



13 de Octubre de 2007

Nombre: Luis Eduardo Chavarría Meza

ID: MM2086SOI9069

**MATERIA: SCADA SYSTEM´S &  
TELEMETRY**

**Atlantic International University**

Mexico, City

## Índice

<b>1</b>	<b>Descripción de un Sistema SCADA .....</b>	<b>4</b>
1.1	<u>Definición General del SCADA .....</u>	4
1.2	Necesidades de un sistema SCADA .....	5
1.3	Funciones Principales de un Sistema SCADA .....	5
1.4	Elementos del Sistema .....	6
1.5	Beneficios Mediante el Sistema SCADA .....	8
<b>2</b>	<b>MTU, RTU .....</b>	<b>9</b>
2.1	MTU - Master Terminal Unit.....	9
2.1.1	<u>Funciones .....</u>	9
2.1.2	<u>Hardware y software .....</u>	9
2.1.3	<u>Adquisición de datos .....</u>	10
2.1.10	<u>Trending - Graficación de tendencias .....</u>	14
2.1.15	<u>Procesamiento de alarmas.....</u>	16
2.2	Comunicaciones.....	17
2.2.1	<u>Importancia.....</u>	17
2.3	RTU's Remote Terminal Units .....	17
2.3.1	<u>Fundamentos .....</u>	17
2.3.2	<u>Funcionalidad del Hardware de un RTU .....</u>	18
2.3.3	<u>Funcionalidad del Software de un RTU .....</u>	18
2.3.4	<u>Operación básica .....</u>	19
2.3.5	<u>RTU's pequeños contra RTU's grandes.....</u>	19
2.3.6	<u>Estándares .....</u>	20
2.3.7	<u>PLC's contra RTU's .....</u>	20
<b>3</b>	<b>Breve revisión de DNP 3.0.....</b>	<b>21</b>
3.1	Historia .....	21
3.2	Arquitectura en capas .....	22
3.2.1	<u>Capa Física .....</u>	22
3.2.2	<u>Capa de Transmisión De Datos .....</u>	22
3.2.3	<u>Capa de Pseudo-Transporte .....</u>	23
3.2.4	<u>Capa de Aplicación .....</u>	23
3.3	<u>Organización de la Base de datos .....</u>	24
3.4	<u>Modelo de Reportes.....</u>	25
<b>4</b>	<b>Especificación Funcional General.....</b>	<b>26</b>
4.1	<u>Filosofía Operativa .....</u>	26
4.1.1	<u>Filosofía Inicial de Operación .....</u>	26
4.1.2	<u>Esquema básico del Sistema SCADA .....</u>	26
4.1.3	Tendencia en la Filosofía de Operación .....	28
4.2	Área de Responsabilidad de los Centros de Control.....	29
4.2.1	Centro de Control Principal CCMP .....	29
4.2.2	Centros de Control Alternativo, CMR+R .....	30
4.2.3	Centros de Monitoreo Regional (CMR) .....	30
4.2.4	Centros de Información Regional CIR .....	30
4.2.5	Usuarios Casuales, Servidor WEB .....	30
<b>5</b>	<b>Especificación Funcional del Centro de Control y Monitoreo Principal (CCMP) .....</b>	<b>30</b>
5.1	Funcionalidad.....	30
5.1.1	Sala de Servidores .....	31
5.1.2	Sala de Operaciones .....	31
5.1.3	Sala de Ingeniería .....	31
5.1.4	Sala de Entrenamiento.....	32
5.1.5	Servicios Auxiliares .....	32
5.1.6	Sistema de Comunicaciones.....	32
5.2	Salas de Monitoreo Remoto (CIR) y CMR.....	32

## SCADA System's & Telemetry

5.3	Servidor de Exportación y Web Server.....	33
5.4	Modelo de Ducto y Detección de Pérdidas.....	33
<b>6</b>	<b>Funcionalidad de Salas .....</b>	<b>33</b>
6.1	General .....	33
6.2	Sala de Servidores.....	34
6.2.1	Funcionalidad .....	34
6.2.2	Arquitectura de la Sala .....	34
6.2.3	Control de Acceso .....	34
6.2.4	Red .....	34
6.3	Sala de Operación .....	34
6.3.1	Funcionalidad .....	34
6.3.2	Puestos de operacion.....	35
•	Video Wall .....	35
6.4	Sala de Ingeniería .....	35
6.4.1	Funcionalidad .....	35
6.4.2	Control de Acceso .....	36
6.4.3	Red .....	36
6.5	Sala de Entrenamiento .....	36
6.5.1	Funcionalidad .....	36
6.5.2	Arquitectura .....	36
6.5.3	Condiciones Ambientales y Ergonomía .....	36
6.5.4	Comunicaciones.....	37
<b>7</b>	<b>Telecomunicaciones.....</b>	<b>37</b>
7.1	General .....	337
7.2	Elementos que componen el sistema de comunicaciones por satélite .....	39
7.3	Segmento espacial. Características. ....	40

# 1 Descripción de un Sistema SCADA

## 1.1 Definición General del SCADA

SCADA es el acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos). Es una aplicación de software diseñado con la finalidad de controlar y supervisar datos a distancia, los cuales se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Los sistemas SCADA utilizan la computadora y tecnologías de comunicación para automatizar el monitoreo y el control de procesos industriales. Estos sistemas son de partes integrales de la mayoría de los ambientes industriales complejos o geográficamente dispersos, ya que pueden obtener la información de una gran cantidad de fuentes rápidamente, y la presentan a un operador en una forma amigable. Los sistemas SCADA mejoran la eficacia del proceso de monitoreo y control proporcionando la información oportuna para poder tomar decisiones operacionales apropiadas.

La información generada en el proceso productivo es enviada a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Algunas de las industrias donde se utiliza SCADA son sistemas de gerencia de agua, industria petrolera, energía eléctrica, señales de tráfico, sistemas de tránsito totales, sistemas de control de medio ambiente y sistemas de fabricación.

El flujo de la información de los sistemas SCADA es el siguiente:

- a) El Fenómeno Físico lo constituye la variable que deseamos medir. Dependiendo del proceso, la naturaleza del fenómeno es muy diversa: presión, temperatura, flujo, potencia, intensidad de corriente, voltaje, ph, densidad, etc. Este fenómeno debe ser claro para el sistema SCADA, es decir, una variable eléctrica y para ello se utilizan los sensores o transductores.
- b) Los Sensores o Transductores convierten las variaciones el fenómeno físico en variaciones proporcionales de una variable eléctrica. Las variables eléctricas más utilizadas son: voltaje, corriente, carga, resistencia o capacitancia. Sin embargo, esta variedad de tipos de señales eléctricas debe ser procesada para ser entendida por el computador digital para lo cual se utilizan los acondicionadores de señal.
- c) La función de los Acondicionadores de Señal es la de referenciar estos cambios eléctricos a una misma escala de corriente o voltaje. Además, provee aislamiento eléctrico y filtraje de la señal con el objeto de proteger al sistema de transientes y ruidos originados en campo.
- d) Una vez acondicionada la señal, la misma se convierte en un valor digital equivalente en el bloque de Conversión de Datos. Generalmente, esta función es llevada a cabo por un circuito de conversión analógica/digital.

## SCADA System's & Telemetry

- e) El computador almacena esta información, la cual es utilizada para su Análisis y para la Toma de Decisiones. Simultáneamente, se Muestra la Información al usuario del sistema en tiempo real. Basado en la información, el operador puede tomar la decisión de realizar una acción de control sobre el proceso.
- f) El operador comanda al computador realizar la acción sobre el proceso y de nuevo debe convertirse la información digital a una señal eléctrica. Esta señal eléctrica es procesada por una Salida de Control, el cual funciona como un acondicionador de señal, al cual escala para manejar un dispositivo dado: válvulas, bobinas, set point de un controlador, etc.

### 1.2 Necesidades de un sistema SCADA.

Para que se pueda implementar un sistema SCADA es necesario que el proceso a controlar cumpla con las siguientes características:

- a) El número de variables a monitorear es alto.
- b) El proceso está geográficamente distribuido. Esta condición no se limita, ya que puede instalarse un SCADA para la supervisión y control de un proceso concentrado en una localidad.
- c) La información del proceso se necesita en el momento en que se producen los cambios, o sea, la información se requiere en tiempo real.
- d) Optimizar y facilitar las operaciones de la planta, así como la toma de decisiones, tanto gerenciales como operativas.
- e) 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.
- g) La complejidad y velocidad del proceso permiten que la mayoría de las acciones de control sean iniciadas por un operador. En caso contrario, se requerirá de un Sistema de Control Automático, el cual lo puede constituir un Sistema de Control Distribuido, PLC's, Controladores a Lazo Cerrado o una combinación de ellos.

### 1.3 Funciones Principales de un Sistema SCADA

Dentro de las funciones básicas realizadas por un sistema SCADA están las siguientes:

- a) **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.
- b) **Control remoto de instalaciones y equipos:** Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar interruptores, prender motores, etc.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.

## SCADA System's & Telemetry

- c) **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.
- d) **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.
- e) **Generación de reportes:** El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- f) **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.
- g) **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.
- h) **Programación de eventos:** Esta referido a la posibilidad de programar subprogramas que brinden automáticamente reportes, estadísticas, gráfica de curvas, activación de tareas automáticas, etc.

