctrico de todo el sistema es muy elevado, y además, las altas temperaturas que alcanzan requieren de una refrigeración casi extrema para evitar sobrecalentamientos.

Un Centro de Procesamiento de Datos (CPD) es un edificio o sala de gran tamaño, usada para mantener en él una gran cantidad de equipamiento electrónico. Suelen ser creados y mantenidos por grandes organizaciones con objeto de tener acceso a la información necesaria para sus operaciones. Por ejemplo: un banco puede tener un *Datacenter* con el propósito de almacenar todos los datos de sus clientes y las operaciones que éstos realizan sobre sus cuentas. Prácticamente todas las compañías que son medianas o grandes tienen algún tipo de CPD, mientras que las más grandes llegan a tener varios. Entre los factores más importantes que motivan la creación de un *Datacenter* se puede destacar el garantizar la continuidad del servicio a clientes, empleados, ciudadanos, proveedores y empresas colaboradoras, pues en estos ámbitos es muy importante la protección física de los equipos informáticos o de comunicaciones implicadas, así como servidores de bases de datos que puedan contener información crítica (Scarlet, 2005).

2.2 *Datacenters* más grandes del mundo.

Los centros de datos son uno de los componentes más importantes del desarrollo tecnológico y son los que mantienen en pie Internet. La magnitud de algunos de

ellos impresiona no sólo por su aspecto exterior, sino por la cantidad de datos que son capaces de almacenar y procesar.

Algunos de los centros de datos más grandes del mundo son listados a continuación:

- **Centro de datos de Microsoft, en Washington:** permite almacenar 6,75 trillones de fotos.
- **NJ2 en Weehawken, en New Jersey:** aquí se trabaja para lograr servidores más eficientes, que gasten menos energía.
- **Centro “verde” de datos de IBM:** ocupa un espacio de 750.000 metros cuadrados y también trabaja en reducir el consumo energético de sus servicios.
- **Centro de datos de Microsoft, en Chicago:** fue abierto en 2009 y tiene entre 1.800 y 2.500 servidores.
- **Centro de datos HDS Yokohama:** abierto en agosto de 2009 destaca por aprovechar al máximo las energías renovables. Se extiende sobre 10.000 metros cuadrados.
- **Centro de datos de Facebook:** almacena más de 40.000 millones de fotos y cada día se suben 40 millones más, 2.000 por segundo.
- **Centro de datos de 1&1:** se encuentra en Lenexa, Kansas. Es el segundo más grande de EEUU. Cuenta con 860 “racks” y un total de 40.000 servidores.
- **Centro de supercomputación de San Diego:** utiliza robots al estilo librerías virtuales.
- **El *Datacenter* de Tokio:** es el más grande del mundo (Anexo I).

El *Datacenter* de Tokio posee suministros de energía de gran fiabilidad con múltiples sistemas de alimentación y de copia de seguridad garantizadas, una red IP de alta velocidad y fiabilidad. Además, la seguridad de todo el edificio los 365 días con dos guardias y cámaras de monitoreo las 24 horas del día, lectores de tarjetas sin contacto y los identificadores individuales están instalados en todas las puertas del Centro para la entrada y salida.

En el Anexo II se pueden ver imágenes sobre estos grandes complejos tecnológicos.

2.3 Aspectos físicos de los *Datacenters*.

Un centro de datos puede ocupar uno o varios cuartos o pisos o todo un edificio completo. Usualmente los servidores usados son servidores 1U empotrados en racks de 19 pulgadas, donde son alineados en celdas formando un corredor entre ellos. Esto permite el acceso para los servicios técnicos y por supuesto mejor circulación del aire para el enfriamiento. El ambiente dentro de un centro de datos está controlado las 24 horas:

El **aire acondicionado** es usado para mantener la temperatura, generalmente en 22 grados Celsius, esto es crucial ya que esta clase de equipo confinado en un cuarto sin ventilación no sobreviviría un período muy largo sin las condiciones ideales.

El **respaldo de energía** es 100% indispensable. Se emplean plantas de diesel de alto rendimiento e inversores con bancos de baterías para cubrir y minimizar el tiempo de los apagones.

Un **piso falso** es adecuado para manejar todo el cableado de red y de electricidad.

Un **sistema de alarma para incendios** es otra de las medidas de seguridad usadas para contener los riesgos de una catástrofe. Usar agua en equipo eléctrico

operacional no es lo mejor para apagar un incendio. Originalmente el gas “Halom” fue usado para este fin, el uso de un gas inerte es necesario para expulsar el oxígeno de las salas. Sin embargo, esto fue prohibido en algunos países por el riesgo que representa para la salud. Las alternativas más recientes son el uso de Aragonite y FM200 e incluso sistemas de agua ultra pura.

La seguridad física juega un rol importante, el **acceso del personal** al sitio es usualmente restringido a unos pocos. Video cámaras, llavines electrónicos con identificación personal y guardias de seguridad permanentes son usados para resguardar la información de los clientes.

Las comunicaciones hoy en día entre *Datacenter* se basan en el protocolo IP, el uso de routers y switches transportan el tráfico entre el *Datacenter* y el *Internet*. Algunos de los servidores en el centro de datos son usados para tareas básicas del personal como uso del internet, intranets, email, etc. La seguridad de la red está tremendamente desarrollada, *firewalls*, *VPN*, detección de intrusos, así como sistemas de monitoreo son las mejores armas para mantener su información protegida (Jayaswal, 2005).

2.4 Supervisión.

La supervisión es la actividad de apoyar y vigilar la coordinación de actividades de tal manera, que se realicen en forma satisfactoria. Es la observación regular y el registro de las actividades que se llevan a cabo en un proyecto o programa. Es un proceso de recogida rutinaria de información sobre todos los aspectos del proyecto.

Supervisar es controlar qué tal progresan las actividades del proyecto. Es observación sistemática e intencionada. La supervisión también implica comunicar los progresos a los donantes, implementadores y beneficiarios del proyecto. Los informes posibilitan el uso de la información recabada en la toma de decisiones para mejorar el rendimiento del proyecto.

La principal función de la supervisión es la centralización del control de procesos fuera del área de control. En la supervisión actúan tanto las personas como las máquinas. De esta separación del control hombre-máquina se perciben las dos diferencias claras de la supervisión: la activa o control manual, donde el hombre a través de una pantalla simulador controla los procesos en mayor o menor grado que se están realizando y la pasiva o automática, es decir, el computador o PC a través de su aplicación controla las variables del sistema y solo avisa a la persona cuando encuentra un error (Chacón, 2002).

2.4.1 SNMP como vía fundamental de supervisión.

El Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de administración entre dispositivos de red. Es parte de la familia de protocolos TCP/IP y permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento (PERKINS y MCGINNIS, 1996).

Una red administrada a través de SNMP consiste de tres componentes claves:

- Dispositivos administrados.
- Agentes.
- Estaciones administradoras de red (*Network Management Stations*, NMS's).