### 1.4 Elementos del Sistema

Un sistema SCADA esta conformado por:

- a) **Interfaz Operador – Máquinas (HMI):** 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 de SCADA incluye un interfaz utilizador, generalmente llamado el Human Machine Interface (HMI). El HMI de un sistema SCADA 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. Esta interfaz incluye generalmente los controles donde el operador se puede interconectar con el sistema de SCADA.

HMI es una manera fácil de estandarizar la supervisión de las RTU's múltiples o de los PLC's (Controlador Lógico Programable). La voluntad generalmente de las RTU o de los PLC's funciona un proceso preprogramado, pero la supervisión de ellos individualmente puede ser difícil, generalmente porque se separan hacia fuera sobre el sistema. Porque la RTU y el PLC no tenían históricamente ningún método estandarizado para exhibir o para presentar datos a un operador, el sistema SCADA se comunica con los PLC's a través de la red del sistema y procesa la información que es diseminada fácilmente por el HMI.

## SCADA System's & Telemetry

El poder de la HMI también se vincula a una base de datos, que puede utilizar los datos recopilados de los PLC's o de las RTU's 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 aún para hacer accesibles la localización de averías.

- b) **Unidad Terminal Maestra (MTU):** Cuando hablamos de la Unidad Terminal Maestra nos referimos a los servidores y el software responsable para comunicarse con el equipo del campo (RTU's, PLC's, etc.). En estos se encuentra el software HMI corriendo para las estaciones de trabajo en el cuarto de control o en cualquier otro lado. En un sistema SCADA pequeño, la Unidad Terminal Maestra puede estar en una sola pero en un sistema SCADA a gran escala, la Unidad Terminal Maestra puede incluir muchos servidores, aplicaciones de software distribuido, y sitios de recuperación de desastres.

Esta terminal 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 procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.

- c) **Unidad Terminal Remota (RTU):** RTU es un dispositivo instalado en una posición remota que obtiene datos, los descifra en un formato y transmite los datos de nuevo a una unidad terminal maestra (MTU). La RTU también recoge la información del dispositivo principal y pone los procesos en ejecución que son dirigidos por la MTU.

La RTU se conecta al equipo físicamente y lee los datos de estado como abierto/cerrado desde una válvula o un intercambiador, lee las medidas como presión, flujo, voltaje o corriente y así la RTU puede enviar señales que pueden controlar los dispositivos para abrirlos, cerrarlos, intercambiar la válvulas, configurar la velocidad de una bomba, etc.

La RTU es capaz de ejecutar programas simples autónomos sin la participación de la Unidad Terminal Maestra (MTU) del sistema SCADA, para simplificar el despliegue y proporcionar la redundancia por razones de seguridad. La RTU en un sistema de gerencia tiene típicamente un código para modificar su comportamiento cuando los interruptores de invalidación físicos son accionados, por ejemplo el movimiento de una palanca durante el mantenimiento por el personal correspondiente. Esto se hace por razones de seguridad; una pérdida de comunicación entre los operadores de sistema y el personal del mantenimiento podría hacer que operadores del sistema cometan un error al permitir el paso de energía, el activar el funcionamiento de una bomba, etc.

Las especificaciones importantes para las RTU's incluyen el tipo de la comunicación, el número de puertos, y el tamaño de la memoria. Una RTU tiene una interfaz de comunicaciones, generalmente serial (RS232, RS485, RS422) Ethernet, Modbus, propietario o cualquier combinación. Un microprocesador simple, sensores ambientales, interruptores de invalidación y un bus que se utilice para establecer comunicación con los dispositivos y/o los tableros de la interfaz. El bus utilizado es el bus de dispositivo o

## **SCADA System´s & Telemetry**

bus de campo. Las RTU´s utilizan radio, video, teléfono o las comunicaciones de lazo que estén disponibles.

- d) **Sistema de Comunicaciones:** Se encarga de la transferencia de información del 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.
- e) **Transductores:** Un transductor es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente de salida. El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza, aunque no necesariamente la dirección de la misma. Es un dispositivo usado para obtener la información de entornos físicos y conseguir (a partir de esta información) señales o impulsos eléctricos o viceversa. En este caso permitirá 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.

### **1.5 Beneficios Mediante el Sistema SCADA**

Con el desarrollo de estos sistemas se ha logrado obtener una serie de beneficios los cuales pueden ser resumidos de la siguiente forma.

- 1) Mejora en la productividad del personal operador, instrumentista y de mantenimiento, así como una operación con mayor seguridad.
- 2) Menor riesgo de contaminación ambiental.
- 3) Reducir costos; menor costo operativo, debido al menor costo de operación y mantenimiento.
- 4) Reasignar o reducir personal.
- 5) Menor costo de transporte por movilización de personal.
- 6) Reducir requerimientos de control futuros.
- 7) Mejora en el factor de servicio de los equipos e instrumentos.
- 8) Reducción de la incidencia de fallas.
- 9) Modernizar sistemas de control obsoletos, o basados exclusivamente en hardware
- 10) Disponibilidad de la información real para los distintos niveles de la empresa.
- 11) Ser más competitivos y ofrecer un mejor servicio.

## 2 MTU, RTU

### 2.1 MTU - Master Terminal Unit

#### 2.1.1 Funciones

La parte más visible de un sistema SCADA es la estación central o MTU. Éste es el "centro neurálgico" del sistema, y es el componente del cual el personal de operaciones se valdrá para ver la mayoría de la planta. Una MTU a veces se llama HMI -Human Machine Interface, interfaz ser humano - máquina -.

Las funciones principales de una MTU de SCADA son:

- **Adquisición de datos**. Recolección de datos de los RTU's.
- **Trending**. Salvar los datos en una base de datos, y ponerlos a disposición de los operadores en forma de gráficos.
- **Procesamiento de Alarmas**. Analizar los datos recogidos de los RTU's para ver si han ocurrido condiciones anormales, y alertar a personal de operaciones sobre las mismas.
- **Control**. Control a Lazo Cerrado, e iniciados por operador.
- **Visualizaciones**. Gráficos del equipamiento actualizado para reflejar datos del campo.
- **Informes**. La mayoría de los sistemas SCADA tienen un ordenador dedicado a la producción de reportes conectado en red (LAN o similar) con el principal.
- **Mantenimiento del Sistema Mirror**, es decir, 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 corporativos para, por ejemplo, el procesamiento de órdenes de trabajo, de compra, la 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, puntos de cambio de alarmas, y en general, reconfigurar el sistema.
- **Aplicaciones especiales**. Casi todos los sistemas SCADA tendrá cierto software de aplicación especial, asociado generalmente al monitoreo y al control de la planta.
- **Sistemas expertos, sistemas de modelado**. Los más avanzados pueden incluir sistemas expertos incorporados, o capacidad de modelado de datos.

#### 2.1.2 Hardware y software

La MTU de SCADA se puede correr en la mayoría de las plataformas. Los sistemas tendieron históricamente a ser propietarios y muy especializados, y donde fueron utilizados sistemas operativos de fines generales, tendieron a ser modificados pesadamente. Esto era debido a que los requisitos de SCADA superaban los límites de la tecnología disponible y, por razones de performance, tendieron a proporcionar sistemas gráficos por encargo, a usar bases de datos en

## SCADA System's & Telemetry

tiempo real (con gran parte de la base de datos en memoria), y a menudo el hardware debió ser modificado para estos requisitos particulares.

La serie Digital Equipment Corporation PDP11 y el sistema operativo RSX11M eran quizás la plataforma más común en los SCADA de los años 70 y principios de los 80. Posteriormente, Unix comenzó a ser el sistema operativo de más frecuente elección. Mientras la potencia de la PC aumentaba, los sistemas Intel llegaron a ser muy comunes, aunque las plataformas DEC Alfa, y otras estaciones de trabajo de fines elevados estén aún en uso. En épocas recientes Windows NT ha alcanzado alta aceptación dentro de la comunidad SCADA, aunque los sistemas muy grandes siguen siendo probablemente estaciones de trabajo Unix (QNX o Solaris) más veloces en sus respuestas.

Actualmente la industria se está desarrollando claramente hacia estándares abiertos: ODBC, INTEL PCs, sistemas estándares de gráficos, e interconectividad a sistemas de computación corrientes. En años recientes ha aparecido en el mercado un importante número de sistemas SCADA sobre plataformas INTEL PC, ya que éstas están aumentando rápidamente su capacidad y performance. Ejemplos de ellos son Citect, FIX de Intellution, KEPware y Wonderware.

### 2.1.3 Adquisición de datos

La función de adquisición de datos de un sistema SCADA es obviamente una función preponderante. Hay un número de características asociadas a la adquisición de datos.

### 2.1.4 Interrogación, informes por excepción, y transmisiones iniciadas por RTU's.

Los primeros sistemas SCADA tenían RTU's *bobos* y el sistema central debía utilizar un sistema de interrogación (polling) para tener acceso a sus datos. El Master controlaba todas las comunicaciones, y un RTU *nunca hablaba a menos que fuera interrogado*. El Master *preguntaba* así a cada RTU alternadamente, pidiendo que le envíen sus datos.

El RTU haría lo necesario para recuperar los últimos datos de sus instrumentos (además de la conversión de señales analógicas a digitales) y después contestaría a la petición del Master. Al ser controladas las comunicaciones por el Master, éste registraba los datos con la hora de recepción, muchas veces muy distinta a la hora en que fueron generados.

Algunas variaciones en esto se han introducido para mejorar la eficacia de comunicaciones. El Master podía solicitar solamente algunos de los datos de un RTU en cada encuesta principal, y extraería los datos menos importantes en una segunda encuesta disparada con una frecuencia más baja.

Con RTU's más inteligentes, se podían explorar independientemente sus entradas de información, sobre una base continua, e incluso agrupar por hora los datos. El Master entonces preguntaría al RTU si tiene cualquier cosa para informar. Si nada hubiera cambiado desde la vez última, el RTU respondería *sin novedad*, y el Master se movería al RTU siguiente. Para asegurarse de que un cierto acontecimiento no fue salteado, ocasionalmente el Master haría una encuesta completa como un *chequeo de salud*.

Está claro lo que implica cuando una entrada de información digital ha cambiado, pero el uso del informe por excepción con valores analógicos significa que un cierto cambio del umbral está definido (típicamente 1-2%), y sobre éste se ha producido algún cambio.

## **SCADA System's & Telemetry**

El informe por excepción puede reducir dramáticamente el tráfico de comunicaciones, siempre y cuando los datos estén cambiando en forma relativamente lenta. Cuando se están midiendo parámetros altamente volátiles puede aumentar drásticamente el tráfico. En este caso una solución es poner estos parámetros volátiles en una encuesta rutinaria, sacrificando una cierta exactitud en la hora de registro en pos de la reducción del tráfico.

El acercamiento más sofisticado es permitir que el RTU reporte por excepción sin la encuesta previa por parte del Master. Esto significa que el sistema de comunicaciones no se está utilizando para las repetidas encuestas con *sin novedad* siendo la respuesta más frecuente. Esto permite que un sistema típico controle muchos más RTU's con la misma anchura de banda de comunicaciones. Como los asuntos asociados con parámetros altamente volátiles todavía existen, un *chequeo de salud* en background sigue siendo necesario, de otro modo un RTU podría salir de servicio y el sistema nunca se daría por enterado.

Para utilizar esta técnica, el protocolo de comunicación debe tener la capacidad de proporcionar las direcciones de destino del mensaje, y de la fuente del mismo.

Este sistema también implica que dos RTU's pueden transmitir simultáneamente, interfiriendo uno con otro. Un sistema SCADA normalmente repetirá la transmisión si no recibe un acuse de recibo dentro de cierto tiempo. Si interfieren dos RTU's transmitiendo simultáneamente, y, luego si ambos poseen el mismo tiempo de reenvío, interferirán otra vez. Por esta razón, el acercamiento típico es repetir el envío después de un período aleatoriamente seleccionado.

El uso de timeouts al azar puede no ser suficiente cuando por ejemplo ha habido un apagón extenso. Incluso con recomprobaciones al azar, puede haber tanto tráfico que el RTU todavía no podrá conseguir realizar la transmisión. Por esta razón una mejora que es deseable es que después de 5 intentos, el período de recomprobación se fije en por ejemplo 1 minuto.

### **2.1.5 Manejo de fallas de comunicaciones**

Un sistema SCADA debe ser muy confiable. Los sistemas de comunicación para los sistemas SCADA se han desarrollado para manejar comunicaciones pobres de una manera predecible. Esto es especialmente importante donde está implicado el control - podría ser desastroso si las fallas de comunicaciones causaran que el sistema SCADA haga funcionar inadvertidamente el sector incorrecto de la planta.

Los sistemas SCADA hacen uso típicamente de las técnicas tradicionales de la paridad, del chequeo de sumas polinómicas, códigos de Hamming y demás. Sin embargo no confían simplemente en estas técnicas. La operatoria normal para un sistema SCADA es esperar siempre que cada transmisión sea reconocida. El sistema de interrogación que emplea tiene seguridad incorporada, en la que cada estación externa está controlada y debe periódicamente responder. Si no responde, entonces un número predeterminado de recomprobaciones será procurado. Las fallas eventualmente repetidas harán que el RTU en cuestión sea marcado como "fuera de servicio" (en un sistema de interrogación una falla de comunicación bloquea la red por un período de tiempo relativamente largo, y una vez que se haya detectado una falla, no hay motivo para volver a revisar).

La exactitud de la transmisión de un SCADA se ha mirado tradicionalmente como tan importante que la aplicación SCADA toma directamente la responsabilidad sobre ella. Esto se produce en contraste con protocolos de comunicación más generales donde la responsabilidad de transmitir datos confiablemente se deja a los mismos protocolos. A medida que se utilicen

## **SCADA System's & Telemetry**

protocolos de comunicación más sofisticados, y los proveedores de SCADA comiencen a tomar confianza con ellos, entonces la responsabilidad de manejar errores será transferida al protocolo.

### **2.1.6 Los protocolos de comunicación**

Se han desarrollado técnicas para la transmisión confiable sobre medios pobres, y es así que muchas compañías alcanzaron una ventaja competitiva respecto de sus competidoras simplemente debido al mérito técnico de sus protocolos. Estos protocolos por lo tanto tendieron a ser propietarios, y celosamente guardados.

Esto no representaba un problema al instalar el sistema, aunque sí cuando eran requeridas extensiones. Lo obvio y casi absolutamente necesario era acudir de nuevo al proveedor original. No era generalmente factible considerar el uso de un protocolo distinto, pues eran generalmente mutuamente excluyentes. Los progresos recientes han considerado la aparición de un número apreciable de protocolos "abiertos". IEC870/5, DNP3, MMS son algunos de éstos.

Los mejores de estos protocolos son los multicapa completamente "encapsulados", y los sistemas SCADA que utilizan éstos pueden confiar en ellos para garantizar la salida de un mensaje y el arribo a destino. Un número de compañías ofrece los códigos fuente de estos protocolos, y otras ofrecen conjuntos de datos de prueba para testear la implementación del mismo. Por medio de estos progresos está llegando a ser factible, por lo menos a este nivel, considerar la interoperabilidad del equipamiento de diversos fabricantes. Como documento adjunto se dará una breve descripción del protocolo DNP 3.0.

### **2.1.7 Las redes de comunicación**

SCADA tiende a utilizar la mayoría de las redes de comunicación disponibles.

Los sistemas SCADA basados en **transmisión radial** son probablemente los más comunes. Éstos evolucionaron con el tiempo, y lo más básico es el uso de FSK (frequency shift keying - codificación por conmutación de frecuencia) sobre canales de radio analógicos. Esto significa que aquellos 0 y 1 son representados por dos diversas frecuencias (1800 y 2100 hertzios son comunes). Estas frecuencias se pueden sintetizar y enviar sobre una radio de audio normal. Velocidades de hasta 1200 baudios son posibles.

Una consideración especial necesita ser dada al retardo de RTS (request to send - petición de enviar) que normalmente se presenta. Esto se produce porque una radio se tomará algún tiempo después de ser encendida (on) para que la señal alcance niveles aceptables, y por lo tanto el sistema SCADA debe poder configurar estos retardos. La mayoría de las otras consideraciones con respecto a radio y SCADA se relacionan con el diseño básico de la red de radio.

**Servicios basados en satélites.** Hay muchos de éstos, pero la mayoría son muy costosos. Hay situaciones donde no hay alternativas. No obstante, existe un servicio basado en satélites que es económico: los sistemas VSAT: Very Small Aperture Terminal. Con VSAT, usted alquila un segmento del espacio (64k o más), y los datos se envían de un sitio remoto a un hub vía satélite.

Hay dos tipos de hubs. El primero es un sistema proporcionado típicamente por un proveedor de servicios de VSAT. La ventaja es un costo fijo para los datos aunque su implementación puede costar muy cara. La otra consideración para éstos es la necesidad de un "backlink" del

## SCADA System's & Telemetry

hub al centro de SCADA. Esto puede ser de un costo considerable. El otro tipo de sistema utiliza un hub pequeño (los clásicos de LAN estructuradas) que se puede instalar con el Master. Este es más barato, pero la administración del hub es responsabilidad exclusiva del propietario de SCADA. La interfaz a cualquier tipo de sistema de VSAT implica el uso de protocolos utilizados por el sistema de VSAT - quizás TCP/IP.

**Modbus** es un protocolo de comunicaciones desarrollado para el mundo del PLC, y fue definido para el uso de las conexiones por cable. Aunque los proyectos procuran con frecuencia utilizar Modbus sobre radio, éste está trayendo problemas, fundamentalmente con los temporizadores. En cualquier caso, Modbus es incompleto como un protocolo para SCADA, y existen alternativas mejores tales como DNP3. Modbus tiene su campo de aplicación en comunicaciones con PLC's sobre una conexión por cable.

**Sistemas Landline.** Éstos son comúnmente usados, pero una gran cantidad de sistemas SCADA implican el uso de la radio para substituir landlines ante una falla. Las termitas y el relámpago son problemas comunes para los landlines.