Un dispositivo administrado es un nodo de red que contiene un agente SNMP y reside en una red administrada. Estos recogen y almacenan información de administración, la cual es puesta a disposición de los NMS's usando SNMP. Los dispositivos administrados, a veces llamados elementos de red, pueden ser *routers*, servidores de acceso, *switches*, *bridges*, *hubs*, computadores o impresoras.

Un agente es un módulo de *software* de administración de red que reside en un dispositivo administrado. Un agente posee un conocimiento local de información

de administración (memoria libre, número de paquetes IP recibidos, rutas, etc.), la cual es traducida a un formato compatible con SNMP y organizada en jerarquías.

Un NMS ejecuta aplicaciones que supervisan y controlan a los dispositivos administrados. Los NMS's proporcionan el volumen de recursos de procesamiento y memoria requeridos para la administración de la red. Uno o más NMS's deben existir en cualquier red administrada (Mauro y Schmidt, 2005).

2.4.2 Importancia del supervisor.

No hay labor más importante, difícil y exigente que la supervisión del trabajo ajeno. Una buena supervisión reclama más conocimientos, habilidad, sentido común y previsión que casi cualquier otra cosa de trabajo. El éxito del supervisor en el desempeño de sus deberes determina el éxito o el fracaso de los programas y los objetivos del departamento. El individuo solo puede llegar a ser buen supervisor a través de una gran dedicación a tan difícil trabajo y de una experiencia ilustrativa y satisfactoria adquirida por medio de programas formales de adiestramiento y de la práctica informal del trabajo. Cuando el supervisor funciona como es debido, su papel puede resumirse o generalizarse en dos categorías o clases de responsabilidades extremadamente amplias que en su función real, son simplemente facetas diferentes de una misma actividad; no puede ejercer una sin la otra. Estas facetas son seguir los principios de la supervisión y aplicar los métodos o técnicas de la supervisión (Bartle, 2009).

2.5 Evitar falsas alarmas.

Es importante observar los sistemas en los centros de datos y asegurar que todo funciona correctamente. Una de las claves más importantes en un sistema de supervisión eficaz, es asegurarse que los acontecimientos apropiados y procesos

están siendo mirados y reducidos al mínimo o eliminar aspectos positivos falsos. Las falsas alarmas pueden gastar recursos preciosos como los técnicos que son enviados a tratar de encontrar los problemas que realmente no existen. No sólo es esto un gasto de tiempo y esfuerzo, sino que contribuye a una peligrosa situación no contar con el personal necesario y adecuado cuando se presenta una situación problemática real (Bradley, 2006).

2.6 Variables que se supervisan en un *Datacenter*.

En un *Datacenter* es de gran importancia el adecuado uso de un grupo de variables, las cuales se requiere que sean monitoreadas con el objetivo de supervisar la disponibilidad y la funcionalidad de los sistemas de red, y la seguridad del local alertando al personal cuando hay algún problema.

Dentro de estas variables utilizadas en el monitoreo de un *Datacenter* se tienen:

- **Temperatura:** de ser muy elevada provocará la ruptura de los componentes electrónicos en los equipos de cómputo o de conmutación.
- **Humedad:** la condensación de la humedad pudiera provocar saltos eléctricos o la creación de muge que afectarían a los equipos.
- **Movimiento:** generalmente los sensores de movimiento encienden una luz automáticamente al percibir la presencia de una persona. Su utilización no sólo es importante en el control de acceso, sino que también son efectivos cuando se aplican en oficinas privadas, salones de clase, ciertas áreas y en todos aquellos lugares con visitas esporádicas y que no requieren de una iluminación constante.
- **Humo:** el cual detecta los posibles incendios desde su fase inicial con un alto grado de fiabilidad reduciendo el riesgo de daños a la propiedad.
- **Parámetros Eléctricos:** éstas son las variables más importantes de cualquier *Datacenter*, porque de ellas dependen el resto de los parámetros y el correcto funcionamiento de las instalaciones. El voltaje, la corriente y la

frecuencia son monitoreadas intensivamente con el objetivo de detectar cualquier anomalía.

2.6.1 Importancia de las variables monitoreadas.

Es sumamente importante el monitoreo de estas variables en el local donde se encuentren los servidores y demás equipos de procesamiento de datos. La razón más evidente es el costo de la tecnología que está instalada y que no debe dañarse. En este sentido los sensores de temperatura, humedad y humo juegan un papel fundamental ya que tanto el trabajar en un ambiente muy caliente como muy húmedo o un incendio en el peor de los casos, provocaría la rotura parcial o permanente de cualquier *router*, *switch*, servidor o equipo de almacenamiento.

Pero estas formas de rotura no son las únicas formas en las que se puede perder grandes cantidades de dinero en un *Datacenter*. Un valor significativamente mayor puede perderse por el robo de la información. El caso más ilustrativo sería el de una empresa con datos confidenciales almacenados en uno de los servidores de un *Datacenter*. Una persona que logre situarse frente al servidor tendrá acceso inmediato a todos ellos sin ningún problema, es por esto que se deben incluir sensores de movimiento y mecanismos adecuados para control de acceso. Si a esto se suman cámaras de televisión en circuito cerrado y una salva de todos los parámetros y variables que se supervisan, el sistema resultante será muy confiable, robusto y seguro.

2.7 Nodo Central de la UCLV.

Dell se dedica en forma constante al diseño de tecnologías que tengan una mayor eficiencia y un mejor rendimiento. El compromiso con la creación de productos que ahorran energía, tales como la línea de servidores y las computadoras, son

ejemplos del liderazgo y del espíritu innovador de Dell. Estos servidores DELL se diseñaron teniendo en cuenta aumentar la capacidad de expansión y el rendimiento máximo para admitir todo tipo de aplicaciones, incluyendo bases de datos, correo electrónico y virtualización, ofreciéndoles a su centro de estudio flexibilidad y escalabilidad para el futuro. La creciente importancia de la seguridad de la información, la confiabilidad y disponibilidad de los datos trae consigo que no vean comprometidos los registros de datos de información personal, permitiendo así a los clientes y usuarios reducir el riesgo de pérdidas de la información.

A finales del curso pasado comenzó a prestar servicio en la UCLV un nuevo grupo de servidores comprados mediante el proyecto VLIR. Hasta ese momento los servidores de la Red UCLV eran estaciones normales de usuarios con mejoras tecnológicas que le permitían realizar el trabajo de un servidor.

El nuevo grupo de servidores se adquirió a un precio de casi 60 000 euros, y está compuesto por equipos de gama alta y media de DELL divididos en tres grupos:

- Grupo 1: Servidores PowerEdge R200 con procesador QuadCore, 4 GB de RAM y discos SATA de 250GB.
- Grupo 2: Servidores PowerEdge 2950III con procesador QuadCore, 4 GB de RAM y discos SATA de 250GB.
- Grupo 3: Servidores PowerEdge 2950III con dos procesador QuadCore, 8 GB de RAM y discos SATA de 250GB.