### 2.1.8 Procesadores de Comunicaciones Front End.

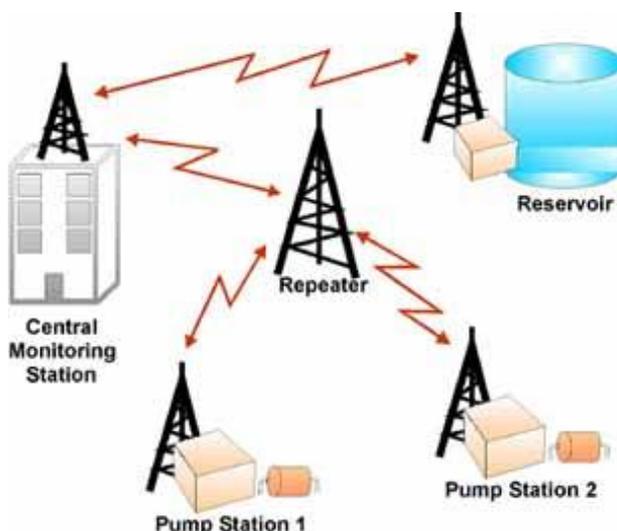
El "centro" de SCADA consiste típicamente en una colección de computadoras conectadas vía LAN (o LAN redundante). Cada máquina realiza una tarea especializada. La responsabilidad de la colección de datos básicamente puede residir en una de ellas (con un sistema mirror), las visualizaciones pueden ser manejadas por una segunda computadora, etcétera.

Una función asignada típicamente a una computadora separada es la interfaz a la red de comunicaciones. Ésta manejará toda la interconexión especializada a los canales de comunicaciones, y en muchos casos realizará la conversión del protocolo de modo que el sistema principal pueda contar con datos entrantes en un formato estándar.

### Radio

La telemetría de radio es probablemente la tecnología base de SCADA.

La velocidad de transmisión de datos sobre radio estaba en su momento limitada al rango 300 baudios a 1200 baudios, pero las radios de datos modernas soportan hasta 9600 baudios (e incluso hasta 64k). Una red de radio que funciona en la banda de 900 Mhz es autorizada normalmente para utilizar 12,5 o 25 kHz de ancho de banda. En 25 kHz, las velocidades de 9600 baudios pueden ser alcanzadas, pero en 12,5 kHz solamente 4800 baudios son posibles con el equipamiento actual.



Una red de radio típica consiste en una conversación a través del repetidor situado en algún punto elevado, y un número de RTU's que comparten la red. Todos los RTU's "hablan" sobre una frecuencia (F1) y escuchan en una segunda frecuencia (F2). El repetidor escucha en F1, y retransmite esto en F2, de modo que un RTU que transmite un mensaje en F1, lo tiene retransmitido en F2, tal que el resto de RTU's pueda oírlo. Los mensajes del Master viajan sobre un enlace de comunicación dedicado hacia el repetidor y son difundidos desde el repetidor en F2 a

## **SCADA System's & Telemetry**

todos los RTU's. Si el protocolo de comunicaciones usado entre el Master y el repetidor es diferente al usado en la red de radio, entonces debe haber un "Gateway" en el sitio del repetidor. Este hecho permitiría utilizar los protocolos apropiados para cada uno de los medios. Se ha utilizado con éxito DNP3 sobre la red de radio y después encapsulado el DNP3 en el TCP/IP para permitir que una red de fines generales lleve los datos al Master.

El número de RTU's que puede compartir un repetidor depende de un número de factores. En primer lugar el tipo de equipo de radio puede afectar esto, teniendo en cuenta el retardo en alcanzar una señal estable. La aplicación también es un factor importante, ya que de ella depende el tiempo de respuesta requerido. Las características del protocolo (la interrogación, informe por excepción, las transmisiones iniciadas por el RTU) también pueden ser significativas. La velocidad tiene obviamente un impacto también.

### **2.1.9 Los circuitos telefónicos**

Tienen algunas implicaciones importantes para un sistema SCADA. En primer lugar la administración de módems en campo puede ser molesta. En segundo lugar el RTU debe poder salvar datos mientras el módem está desconectado, para después transmitirlos cuando se establece la conexión.

Preferiblemente el RTU debe poder iniciar la llamada cuando ocurre una alarma, o sus buffers de datos corren el riesgo de desbordar. El Master debe poder manejar la recepción de este cúmulo de datos, y al mismo tiempo "rellenar" su base de datos, generar los gráficos, etcétera. Algunos informes producidos por el Master pueden necesitar ser corregidos cuando llegan los datos.

### **2.1.10 Trending - Graficación de tendencias**

El recurso de trending es una función base incluida en cada sistema SCADA. La computadora se puede utilizar para resumir y exhibir los datos que está procesando. Las tendencias (gráficos) de valores analógicos sobre el tiempo son muy comunes. Recoger los datos y resumirlos en informes para los operadores y gerencia son características normales de un sistema SCADA.

### **2.1.11 Características**

El recurso de trending incluye elementos tales como diagramas X-Y, la capacidad de re-escalar la tendencia mientras es mostrada, la capacidad de visualizar coordenadas para seleccionar una característica en la tendencia y visualizar los valores asociados a ella, histogramas, múltiples valores independientes en una tendencia, y gráficos de información de estado.

El sistema de trending trabaja normalmente creando un archivo para cada tendencia con "casilleros" para los valores de datos que se renovarán en una frecuencia especificada (máximo ratio de trending). A medida que se adquieren los datos de campo, se ubican en los archivos de tendencia, quedando disponibles para su posterior análisis. Hay normalmente un límite superior a la cantidad de datos que puedan ser guardados (ejemplo un año de datos).

### **2.1.12 Particularidades del Almacenaje de datos**

El uso de archivos de tendencia con casilleros para los datos, renovados en los intervalos especificados, puede causar dificultades cuando se usa la característica de Reporte por Excepción. Los problemas pueden ser aún mayores cuando se incluyen en el sistema "dial-up" RTU's por las posibles desconexiones. El sistema SCADA debe tener la capacidad de llenar los archivos de tendencia en estas circunstancias. Un set SCADA no está preparado para hacer esto automáticamente, y se debe tener sumo cuidado al configurar y especificar las características de trending para lograrlo.

Algunos sistemas no permiten que todas las variables sean afectadas al trending de datos. Cuando se desee ver una tendencia para un valor actualmente no configurado para trending, debe entonces ser afectado al trending de datos, y luego habrá que esperar hasta que se hayan salvado suficientes datos para que el gráfico sea consistente y aporte los datos de tendencia. Esto no es útil si estamos procurando encontrar fallas.

### **2.1.13 Qué especificar?**

Lo siguiente es indicativo de una especificación típica para el trending de datos.

1. Se deberán proporcionar la capacidad de trending de variables en tiempo real, históricas, análogas y de estado, en función del tiempo y diagramas de una variable contra otras variables (por ejemplo, lectura de cabezales contra flujo para analizar la eficiencia de una bomba).
2. Las bases de tiempo para cada tendencia deberán ser configurables a partir de una muestra por minuto a una muestra por semana (u otros valores que puedan ser deseables especificar).
3. Serán proporcionados histogramas, gráficos de barra y X-Y, gráficos de Y-T, etc.
4. Por lo menos cuatro puntos independientes serán configurables para cada pantalla de visualización de tendencias para trending simultáneo.
5. Será posible vía un puntero o una línea seleccionar una muestra individual y hacer que el sistema exhiba el valor para esa muestra.
6. También será posible, o en la configuración o durante la visualización, asignar mayor o menor magnitud a la escala vertical para cada punto (por ejemplo en vez de 0-100%, hacer un zoom sobre 20-50%).
7. Al ver tendencias, será posible aumentar o disminuir el rango de tiempo de los datos disponibles.
8. La configuración de las tendencias, incluyendo la asignación de los puntos de trending, y la selección de los períodos que se visualizarán para cada punto, serán opciones de menú.
9. Cuando la recuperación de datos de campo se vea demorada por alguna razón, por ejemplo, debido a fallas de comunicación, o debido al uso de las técnicas de Reportes por Excepción, los datos serán salvados retrospectivamente en los archivos de tendencia.

### **2.1.14 La interrogación, el informe por Excepción, y transmisiones iniciadas por RTU's.**

Obviamente los datos no se pueden almacenar en los archivos de tendencia con mayor exactitud o frecuencia de las que son adquiridos de campo. Un sistema de interrogación simple por lo tanto salva los datos condicionado por la frecuencia de interrogación. No obstante es más normal ahora que un sistema de interrogación utilice las técnicas de Reportes por Excepción, en las cuales los valores no se transmiten del campo a menos que haya un cambio significativo. Para un valor analógico esto puede ser un porcentaje especificado del valor a escala completa. Por lo tanto la tendencia mostrará una línea plana, mientras que pudo haber habido un cambio pequeño.

En Sistemas donde los RTU's inician la transmisión, ante un cambio significativo, tienen una característica similar. Los sistemas que utilizan "dial-up" RTU's típicamente transmitirán los datos una vez al día. El RTU puede iniciar una transmisión, pero normalmente sólo en una condición de alarma. El sistema debe poder "rellenar" estos datos retrasados. Una situación similar se presenta cuando las comunicaciones se pierden por alguna razón con un RTU enlazado por radio. Cuando se restablecen las comunicaciones, una "reserva" de datos llegará y sucederá lo mismo.

### **2.1.15 Procesamiento de alarmas**

La característica del procesamiento de alarmas se ha asociado siempre a las funciones de las áreas de control de la planta. La computadora procesa todos los datos como vienen del campo, y considera si la variable ha entrado en alarma. Para los valores digitales, uno de los estados (0 o 1) se puede señalar como estado de alarma. Para valores analógicos es normal que se definan límites de alarmas tal que si el valor cae fuera de estos límites, considerarlo como en alarma.

Las alarmas se clasifican normalmente en varios niveles de prioridad, con la prioridad más alta siendo a menudo reservada para las alarmas de seguridad. Esto permite que el operador seleccione una lista de las alarmas más importantes.

Cuando un punto entra en alarma, debe ser validada por el operador. Un código es asociado a veces por el operador en ese momento para explicar la razón de la alarma. Esto ayuda en el análisis posterior de los datos. Es común tener cierto anuncio audible de la alarma, alguna señal sonora en la sala de operaciones.

Un problema común para los sistemas SCADA es la "inundación" de alarmas. Cuando ocurre un trastorno importante del proceso, a menudo un evento de alarma causa otro y así sucesivamente. A menudo en el entusiasmo inicial, los límites de alarma se especifican firmemente, y aún en valores que no son realmente importantes. La inundación de alarmas resultante puede abrumar al personal de operaciones, y ocultar la causa inicial del problema.

### **2.1.16 Características**

Los recursos de alarmas incluyen la capacidad de identificar al personal de operaciones por su login, y exhibir solamente las alarmas relevantes a su área de responsabilidad, y de suprimir alarmas, por ejemplo, cuando la planta está bajo mantenimiento. Algunos sistemas sofisticados pueden resolver la inundación de alarmas identificando secuencias de causas y efectos.

### **2.1.17 La interrogación, el informe por Excepción, y transmisiones iniciadas por RTU's.**

Cuando los sistemas SCADA no interrogan regularmente todos los sitios, sino que por el contrario confían en la transmisión iniciada por el RTU, si se detectara una condición de error o un cambio significativo en un valor, existe la posibilidad de que el RTU o las comunicaciones puedan fallar, y el evento pase desapercibido. Para solucionar esto, se dispara un "chequeo de salud" en background, en el cual cada RTU es interrogado con una frecuencia determinada por el tiempo que se considere prudente en que una alarma no sea detectada.

## **2.2 Comunicaciones**

### **2.2.1 Importancia**

La característica distintiva de los sistemas SCADA es su capacidad de comunicación. Como ya se ha dicho, comparado a los DCS (Distributed Control Systems - sistemas de control distribuido) considerados a menudo dentro de una planta o de una fábrica, un sistema SCADA cubre generalmente áreas geográficas más grandes, y utiliza muchos medios de comunicaciones diversos (y a menudo relativamente no fiables). Un aspecto importante de la tecnología de SCADA es la capacidad de garantizar confiablemente la salida de datos al usar estos medios. Los sistemas SCADA utilizaron inicialmente enlaces de comunicación lentos. Cálculos cuidadosos debieron ser hechos para evaluar los volúmenes de datos probables esperados, y asegurar que la red de comunicaciones fuera capaz de resolver las demandas.

Todo lo relacionado a las redes de comunicación se ha desarrollado más arriba.

## **2.3 RTU's Remote Terminal Units**

### **2.3.1 Fundamentos**

El SCADA RTU es una pequeña y robusta computadora que proporciona inteligencia en el campo para permitir que el Master se comunique con los instrumentos. Es una unidad stand-alone (independiente) de adquisición y control de datos. Su función es controlar el equipamiento de proceso en el sitio remoto, adquirir datos del mismo, y transferirlos al sistema central SCADA.

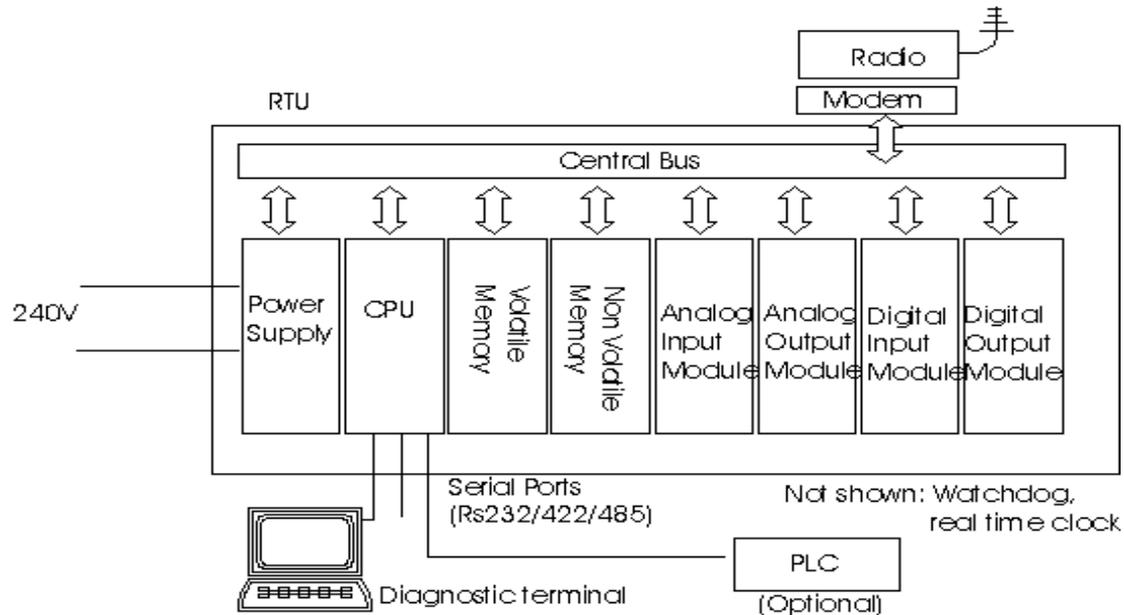
Hay dos tipos básicos de RTU's- "single boards" (de un solo módulo), compactos, que contienen todas las entradas de datos en una sola tarjeta, y "modulares" que tienen un modulo CPU separado, y pueden tener otros módulos agregados, normalmente enchufándolos en una placa común (similar a una PC con una placa madre donde se montan procesador y periféricos).

Un RTU single board tiene normalmente I/O fijas, por ejemplo, 16 entradas de información digitales, 8 salidas digitales, 8 entradas de información analógicas, y 4 salidas analógicas. No es normalmente posible ampliar su capacidad.

## SCADA System's & Telemetry

Un RTU modular se diseña para ser ampliado agregando módulos adicionales. Los módulos típicos pueden ser un módulo de 8 entradas análogas, un módulo de 8salidas digitales.

### 2.3.2 Funcionalidad del Hardware de un RTU



El hardware de un RTU tiene los siguientes componentes principales:

- CPU y memoria volátil (RAM).
- Memoria no volátil para grabar programas y datos.
- Capacidad de comunicaciones a través de puertos seriales o a veces con módem incorporado.
- Fuente de alimentación segura (con salvaguardia de batería).
- Watchdog timer (que asegure reiniciar el RTU si algo falla).
- Protección eléctrica contra fluctuaciones en la tensión.
- Interfaces de entrada-salida a DI/DO/AI/AO's.
- Reloj de tiempo real.

### 2.3.3 Funcionalidad del Software de un RTU

Todos los RTU's requieren la siguiente funcionalidad. En muchos RTU's éstas se pueden mezclar y no necesariamente ser identificables como módulos separados.

- Sistema operativo en tiempo real.
- Driver para el sistema de comunicaciones, es decir la conexión con el Master.
- Drivers de dispositivo para el sistema de entrada-salida a los dispositivos de campo.

## SCADA System's & Telemetry

- Aplicación SCADA para exploración de entradas de información, procesamiento y el grabado de datos, respondiendo a las peticiones del Master sobre la red de comunicaciones.
- Algún método para permitir que las aplicaciones de usuario sean configuradas en el RTU. Ésta puede ser una simple configuración de parámetros, habilitando o deshabilitando entradas-salidas específicas que invalidan o puede representar un ambiente de programación completo para el usuario.
- Diagnóstico.
- Algunos RTU's pueden tener un sistema de archivos con soporte para descarga de archivo, tanto programas de usuario como archivos de configuración.

### **2.3.4 Operación básica**

El RTU operará la exploración de sus entradas de información, normalmente con una frecuencia bastante alta. Puede realizar algún procesamiento, por ejemplo cambios de estado, timestamping de cambios, y almacenaje de datos que aguardan el polling del Master. Algunos RTU's tienen la capacidad de iniciar la transmisión de datos al Master, aunque es más común la situación donde el Master encuesta a los RTU's preguntando por cambios. El RTU puede realizar un cierto procesamiento de alarmas. Cuando es interrogado el RTU deber responder a la petición, la que puede ser tan simple como *dame todos tus datos*, o una compleja función de control para ser ejecutada.

### **2.3.5 RTU's pequeños contra RTU's grandes**

Los RTU's son dispositivos especiales fabricados a menudo por pequeños proveedores en pequeños lotes de algunos cientos, normalmente para los mercados domésticos. Por lo tanto no todos los RTU's soportan toda la funcionalidad descrita. Un RTU's más grande puede ser capaz de procesar centenares de entradas de información, y aún controlar el funcionamiento de "sub RTU's" más chicos. Éstos son obviamente más costosos. La potencia de procesamiento de un RTU se extiende desde pequeños procesadores de 8 bits con memoria mínima hasta sofisticados RTU's más grandes capaces de recolectar datos en el orden del milisegundo.