Existen además dos SAN Dell AX4-5 con capacidad para almacenar 4 TB de información en RAID-5.

Todos estos equipos se encuentran sobre dos *racks* DELL contruidos para este tipo de servidores (Figura 3).



Figura 3. Servidores del nodo central de la UCLV.

2.7.1 Sensores instalados en el local del nodo central.

Es de gran importancia en el nodo central la utilización e instalación de varios sensores con el objetivo de obtener la información, la cual se transfiere desde el punto donde se realizan las operaciones hasta el punto donde se supervisa el proceso. Estos dispositivos son capaces de convertir una señal física en una señal eléctrica y viceversa.

Entre los sensores más frecuentemente usados se encuentran los de ionización de humo, cuya función es detectar los posibles incendios que se puedan producir

desde su fase inicial con un alto grado de fiabilidad, con el objetivo de salvar vidas y riesgos de daños en la propiedad. Además se debe hacer mención a que cada detector incluye un LED que proporciona una indicación visual del estado del detector, de manera que si las luces son encendidas regularmente es que el detector está emitiendo una alarma. Este sensor es mostrado en la Figura 4-a).

Otro tipo de sensor usado en el local de los servidores es el de movimiento, específicamente el IS215TCE, el cual se muestra en la Figura 4-c). Este dispositivo, cuya función radica en detectar el movimiento o no de personas en el local, enciende un LED de color rojo para indicar su estado. Su importancia radica en la detección de intrusos y es una vía fiable, flexible y sencilla de garantizar un nivel básico de seguridad.

Además, se dispone de un sensor de temperatura el cual es utilizado para mantener la temperatura estable en el local de los servidores y así permitir que estos puedan trabajar en un ambiente favorable y evitar averías en las computadoras a causa de sobrecalentamientos. Para la instalación de este sensor se escogió el modelo Sensor Probe 2 (PS2 de la empresa alemana AKCP), que es un dispositivo inteligente de dos puertos, cuyo objetivo es vigilar las variaciones del medio ambiente, las amenazas físicas y la seguridad. Además cuenta con un puerto *Ethernet* al cual se le puede asignar una dirección IP y hacer las encuestas por SNMP (Figura 4-b)).



Figura 4. Sensores instalados en el local de La Puerta.

2.7.2 Analizador de redes eléctricas trifásicas WM14-96.

El analizador de redes eléctricas que se presenta está entre los más modernos de la serie WM. Su pantalla, que se presenta en la Figura 5, permite la visualización de variables instantáneas en dimensiones de 3x3 dígitos.



Figura 5. Sensor de parámetros eléctricos WM14-96.

El WM14-96 está provisto de una interfaz serie RS485, cuyo protocolo de comunicación es MODBUS/JBUS. Las tramas de datos están organizadas de la siguiente manera: un bit de inicio, ocho bits de datos, un bit de parada, 9600 de *baudrate* y sin paridad (*none*).

El dispositivo que actúa como máster comienza la comunicación enviando una trama de encuesta a los esclavos. Cada trama está compuesta por cuatro tipos de información:

- **Dirección del esclavo:** es un número en el rango de 1 a 255. Cada instrumento tiene una dirección única en la red.
- **Código de la función (comando):** aquí se define el tipo de acción a realizar (lectura de “n” palabras, escritura de una palabra, etc.)
- **Área de datos:** aquí se definen los parámetros de la función a realizar (por ejemplo: dirección de la palabra a escribir, valor de esta palabra, etc.)
- Palabra de control (**CRC**): es usada para detectar la ocurrencia de errores.

El máster calcula el valor del CRC después de haber definido la dirección del esclavo, número de la función y el área de los datos. Cuando el esclavo recibe la encuesta, la almacena en un *buffer* temporal. Luego, el valor del CRC es calculado y comparado con el recibido. Si el valor de los dos CRC coincide y las direcciones son correctas, el esclavo ejecuta la acción y entonces envía los datos al máster. La trama de sincronización es forzada después de un tiempo mínimo de tres milisegundos sin comunicación.

Las funciones disponibles en este analizador son las siguientes:

- Lectura de “n” palabras (función 03).
- Lectura de “n” palabras (función 04).
- Escritura de una palabra (función 06).

Muchas son las variables medidas por este equipo. Gracias a estas mediciones es posible la supervisión eficiente de los parámetros eléctricos en el local objeto de estudio. Entre las más importantes están: las mediciones de voltaje, corriente, energía consumida y frecuencia; para mayor ilustración se muestra la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Mapa de memoria del analizador de redes eléctricas WM14-96.

ADDRESS	BYTES	VARIABLE	Type	ADDRESS	BYTES	VARIABLE	Type
0280h	2	V L1-N	VN	02A6h	2	VA Σ	P Σ
0282h	2	A L1	A	02A8h	2	var L1	P
0284h	2	W L1	P	02AAh	2	var L2	P
0286h	2	V L2-N	V	02ACh	2	var L3	P
0288h	2	A L2	A	02AEh	2	var Σ	P Σ
028Ah	2	W L2	P	02B0h	2	W dmd	P Σ
028Ch	2	V L3-N	V	02B2h	2	VA dmd	P Σ
028Eh	2	A L3	A	02B4h	2	W dmd MAX	P Σ
0290h	2	W L3	P	02B6h	2		
0292h	2	V L1-L2	VC	02B8h	2	Hz	H
0294h	2	V L2-L3	VC	02BAh	2	Admdmax	A
0296h	2	V L3-L1	VC	02BCh	1+1	PF L1/PF L2 *	PF
0298h	2	VL-L Σ	VC	02BEh	1+1	PF L3/ PF Σ *	PF
029Ah	2	A max	A	02C0h	2	A L1 dmd	A
029Ch	2	A n	A	02C2h	2	A L2 dmd	A
029Eh	2	W Σ	P Σ	02C4h	2	A L3 dmd	A
02A0h	2	VA L1	P	02C6h	4	kWh	E
02A2h	2	VA L2	P	02CAh	4	varh	E
02A4h	2	VA L3	P	02CEh	4	Hourmeter	HM

2.8 Comunicación entre los dispositivos instalados.

En el nodo central de la red de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, “La Puerta”, los sensores están instalados de forma que las salidas digitales se conectan a un PLC (*Programmable Logic Controller*), y éste, a su vez, al convertidor E-P132-X, que es el encargado de transformar las tramas enviadas a través de las interfaces RS-485 y RS-232 a Ethernet. Una computadora que se encuentra conectada al mismo conmutador (*switch*) que el convertor, es la encargada de encuestar los datos para su posterior monitoreo (Figura 7).

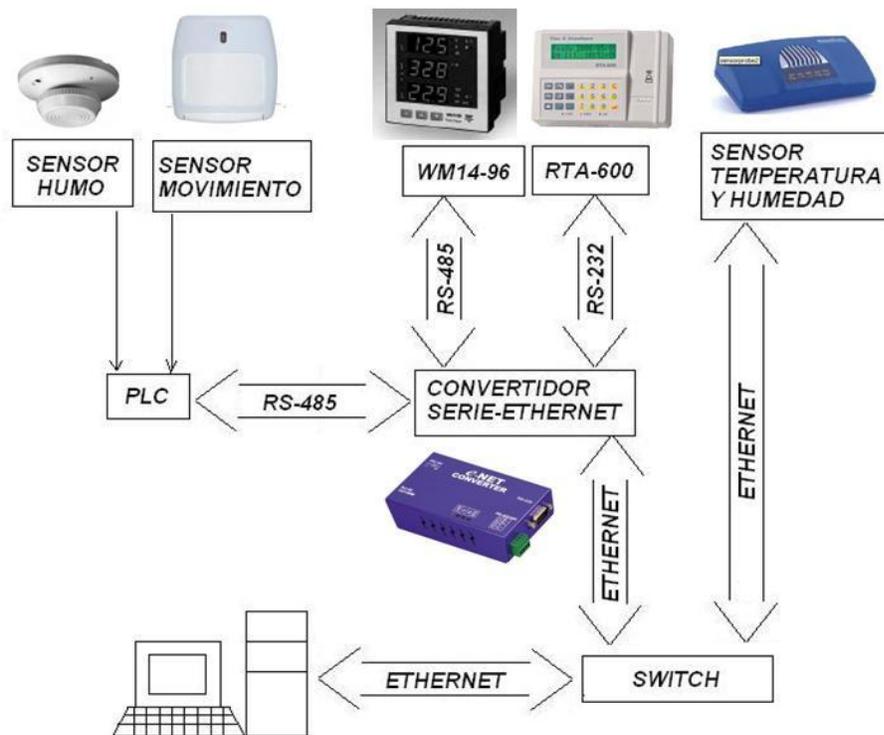


Figura 7. Esquema de los sensores instalados en “La Puerta”.

La comunicación con el RTA-600 se realiza a través de la interfaz RS-232, y por RS-485 con el PLC y el WM14-96, con direcciones de 1 y 2, respectivamente. Las especificaciones de estos protocolos se definen a continuación.

2.8.1 Interfaz RS-232.

Hay dos tipos de comunicaciones digitales seriales: síncronas y asíncronas. En una transmisión síncrona los datos son enviados un bit a continuación de otro por una línea que une la salida del transmisor “TXD” de un lado, con la línea de recepción “RXD” del otro lado. El transmisor y el receptor son sincronizados con una línea extra que trasmite pulsos de reloj que indican cuando un pulso es válido. La duración del bit está determinada por la duración de los pulsos de sincronismo. Como se puede entender, el uso de esta técnica implica la existencia de un cable extra para llevar la señal de reloj. Esta técnica no se usa para la aplicación que aquí se analiza.

En la transmisión asíncrona no se emplea una señal de reloj, más bien se utiliza una técnica que recurre a “encapsular” los datos con un bit de inicio y uno o dos bits de parada, y así no es necesaria la línea extra de sincronismo.

Antes de iniciar cualquier comunicación se debe determinar el protocolo a seguir. Esto debe ser hecho por el usuario, quien debe decidir sobre: el protocolo serial (esto es, el número bits de datos, la paridad, el número de bits de parada), la velocidad de transmisión y el protocolo de control de flujo (RTS/CTS o XON/XOFF).

La velocidad de transmisión (normalmente 9600 bits por segundo para aplicaciones industriales) debe ser constante durante la transmisión de una trama para garantizar que los bits lleguen uno tras otro en el momento correcto. Cualquier retardo provocaría una lectura incorrecta.

Los bits de datos son enviados al receptor después del bit de inicio, el bit menos significativo es transmitido primero. Dependiendo de la configuración de la transmisión, un bit de paridad es enviado después de los bits de datos. El propósito de cada uno de estos bits especiales se indica a continuación:

- Bit de inicio: cuando el receptor detecta el bit de inicio sabe que la transmisión ha comenzado y es a partir de entonces que debe leer las

señales de la línea a intervalos concretos de tiempo, en función de la velocidad de transmisión.

- Bit de paridad: con este bit se pueden descubrir errores en la transmisión. Se puede dar paridad par o impar. En la paridad par, por ejemplo, la palabra de datos a transmitir se completa con el bit de paridad de manera que el número de bits 1 enviados sea par.
- Bit de parada: indica la finalización de la transmisión de una palabra de datos. El protocolo de transmisión de datos permite 1, 1.5 y 2 bits de parada.

El estándar RS-232 establece que un 1 lógico se represente con un voltaje entre -3V y -15V, mientras que un 0 lógico se represente con un voltaje entre +3V y +15V. Los voltajes más usados son +12V y -12V. El estado de reposo (idle) se representa con un 1 lógico; es decir, -12V. Dependiendo de la velocidad de transmisión empleada, es posible tener cables de hasta 15 metros (Corrales, 2007).

2.8.2 Interfaz RS-485.

El alcance de la RS-232 es apenas de 15 m, un valor muy reducido para aplicaciones industriales reales. Es por esto que se creó el estándar RS-485.

El estándar RS-485 fue desarrollado en conjunto por dos asociaciones: la *Electronic Industries Association* (EIA) y la *Telecommunications Industry Association* (TIA). La EIA es la que etiquetaba sus estándares con el prefijo "RS" (*Recommended Standard*). Aunque se continúa usando esta designación, la EIA/TIA ha reemplazado oficialmente "RS" con "EIA/TIA" para ayudar a identificar el origen de sus estándares.

La característica más relevante de la RS-485 es que puede trabajar en modo diferencial, alcanzando distancias de hasta 1200 metros con cable trenzado.

Los estándares RS-485 y RS-422 tienen mucho en común, y por tal razón a menudo se les confunde. En la tabla 2.2 se realiza una comparación de estas interfaces. RS-485 se especifica como bidireccional, *half-duplex* y es el único estándar EIA/TIA que permite receptores múltiples y *drivers* en configuraciones tipo bus. La EIA/TIA-422, por otro lado especifica un *driver* único, unidireccional con receptores múltiples. Los componentes de RS-485 son compatibles hacia atrás e intercambiables con los de la RS-422 pero, los *drivers* RS-422 no deben ser empleados con la RS-485 porque no pueden proveer control del bus.

Para se utiliza un convertidor de la interfaz RS-232 a RS-485 y viceversa, pues es más barato que la utilización de una tarjeta con esta interfaz.

Los enlaces diferenciales de las interfaces RS-485 y RS-422 proporcionan una transmisión confiable ante la presencia de ruido, y las entradas diferenciales de los receptores pueden rechazar voltajes en modo-común elevados (Corrales, 2007).

Tabla 2.2. Comparación entre las interfaces seriales RS-485 y RS-422.