### **Algunos tipos (medidas) de RTU's**

- Sistemas stand-alone minúsculos que emplean las mismas baterías por un año entero o más. Estos sistemas registran los datos en la EPROM o FLASH ROM y descargan sus datos cuando son accedidos físicamente por un operador. A menudo estos sistemas usan procesadores de chip simple con memoria mínima y pueden no ser capaces de manejar un protocolo de comunicaciones sofisticado.
- Sistemas stand-alone pequeños que pueden accionar periódicamente a los sensores (o radios) para medir y/o reportar. Generalmente las baterías son mantenidas por energía solar con capacidad para mantener la operación por lo menos 4 meses durante la oscuridad completa. Estos sistemas tienen generalmente bastante capacidad para un esquema mucho más complejo de comunicaciones.
- Sistemas medios. Ordenadores industriales single board dedicados, incluyendo IBM-PC o compatibles en configuraciones industriales tales como VME, MultiBus, STD megabus, PC104, etc.

## **SCADA System's & Telemetry**

- Sistemas grandes. Completo control de planta con todas las alarmas visuales y sonoras. Éstos están generalmente en DCS en plantas, y se comunican a menudo sobre LAN de alta velocidad. La sincronización puede ser muy crítica.

### **2.3.6 Estándares**

Como fuera indicado, los RTU's son dispositivos especiales. Ha habido una carencia de estándares, especialmente en el área de comunicaciones, y los RTU's provenientes de un fabricante no se pueden mezclar generalmente con RTU's de otro. Una industria ha crecido desarrollando conversores y emuladores de protocolos. Algunos estándares han comenzado recientemente a emerger para RTU's, como DNPs e IEC870 para comunicaciones IEC1131-3 para programar RTU's.

### **2.3.7 PLC's contra RTU's**

Un PLC (Programmable Logic Controller) es un ordenador industrial pequeño que substituyó originalmente la lógica de los relays. Tenía entradas de información y salidas similares a las de un RTU. Contenía un programa que ejecutaba un bucle, explorando las entradas de información y tomando las acciones basadas en estas entradas de información. El PLC no tenía originalmente ninguna capacidad de comunicaciones, sino que comenzaron a ser utilizadas en situaciones donde las comunicaciones eran una característica deseable. Los módulos de comunicaciones fueron desarrollados así para PLC's, utilizando Ethernet (para el uso en DCS) y el protocolo de comunicaciones Modbus para el uso sobre conexiones dedicadas (cables). Con el correr del tiempo los PLC's soportaron protocolos de comunicación más sofisticados.

Los RTU's se han utilizado siempre en situaciones donde son más difíciles las comunicaciones, y la potencia de los RTU's residía en su capacidad de manejar comunicaciones difíciles. Los RTU's tenían originalmente programabilidad pobre en comparación con los PLC's. Con el tiempo, la programabilidad del RTU ha ido aumentando.

### **2.3.8 Qué especificar**

- Rango de temperatura para la aplicación, por ejemplo entre -10 y 65° C.
- Humedad relativa 0 a 95%.
- Protección del polvo, de la vibración, de la lluvia, de la sal y de la niebla.
- Inmunidad al ruido eléctrico.
- Consumo de energía.
- Capacidad de almacenamiento y de entrada-salida. Permita siempre algo de repuesto (alrededor 10-20%).
- Control de exactitud de entradas analógicas, y el tipo de señales digitales esperadas (ej. 0-5v). Programabilidad y flexibilidad de configuración.
- Diagnóstico - local y remoto.
- Capacidad de comunicaciones incluyendo soporte para radio, PSTN, landline, microonda, satélite, X.25.
- Recuerde que el uso del PSTN implica el timestamp y el grabado de los datos mientras no está conectado, y que el Master pueda marcar, validar esta reserva de datos, y llenar su

## **SCADA System's & Telemetry**

base de datos con estos datos históricos (archivos incluyendo los de tendencia). También considere cómo las alarmas deben ser manejadas con PSTN. Considere los protocolos estándares tales como DNP3, IEC870, MMS en vez de protocolos propietarios.

- Funcionalidad soportada - ej.: timestamping, capacidad de memoria para salvar datos en caso de pérdida de comunicación, capacidad de hacer cálculos.
- Soporte para las comunicaciones punto a punto incluyendo almacenaje y capacidad de redespacho si las comunicaciones son complicadas (especialmente radio).
- Baud Rates utilizado (1200 baudios en FSK, o 9600 baudios en radios de datos).
- Usted puede requerir puertos seriales adicionales especialmente interconectar con PLC's.
- Su Master debe soportar toda la funcionalidad del RTU, especialmente el timestamping de datos analógicos, y los protocolos de comunicaciones.
- Direccionabilidad máxima (Ej. máximo de 255 RTU's).
- Indicación local clara del diagnóstico.
- Chequeos de compatibilidad de la configuración del software contra el hardware actual
- Capacidad de registro de todos los errores producidos y de acceso remoto a estos registros.
- Filtración por software de los canales de entrada de información analógica.

### **2.3.9 Consideraciones de compatibilidad actuales para RTU's y PLC's.**

Como RTU's y PLC's son ordenadores, tienen el potencial de ser afectados por el supuesto fallo de funcionamiento del milenio. Muchos RTU/PLC's no utilizan fechas y no serán afectados en absoluto. Hay muchos que sí lo hacen. Ha habido casos de PLC's bloqueados debido a los problemas con años bisiestos, dando la pauta de potenciales problemas actuales. Puede suceder que el RTU/PLC utilice un RTOS genérico que utilice fechas, y el RTU/PLC no utiliza esta fecha. Es fácil asumir que el RTU/PLC no se verá afectado mientras no exista evidencia externa de que el dispositivo contiene una fecha.

Es importante que cualquier dispositivo que potencialmente tenga un ordenador incluido sea chequeado, o con el proveedor, o probando para verificar su conformidad. El riesgo del incidente debe ser evaluado. En algunos casos el impacto puede ser poco significativo. Es menester asegurarse de poder operar la planta o el equipamiento manualmente en caso de problemas.

También es necesario considerar que la instrumentación a la que el RTU/PLC está conectada puede también contener un ordenador.

## **3 Breve revisión de DNP 3,0**

### **3.1 Historia**

DNP fue creado originalmente por Westronic, Inc. (ahora GE Harris) en 1990. En 1993, el set de documentos de especificación del protocolo "DNP 3,0 Basic 4" cobró dominio público. La propiedad del protocolo fue entregada al recientemente formado DNP Users Group en octubre

## **SCADA System's & Telemetry**

de ese año. Desde entonces, el protocolo ha ganado aceptación mundial, incluyendo la formación de grupos de usuarios en China, América latina, y Australia.

En enero de 1995, fue formado el DNP Technical Committee para estudiar mejoras y recomendarlas para su aprobación al Users Group general. Una de las tareas más importantes de este cuerpo era publicar el documento "DNP Subset Definitions", que establece los estándares para las puestas en marcha de DNP 3,0.

DNP 3,0 es un protocolo SCADA moderno, abierto, inteligente, robusto y eficiente. Entre otras cosas, puede:

- solicitar y responder con múltiples tipos de dato en un solo mensaje,
- segmentar mensajes en múltiples frames para asegurar excelente detección y recuperación de errores,
- incluir en respuesta sólo datos cambiados,
- asignar prioridad a los ítems de datos y solicitarlos periódicamente basado en su prioridad,
- responder sin solicitud previa,
- utilizar sincronización de tiempo y con un formato estándar,
- permitir múltiples operaciones punto a punto y al Master, y
- permitir objetos definibles por el usuario incluyendo transferencia de archivos.

### **3.2 Arquitectura en capas**

DNP 3,0 es un protocolo "encapsulado". Aún así, en lugar de asemejarse al protocolo de 7 capas de la OSI (Open System Interconnection - interconexión de sistemas abiertos), DNP 3,0 adhiere a un estándar simplificado de 3 capas propuesto por el IEC (International Electrotechnical Commission - Comisión internacional de Electrotecnia) para implementaciones más básicas. El IEC llama a esto Enhanced Performance Architecture, o EPA. (en realidad, sin embargo, DNP 3,0 agrega una cuarta capa, una capa de pseudo-transporte que permite la segmentación del mensaje).

#### **3.2.1 Capa Física**

La capa física se refiere sobre todo a los medios físicos sobre los cuales se está comunicando el protocolo. Por ejemplo, maneja el estado del medio (limpio u ocupado), y la sincronización a través del medio (iniciando y parando). Más comúnmente, DNP se especifica sobre una capa física serial simple tal como RS-232 o RS-485 usando medios físicos tales como fibra, radio o satélite. Los proyectos se orientan actualmente para implementar DNP sobre una capa física como Ethernet.