	RS-485	RS-422
Modo de operación	Diferencial	Diferencial
Número permitido de Tx y Rx	32 Tx, 32 Rx	1 Tx, 10 Rx
Máx. longitud del cable	1200 metros	1200 metros
Máx. tasa de datos	10 Mbps	10 Mbps
Mín. rango de salida del driver	± 1.5 V	± 2 V
Máx. rango de salida del driver	± 5 V	± 5 V
Máx. corriente de corto-circuito	250 mA	150 mA
Impedancia de carga Tx	54 Ω	100 Ω
Sensibilidad de entrada Rx.	± 200 mV	± 200 mV
Máx. resistencia de entrada	12 k Ω	4 k Ω
Rango de voltaje de entrada Rx.	-7 V a +12 V	± 7 V
Uno lógico Rx.	> 200 mV	> 200 mV
Cero lógico RX.	< 200 mV	< 200 mV

2.9 Herramienta de programación: LabVIEW.

LabVIEW, es una herramienta diseñada por la “*National Instruments* ” especialmente para monitorear, controlar, automatizar y realizar cálculos complejos de señales analógicas y digitales capturadas a través de tarjetas de adquisición de datos, puertos serie y GPIB (Bus de Intercambio de Propósito General).

Es un lenguaje de programación de propósito general, como es el Lenguaje C o Basic, pero con la característica que es totalmente gráfico, facilitando de esta manera el entendimiento y manejo de dicho lenguaje para el diseñador y programador de aplicaciones tipo SCADA. Incluye librerías para la adquisición, análisis, presentación y almacenamiento de datos, manipulación del puerto serie y GPIB.

Está basado en la programación modular, lo que permite crear tareas muy complicadas a partir de módulos o sub-módulos mucho más sencillos. Estos módulos pueden ser usados en otras tareas, lo cual permite una programación más rápida y provechosa.

Existen dos conceptos básicos en LabVIEW: el Panel Frontal (*Front Panel*) y el Diagrama de Bloque (*Block Diagram*). El **Panel Frontal** es la interfaz que el usuario está viendo y puede ser parecido al proceso del cual se están recogiendo los datos, de esta manera el usuario sabe exactamente cuál es el estado actual de dicho proceso y los valores de las señales que se están midiendo. El **Diagrama de Bloques** es el conexionado de todos los controles y variables, que tendría cierto parecido al diagrama del esquema eléctrico del instrumento.

Es un sistema abierto, en cuanto a que cualquier fabricante de tarjetas de adquisición de datos o instrumentos en general, puede proporcionar el controlador de su producto en forma de instrumento virtual “vi” dentro del entorno de LabVIEW.

Las facilidades dadas por este lenguaje son más que suficientes para haber sido escogido para el desarrollo del presente trabajo. Algunas de estas ventajas se resumen a continuación:

- El tiempo de desarrollo de las aplicaciones es de al menos 4 a 10 veces menor, ya que es muy intuitivo y fácil de aprender.
- Dota de gran flexibilidad al sistema, permitiendo cambios y actualizaciones tanto del hardware como del software.
- Es posible crear soluciones completas y complejas de manera dinámica y eficiente.
- Da la posibilidad de crear con un único sistema de desarrollo las funciones de adquisición, análisis y presentación de datos.
- El sistema está dotado de un compilador gráfico para lograr la máxima velocidad de ejecución posible.
- Tiene la posibilidad de incorporar aplicaciones escritas en otros lenguajes.

2.10 Conclusiones del capítulo.

Teniendo en cuenta las variables monitoreadas en un *Datacenter* y la instrumentación instalada en el local de La Puerta, se procederá a mejorar el pequeño sistema de supervisión creado para dicho local. Con todos estos elementos se podrá implementar una aplicación que sea capaz de visualizar dichas variables. En el próximo capítulo se estudiará con más detalles dicha aplicación.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS DEL SUPERVISOR.

El supervisor de parámetros eléctricos se diseñó para leer los valores de un metrocontador eléctrico instalado en el local del nodo central de la red de la UCLV. Éste a su vez, guarda los valores leídos en una base de datos creada en un servidor remoto. Además, es capaz de gestionar alarmas generadas por aumento de la temperatura del local, siendo provocada ésta por un apagón, incendios, u otros factores.

3.1 Descripción del supervisor.

El analizador de redes trifásicas WM14-96 posee un puerto de comunicación serie con una interfaz RS-485, la cual es capaz de conectar hasta 31 estaciones. Éste implementa los protocolos MODBUS y JBUS. En esta aplicación se utilizó MODBUS por las facilidades de las herramientas usadas.

Teniendo en cuenta los parámetros de configuración para establecer la comunicación a través del protocolo MODBUS, se elaboró una interfaz de usuario diseñada para definir todos los parámetros necesarios para establecer una conexión. A continuación se muestra la Figura 8, donde se visualiza el trabajo realizado.

Utilizando el programa LabView se crearon las interfaces para comunicarse con este analizador de redes. En la figura que se muestra a continuación se pueden ver los parámetros utilizados.

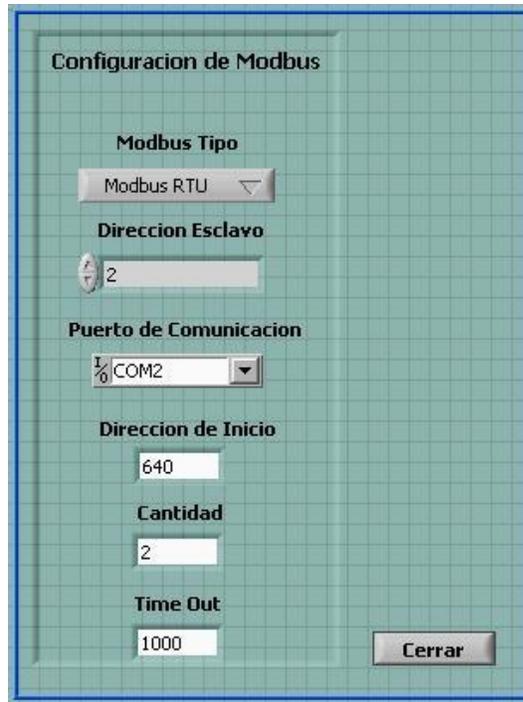


Figura 8. Panel de configuración del MODBUS

La biblioteca de instrumentos virtuales o “VI’s”, como son llamados comúnmente por los programadores, tiene el nombre de NI_MODBUS. Ésta posee varios instrumentos para establecer la comunicación, tanto vía *Ethernet* como serie. Al mismo tiempo cada uno de ellos tiene funciones diferentes. Una breve vista de las funcionalidades que posee esta biblioteca se muestra en la Figura 9.

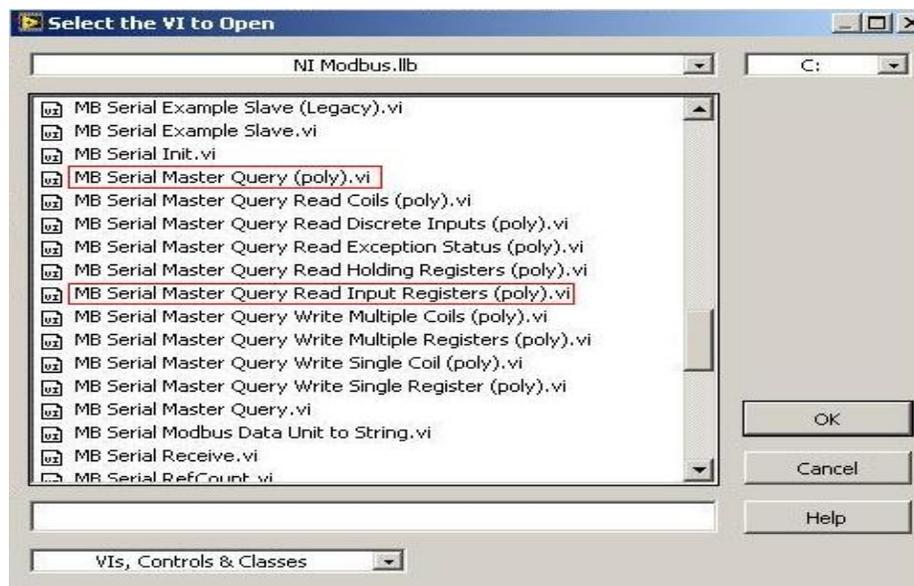


Figura 9. Biblioteca de VI's para MODBUS.

También se puede observar, resaltadas con color rojo, los instrumentos normalmente usados para la comunicación en esta investigación.

Como resultado de la obtención de los datos desde la memoria del WM14-96, se creó la gráfica mostrada en la Figura 10. Se puede ver con mayor claridad los valores medidos en tiempo real.

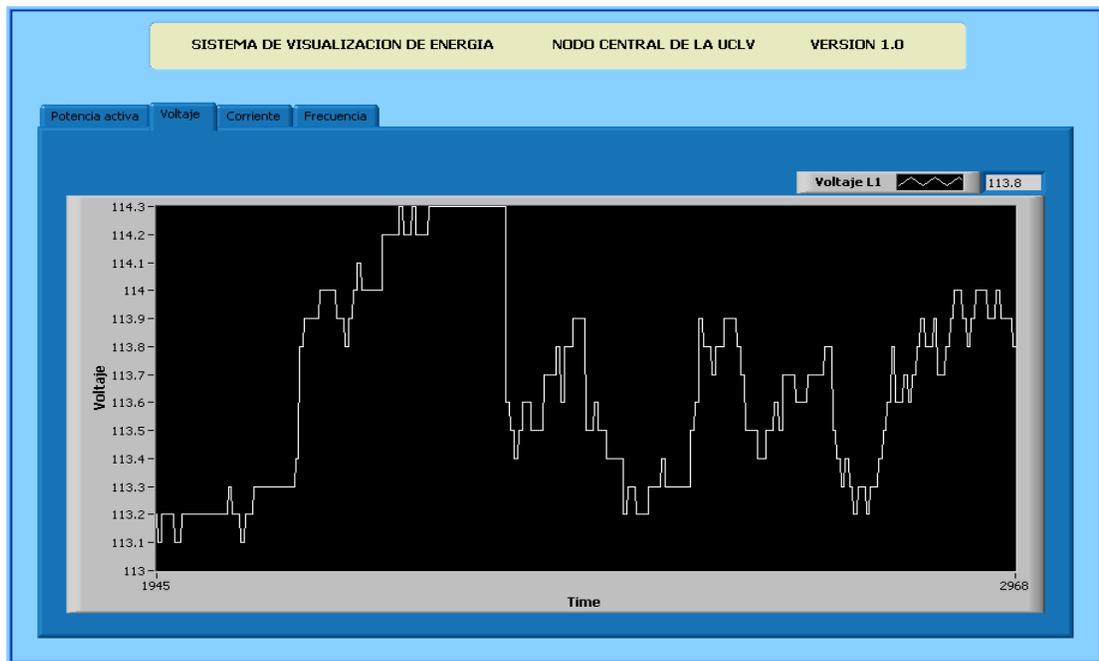


Figura 10. Interfaz gráfica del supervisor para el local “La Puerta”.

3.2 Configuración del RTA-600.

Para el control de acceso al local del nodo central de la red de la UCLV se instaló un lector de tarjetas de proximidad, el cual autentifica a cada usuario autorizado; siendo esta medida una de las más eficientes para el control de la asistencia y puntualidad del personal que labora en el local objeto de estudio.

Luego de haber adquirido las tarjetas de acceso, y de asignarlas personal con acceso, se crearon las bases de datos correspondientes para cada función que implementa el RTA-600. En la siguiente figura se muestra la lista de usuarios autorizados.

	User#	Name	Chinese Display Name	English Display Name	Department	Title	
1	02	Ciro Javier	ciro	ciro	tesis	0000;	
>>	07	Manuel Oliver	Manuel	Manuel	uclv\admin	asesor	0000;
3	10	mrirel	mrirel	mrirel	uclv\admin	admin	0000;
4	11	Robin	robin	robin	uclv\admin	admin	0000;
5	12	Carlos	carlos	carlos	uclv\admin	Ing	0000;
6	13	arelis	arelis	arelis	uclv\admin	Ing	0000;
7	14	Hector	hector	hector	uclv\admin	admin	0000;

The screenshot shows a user information form for 'Manuel Oliver'. The form includes fields for User# (07), Card No., Name (Manuel Oliver), Chinese Display Name (Manuel), English Display Name (Manuel), Department (uclv\admin), Title (asesor), Pin Code, Photo File, Cost Center No., ID Level, Arrival Date, and Resigned Date. There are buttons for Retrieve, Add, Del, Save, and Export Basic Info.

Figura 11. Base de datos de usuarios autorizados.

3.3 Gestión de alarmas.

Como se mencionó anteriormente es de vital importancia los valores de temperatura, corriente, voltaje y demás parámetros eléctricos en el local de los servidores. Para su monitoreo y supervisión continuo se implementó un sistema que envía una señal de aviso al personal responsable del local. Estas señales son muestreadas cada minuto, generando en caso de anomalías el envío de un correo electrónico y éste a su vez el envío de un SMS.

Para la realización de esta tarea se utilizó la herramienta “SMTP Email Send Message.vi” de LabVIEW, la cual se muestra a continuación:

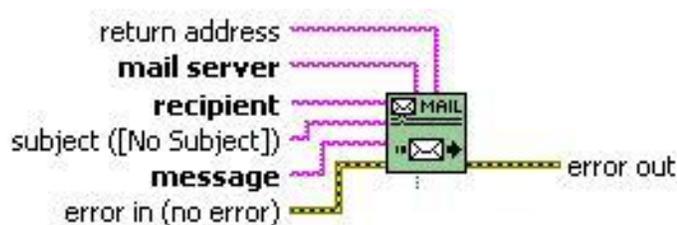


Figura 12. Herramienta de envío de correo electrónico en LabVIEW.