#### **3.2.2 Capa de Transmisión De Datos**

La capa de transmisión de datos maneja la conexión lógica entre el remitente y el receptor de la información y pone a prueba las características de error del canal físico. DNP logra esto comenzando cada frame de transmisión de datos con una cabecera, e insertando un CRC de 16 bits cada 16 bytes del frame. Un frame es una porción de un mensaje completo comunicado sobre la capa física. La medida máxima de un frame de transmisión de datos es 256 bytes. Cada frame tiene una dirección fuente de 16 bits y una dirección de destino también de 16 bits, las que pueden ser una dirección de difusión o broadcast (0xffff). La información del

## **SCADA System's & Telemetry**

direccionamiento, junto con un código de inicio de 16 bits, la longitud del frame, y un byte de control de transmisión de datos se hallan en la cabecera (10 bytes) de transmisión de datos.

El byte de control de transmisión de datos indica el propósito del frame de transmisión de datos, y el estado de la conexión lógica. Los valores posibles del byte de control de transmisión de datos son: ACK, NACK, la conexión necesita resetear, la conexión ha sido reseteada, confirmación de solicitud de transmisión de datos del frame, solicitud de estado de conexión, y contestación de estado de conexión. Cuando se solicita una confirmación de transmisión de datos, el receptor debe responder con un frame ACK de transmisión de datos si el mismo es recibido y pasa los controles del CRC. Si una confirmación de la transmisión de datos no se solicita, no se requiere ninguna respuesta de la transmisión de datos.

### **3.2.3 Capa de Pseudo-Transporte**

La capa de pseudo-transporte divide mensajes de la capa de aplicación en múltiples frames de transmisión de datos. Para cada frame, inserta un código de función de 1 byte que indica si el frame de transmisión de datos es el primer frame del mensaje, el último frame del mensaje, o ambos (para mensajes singles). El código de función también incluye un número de secuencia del frame que se incrementa con cada uno y permite que la capa de transporte recipiente detecte frames perdidos.

### **3.2.4 Capa de Aplicación**

La capa de aplicación responde a mensajes completos recibidos (y arribados de la capa de transporte), y construye los mensajes basados en la necesidad o la disponibilidad de los datos del usuario. Una vez que se construyan los mensajes, se pasan a la capa de pseudo-transporte donde se dividen en segmentos y se pasan a la capa de transmisión de datos y eventualmente comunicados sobre la capa física.

Cuando los datos a transmitir son demasiado grandes para un solo mensaje de la capa de aplicación, se pueden construir mensajes múltiples de la capa de aplicación y transmitirlos secuencialmente. Sin embargo, cada mensaje es un mensaje independiente de la capa de aplicación; existe una indicación de su asociación con el siguiente, en todos excepto en el último. Debido a esta posible fragmentación de los datos de aplicación, cada mensaje es referido como un fragmento, y un mensaje por ende puede ser un mensaje de un solo fragmento o un mensaje de múltiples fragmentos.

Los fragmentos de la capa de aplicación de las estaciones Master de DNP son típicamente solicitudes de operaciones sobre objetos de datos, y los fragmentos de la capa de aplicación de estaciones esclavas de DNP son típicamente respuestas a esas peticiones. Una estación esclava DNP puede también transmitir un mensaje sin una petición (una respuesta no solicitada).

Como en la capa de transmisión de datos, los fragmentos de la capa de aplicación se pueden enviar con una solicitud de confirmación. Una confirmación de la capa de aplicación indica que un mensaje no sólo ha sido recibido, sino también analizado sin error. (por otra parte, una confirmación de la capa de transmisión de datos, o ACK, indica solamente que se ha recibido el frame de la transmisión de datos y que pasó los controles de error del CRC.)

Cada fragmento de la capa de aplicación comienza con una cabecera seguida por una o más combinaciones de objetos de datos y objetos cabecera. La cabecera de la capa de aplicación contiene un código de control de la aplicación y un código de función de la aplicación. El código de control de la aplicación contiene una indicación de si el fragmento es parte de un mensaje multi-fragmento, una indicación de si una confirmación de la capa de aplicación es requerida por el fragmento, una indicación de si el fragmento fue no solicitado, y contiene un número de

## SCADA System's & Telemetry

secuencia de la capa de aplicación. Este número de secuencia de la capa de aplicación permite que la capa de aplicación receptora detecte los fragmentos que están fuera de secuencia, o los fragmentos perdidos.

El código de función de cabecera de la capa de aplicación indica el propósito, o la operación solicitada, del mensaje. A la par que DNP 3,0 permite múltiples tipos de datos dentro de un único mensaje, permite una única operación sobre los tipos de datos dentro del mismo. Algunos ejemplos de códigos de función son: Confirmar (para las confirmaciones de la capa de aplicación), leer y escribir, seleccionar y operar, congelar y limpiar (para los contadores), reiniciar, permitir e invalidar mensajes no solicitados, y asignar la clase (discutida abajo). El código de función de cabecera de la capa de aplicación se aplica a todas las cabeceras del objeto, y por lo tanto a todos los datos dentro del fragmento del mensaje.

### **3.3 Organización de la Base de datos**

En DNP, los datos se ordenan en tipos de datos. Cada tipo de datos es un grupo objeto, incluyendo:

- entradas de información binaria (valores de un solo bit sólo lectura),
- salidas binarias (valores de un solo bit cuyo estado puede ser leído, o que puede ser pulsado o trabado directamente o a través de operaciones tipo SBO),
- entradas de información analógicas (valores múltiple-dígito sólo lectura).
- salida analógica (valor múltiple-dígito cuyo estado puede ser leído, o que puede ser controlado directamente o a través de operaciones tipo SBO),
- contadores,
- hora y fecha,
- objetos de transferencia de archivos,
- etc.

Para cada grupo de objetos, o tipo de datos, existen uno o más puntos de referencia. Un punto de referencia es un único valor del tipo especificado por su grupo de objeto.

También dentro de cada grupo de objeto, existen variaciones. Una variación del grupo de objeto se utiliza típicamente para indicar un método diferente de especificar datos dentro del grupo de objeto. Por ejemplo, las variaciones de entradas de información analógicas permiten la transferencia de los datos como valores enteros con signo de 16 bits, de 32 bits, o como valores de 32-bit con coma flotante.

Según lo descrito arriba, un mensaje de la capa de aplicación puede contener múltiples cabeceras del objeto. Una cabecera del objeto especifica un grupo de objeto, una variación del grupo de objeto, y un rango de puntos dentro de esa variación del grupo de objeto. Algunos códigos de función de la cabecera de la capa de aplicación indican que a cada cabecera del objeto siguen los datos del mismo; otros códigos de función indican que no hay datos del objeto en el mensaje - en su lugar, múltiples cabeceras del objeto, si existen, siguen contiguamente a cada una de las otras. Por ejemplo, un fragmento leído del mensaje de solicitud contiene solamente las cabeceras del objeto que describen los grupos de objeto, las variaciones, y los rangos de puntos que se solicitan leer y responder; un fragmento leído del mensaje de respuesta contiene cabeceras del objeto y los datos del objeto solicitado.

## SCADA System's & Telemetry

DNP 3,0 permite que los object point ranges sean especificados en una variedad de maneras. Para petición de mensajes, los object point ranges pueden consistir en:

- una petición para todos los puntos del grupo de objetos especificado,
- una petición para un rango contiguo de puntos comenzando con un específico punto de partida y terminando con un específico punto de llegada,
- una petición para una máxima cantidad de puntos,
- con una lista de puntos solicitados.

Para los mensajes de respuesta, los object point ranges consisten típicamente en un rango contiguo de puntos que comienzan con un punto de partida especificado y terminan con un punto de llegada especificado, o con una lista de puntos. Para los object point ranges de respuesta que consisten en una lista de puntos, un número de punto precede a cada objeto de datos. El número de puntos en la lista se especifica como parte del object point range.

### 3.4 Modelo de Reportes

Muchos de los grupos de objeto tienen corresponder, pero se separan, los grupos de objeto que contienen datos del cambio. Los datos del cambio representan solamente las puntas que han cambiado para un grupo de objeto específicamente correspondiente. Por ejemplo, el grupo número 1 de objeto representa las entradas de información binarias (consideradas los datos estáticos), y el grupo número 2 de objeto representa datos binarios del cambio de la entrada de información. Cuando una punta en el grupo de objeto 1 se detecta para haber cambiado, un acontecimiento del cambio en el grupo de objeto 2 para el mismo número de la punta se crea. Incluir solamente las puntas que han cambiado en mensajes de respuesta permite mensajes más pequeños, eficientes. Tales esquemas que señalan se llaman informe-por-anomalía, o RBE.

Para cada punto de referencias del cambio, una época se puede asociar al cambio; cada detección de datos valora que los cambios están considerados un acontecimiento del cambio. En cualquier hora dada, es posible tener acontecimientos múltiples del cambio para algunas puntas, y ningunos acontecimientos del cambio para otras puntas.

En DNP 3,0, los grupos de objeto, y los puntos de referencias dentro de él, se pueden ordenar más a fondo en clases. Esto proporciona a un método eficiente de solicitar datos; un mensaje simple (y pequeño) se puede enviar para solicitar todos los datos en una clase específica (designada la exploración para los datos de la clase). Hay cuatro clases definidas en DNP 3,0. La clase 0 representa todos los parásitos atmosféricos (no datos del acontecimiento del cambio). Las clases 1, 2, y 3, representan diversas prioridades de los datos del acontecimiento del cambio. Asociando diversos datos del acontecimiento del cambio a diversas clases, las clases se pueden solicitar con variar tarifas periódicas.