Una vez adquiridos los datos de los dispositivos respectivos, se analiza, compara y envía la señal de retroalimentación al personal capacitado para que cierre el lazo de control establecido en dicho caso.

La ausencia de fluido eléctrico genera un instantáneo incremento de la temperatura en el local “La Puerta”, pues los aires acondicionados que allí funcionan no están conectados a una fuente de energía alternativa. Es por ello que, para los fines de la presente investigación, se escogió la temperatura como parámetro crítico de análisis, dado que ésta puede tener variaciones por diferentes causas, entre las cuales se tienen:

- Falla existente en los equipos de climatización.
- Falla ocurrida en la red eléctrica nacional.
- Averías y consecuente sobrecalentamiento de los servidores.
- Incendios en el local.

En la Figura 13 se muestran los mensajes enviados a un destinatario de correo electrónico y en la Figura 14 se muestra un SMS enviado al móvil de uno de los administradores.

De	Asunto	Recibido	Tam...
Fecha: Hoy			
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Temperatura	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Temperatura	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Temperatura	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Corriente	Tue 5/25/2...	4 KB
[Redacted]@uclv.edu.cu	Alarma Voltaje	Tue 5/25/2...	4 KB

Figura 13. Alarma por inestabilidad del fluido eléctrico.

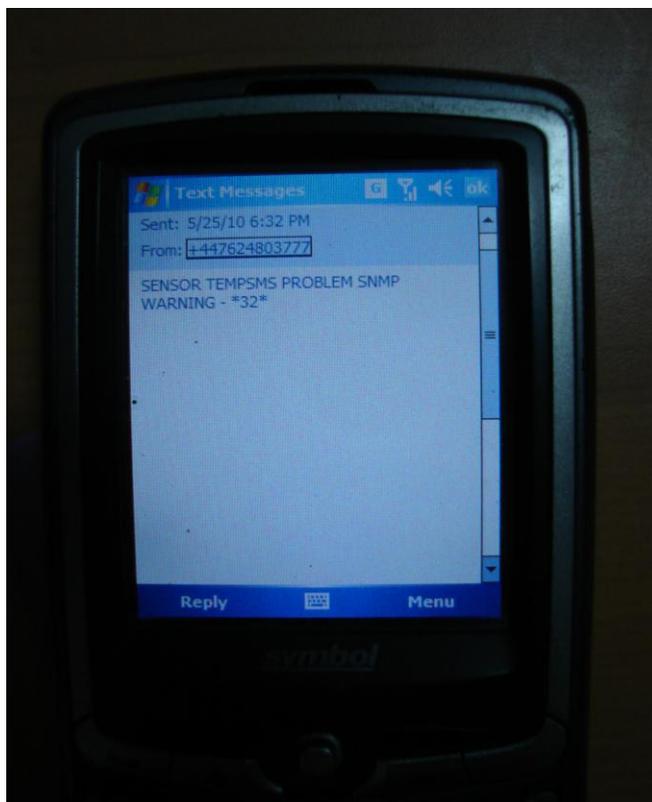


Figura 14. Alarma enviada al responsable vía SMS.

El SMS representa es una ventaja si se compara con el correo electrónico tradicional, ya que la alarma llega al administrador aunque éste no esté conectado a la red de computadoras.

3.4 Análisis económico.

Gracias al concurso patrocinado por el proyecto VLIR en el año 2007, la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas obtuvo como premio un monto de 170 000 euros. Parte de este presupuesto, 70 000 euros, fue destinado a la remodelación del local "La Puerta" y a la adquisición de modernos servidores y dispositivos de conmutación para redes de alta velocidad, por la importancia que este local tiene para la universidad, dado que aquí se encuentran los buzones del correo, los servidores de acceso a Internet, los buscadores, las carpetas de software y de usuarios, que rigen el trabajo

informático de toda la UCLV. Cabe destacar que estos servidores poseen uno de los mayores repositorios de información de los centros del MES con una biblioteca de *softwares* de más de 500 GB.

Para el cuidado de estos valiosos servidores se realizó el proyecto de automatización del local, que contó con la instalación de sensores de temperatura y humedad, movimiento y humo, además de otros dispositivos como: un lector de tarjetas de proximidad RTA-600, un analizador de redes trifásicas WM14-96, un PLC con módulo de adquisición de señales analógicas G7F-ADHA. También fue necesaria la adquisición de cuatro inversores y sus respectivas baterías con el objetivo de garantizar la alimentación ininterrumpida de energía eléctrica a los servidores y demás equipos instalados. Todo este equipamiento complementario importó poco más de 13000CUC.

El mejoramiento del sistema SCADA en LabVIEW propuesto como objeto de estudio de la presente investigación permite, sin costo adicional, el monitoreo constante de las principales variables que garantizan el óptimo funcionamiento de esta gran red de servidores, con el objetivo de maximizar su vida útil. Dicho sistema de supervisión se hace casi imprescindible si se tiene en cuenta que la rotura total o parcial de cualquiera de los servidores podría causar la pérdida de la valiosa información que contienen y que su reposición tardaría no menos de dos meses; situación esta que podría causar un serio daño, ya que aquí se almacena aproximadamente el 85% de toda la información de la universidad.

3.5 Conclusiones del capítulo.

En el presente capítulo se muestra la gran importancia que tiene el cuidado de los servidores de la red del nodo central de la UCLV, constituyendo la fundamental premisa mantener su buen rendimiento y uso; para ellos de debe evitar cualquier posible rotura. Para tal fin se mejoró la aplicación de supervisión creada anteriormente, la cual era incapaz de graficar los parámetros eléctricos leídos por el analizador de redes eléctricas trifásicas instalado en el local. También se logró crear un sistema de gestión de

alarmas, el cual es capaz de enviar mensajes de texto vía email o SMS a los administradores del local; todo esto con las poderosas herramientas brindadas por el LabVIEW. Con la aplicación creada se posibilita el estudio del comportamiento eléctrico y termodinámico del local de los servidores con el objetivo de ajustar los tiempos de aviso y las demoras antes de efectuar acciones manuales por parte de los responsables del local.

CONCLUSIONES

1. El local “La Puerta” está provisto de un potente sistema de respaldo eléctrico, pero éste cubre solamente a los servidores y a los equipos de conmutación.
2. Ante un fallo en la red eléctrica nacional los equipos de climatización se apagan, lo que provoca que la temperatura suba gradualmente.
3. Ante un aumento de la temperatura, se envía una alarma a los administradores del local en cuestión y éstos apagan todos los servidores que no son imprescindibles, quedando sólo cuatro de ellos encendidos.
4. El monitoreo de las variables: temperatura, voltaje, corriente y frecuencia tiene que ser de manera constante, pues cualquier anomalía en sus valores puede provocar la rotura total o parcial de los servidores.
5. El sistema de aviso por correo electrónico y SMS a los administradores mejora de manera notable el funcionamiento y conocimiento del estado del local objeto de estudio.

RECOMENDACIONES

1. Continuar mejorando la aplicación piloto de supervisión realizada, incluyéndole nuevas variables y mejorando el manejo de las alarmas.
2. Instalar el grupo electrógeno lo antes posible para hacer más eficaz la protección de los equipos informáticos relacionados con el tema objeto de estudio.
3. Realizar la instalación del grupo electrógeno para simplificar la situación que surge cuando falla la electricidad.
4. Crear los módulos para el Nagios, que permitan el monitoreo por parte de éste de la información captada por los sensores y la que se encuentra en el PLC.
5. Aislar térmicamente las puertas para mejorar la estabilidad de la temperatura del local y reducir el consumo de los aires acondicionados.
6. Instalar cámaras de video para una lograr un control integral de todo el personal que accede al local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arregoces, M. (2003). Datacenters Fundamentals, Cisco Press.

Bartle, P. (2009). "La naturaleza de la supervisión y la evaluación. Definición y propósito.". Accesible en <http://www.scn.org/mpfc/modules/mon-whts.html>.

Bradley, T. (2006). "Monitoring The Data Center.Tools & Tips For Effectively Keeping An Eye On Things.", accesible en <http://www.processor.com/editorial/article.asp?article=articles/p2818/30p18/30p18.asp>.

Chacón, D. (2002). Supervisión y control de procesos.

Codorniú, R. T. (2006). SISTEMA DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE PROCESOS TECNOLÓGICOS EROS

Corrales, L. (2007). Interfaces de comunicación industrial. Departamento de Automatización y Control Industrial. Quito, Ecuador, Escuela Politécnica Nacional.

D'Sousa, C. (2007). "Sistemas SCADA." Accesible en www.monografia.com.

Electric, S. (2009). "CitectSCADA: Automation and Control." Accesible en www.citect.com.

Izaguirre, E. (2008). Sistemas de automatización. S. Feijóo. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Jayaswal, K. (2005). Administering Data Centers: Servers, Storage, and Voice over IP., Wiley.

Mauro, D. y K. J. Schmidt (2005). Essential SNMP, O'Reilly.

Mendiburu, H. (2005). "Sistemas SCADA: Fundamento teórico." Accesible en <http://hamd.galeon.com>.

Penin, A. R. (2007). Sistemas SCADA. Marcombo and Alfaomega. México.

PERKINS, D. y E. MCGINNIS (1996). Understanding SNMP MIBs, Prentice Hall PTR.

Rocha, O. (2009). SCADA para nodo central de servidores UCLV. Departamento de Automática y Sistemas Computacionales. Santa Clara, Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas.

Scarlet, S. (2005). 19 Ways to Build Physical Security into a Data Center., CSO.

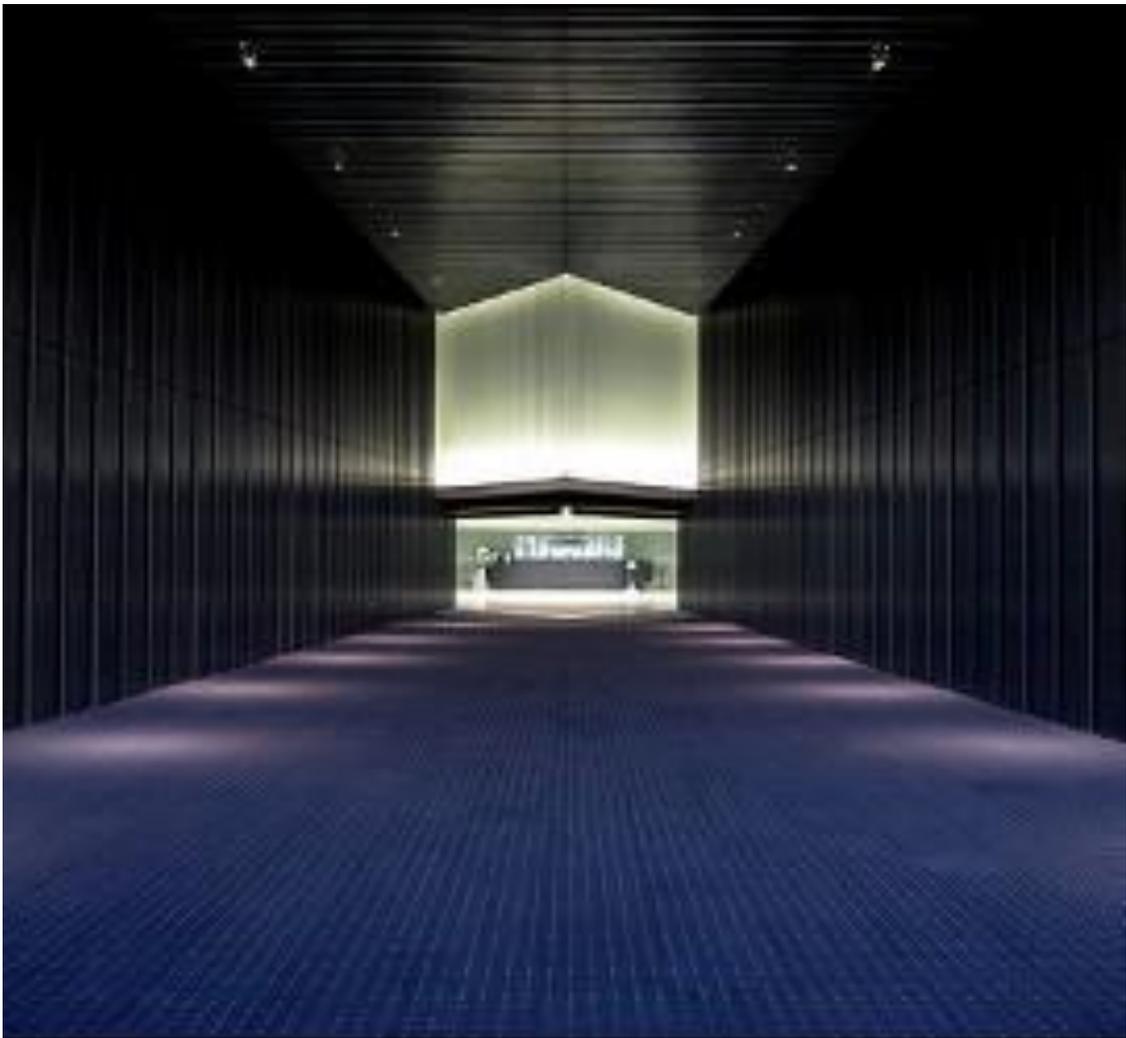
S/A. (2003). "Sistemas SCADA WinCC." Accesible en www.siemens.com.ar.

S/A. (2008). "Ventajas y desventajas de los sistemas automatizados." Accesible en <http://auditoria.obolog.com>.

S/A. (2010). "InTouch." Accesible en www.logiteksa.com.

ANEXOS

Anexo I *Datacenter de Tokio.*



Anexo II Otros *Datacenters*.



Anexo III Estructura física del local La Puerta.