La clase asumida 1 contiene los datos del acontecimiento del cambio de la prioridad más alta y la clase 3 contiene los datos más bajos del acontecimiento del cambio de la prioridad, una clase 1 que la encuesta sería realizada idealmente como a menudo como posible, una encuesta de la clase 2 sería realizada menos a menudo, y una encuesta de la clase 3 sería realizada incluso menos a menudo. Para cada respuesta de los datos de la clase, solamente los datos de la clase que han cambiado serán vueltos - manteniendo los mensajes de respuesta pequeños y eficientes. Finalmente, adquirir los datos no asociados a la clase 1, 2, o 3, una encuesta de la integridad, consistiendo en una exploración de la clase 0, sería realizada. Debido a la cantidad posiblemente grande de datos que sean vueltos en una exploración de la clase 0, puede no ser terriblemente eficiente y debe ser realizada lo menos a menudo posible.

## 4 Especificación Funcional General

### 4.1 Filosofía Operativa

#### 4.1.1 Filosofía Inicial de Operación

Se deberá tener en cuenta en esta filosofía el procedimiento de operación de los ductos, plantas de proceso, estaciones dinámicas, análisis hidráulico, análisis de riesgo, etc.

#### 4.1.2 Esquema básico del Sistema SCADA

Un SCADA esta conformado por tres salas de control (un Centro de Control y Monitoreo Principal y dos salas alternativas CCR+R ), un grupo de terminales remotas que permitirán al acceso a los sitios que están cumpliendo las funciones de Centros de Monitoreo Regional y de Centros de Información regional.

Cada centro de control dispondrá de las siguientes funciones básicas, las que cumplen con distintos grados de redundancia según cual sea el centro de control en particular y en el caso de los centros de control alternativos algunas funciones pueden ser absorbidas por un mismo servidor físico:

- **Red LAN Redundante**

Es el corazón de las comunicaciones entre los servidores del SCADA, las consolas de operación y el equipo de campo, por lo que se utiliza una red redundante a fin de garantizar la confiabilidad de las comunicaciones.

- **Servidores de Tiempo Real**

Se encargan de comunicarse con el equipamiento de campo y traer los datos de tiempo real, procesar las alarmas, etc.

Esos datos se depositan en la base de datos de tiempo real del SCADA. Esta base de datos es accesible mediante comandos SQL

También se encarga este servidor de la gestión de las consolas de operación.

Este servicio es redundante. El sistema operativo y las aplicaciones residirán en arreglos de disco de nivel 1.

La información relevante será sincronizada en los centros de control alternativos.

- **Servidores de Históricos**

Estos servidores se encargan del almacenamiento de datos históricos del SCADA y de los utilizados por las aplicaciones. Esta basado en una base de datos SQL con almacenamiento de datos en disco RAID. Los datos históricos le serán transferidos desde el servidor de Tiempo Real

## **SCADA System´s & Telemetry**

Este servicio es redundante.

El sistema operativo y las aplicaciones residirán en arreglos de disco de nivel 1.

La información relevante será sincronizada en los centros de control alternativos.

- **Servidor de Aplicaciones**

En este servidor residirán las aplicaciones y modelos usados, como ser el sistema de detección de pérdidas, el seguimiento de diablos y otras aplicaciones.

Se interconecta a través de la red con los otros servidores por lo que estas aplicaciones estarán disponibles para su visualización en las consolas de los operadores.

Este servicio es redundante.

La información relevante será sincronizada en los centros de control alternativos.

- **Servidor de Ingeniería**

En el servidor de ingeniería será la base en que se desarrollarán las nuevas aplicaciones y se modificarán las actuales, en un ambiente aislado del sistema principal en producción.

Una vez completa la depuración de las aplicaciones se las distribuirá al sistema en producción y a las réplicas

- **Consolas de Operación**

Estas son las consolas que utilizarán los operadores para la operación del sistema, se prevén tres tipos, las locales conectadas directamente y las remotas conectadas a través de la WAN ( de este tipo son los CIR y los CCR ).

Estas consolas serán configurables para que la información que permitan visualizar y las áreas que puedan controlar estén de acuerdo cual es la estación de trabajo y el operador que la use.

Según el tipo de puesto de operación dispondrán de uno, dos o tres monitores.

- **Video Wall**

El Video Wall es una consola especializada de operación en que se proyecta en monitores de gran tamaño, información relevante a la operación. Se dispondrá de uno e cada sala de operaciones.

- **Consolas de Ingeniería**

Las consolas de ingeniería son consolas especializadas que interactúan con el sistema para configurarlo, permiten desarrollar aplicaciones y distribuir las.

- **Servidor Web y de Exportación de Datos.**

Este servidor cumple las funciones de interfase con el mundo exterior, por una parte tiene una réplica de las bases de datos los que pueden ser consulados por los sistemas

## **SCADA System´s & Telemetry**

gerenciales y por una página web que permite al personal autorizado a ingresar ver una réplica de las pantallas del SCADA, aunque sin posibilidad de control.

- **Equipo de Networking y Ruteo**

Es el conjunto de equipos, switches, routers, firewalls que interconectan el SCADA entre si y con la red gerencial, permitiendo la comunicación entre salas de control, con las terminales remotas y con el equipamiento de los ductos.

- **Servidor de Hora**

Se dispondrá en cada centro de control, de un servidor de hora el que utilizando el protocolo NTP sincronice a los servidores contra un reloj satelital con precisión de milisegundos. El servidor de tiempo real además servirá como patrón para sincronizar a las workstations y también utilizando la funcionalidad del protocolo DNP3 base de las comunicaciones, sincronizará a las RTUs conectadas al sistema, lo que hace que todo el SCADA esté referido a un patrón satelital primario de hora

- **Interfases de Comunicaciones**

En el caso que las comunicaciones a equipos de control, no puedan ser realizadas por transporte TCP/IP sino por puertos seriales, como es el caso de los equipos locales como UPS o Sistemas Antiincendios, se colocará un Terminal Server, el que convertirá la conexión TCP/IP en serial a fin de realizar el enlace.

- **Equipos Auxiliares**

Se dispondrá de equipo auxiliar para las funciones del sistema, como ser impresoras color, blanco y negro, unidades DAT de grabación de datos, Grabadoras DVD, etc.

### **4.1.3 Tendencia en la Filosofía de Operación**

La operación tenderá a ser realizada desde el centro de control principal a lo largo de la vida útil del sistema.

Desde el centro de control y monitoreo se tiene la visión total de cada uno de los ductos.

Por motivos de seguridad de operación, se contará con dos centros de control alternativos, ubicados en lugares distantes al principal, a fin de que puedan asumir las funciones del sistema principal en caso de falla catastrófica de éste. Estos tres centros de control contendrán copias espejadas de la base de datos y tendrán la misma funcionalidad, aunque las facilidades del centro de control principal serán mayores, ya que estará permanentemente tripulado. Durante el funcionamiento normal el centro de control principal CCMP, se encarga de leer los datos de campo y de distribuir la información relevante a los centros de control alternativos. En caso de falla, el control y la lectura de datos se transfieren a alguno de los dos centros de control alternativos, el que toma la funcionalidad de centro de control principal.

## **SCADA System's & Telemetry**

Debido a que básicamente el sistema de control es distribuido, si se decidiera compartir la carga de control entre los tres centros, esto es posible, por ejemplo asignando áreas de control particulares a cada centro y redistribuyendo a los otros dos los datos leídos.

Se implementará la automatización con los siguientes paradigmas:

Debido a esto en los sistemas de control local SSCL, cada equipo remoto controlado, tendrá un interruptor LOCAL/SCADA que permite que el control del equipamiento sea transferido de control local hacia SCADA. Inicialmente todos los controles estarán en LOCAL y a medida que se vayan afinando las técnicas de operación y se modifiquen los procedimientos operativos, se podrán ir transfiriendo a control realizado desde el SCADA.

### **4.2 Área de Responsabilidad de los Centros de Control**

#### **4.2.1 Centro de Control Principal CCMP**

El centro de control principal CCMP, recolecta todas las informaciones de los ductos en forma directa, a través de la red de comunicaciones.

En esos documentos se muestra que se utiliza una trama de la red SDH, que está distribuida en forma de contar con dos WAN, una que interconecta a los centros de control y otra que se encarga de recolectar los datos de campo. Finalmente una sección de la red de campo se utiliza para administrar a los sistemas de control local SSCL.

La conectividad con el equipamiento de campo se realiza utilizando el protocolo DNP3 como base, pero adicionalmente se utilizarán protocolos Modbus, Modbus TC/P y Modbus, para mantener la compatibilidad con equipamiento existente.

El Centro de Control principal, distribuye mediante transferencias entre base de datos los datos correspondientes a los servidores de tiempo real, históricos e ingeniería, a los Sistemas de Control Alternativos. En caso de caída del sistema de control nacional, ellos toman la función de maestros y comienzan a recolectar datos propios de campo.

La interconexión con los sistemas corporativos se realizará a través de un servidor el que se interconectará a través de un driver OPC con el servidor de datos gerenciales, el que a su vez distribuirá la información histórica de interés a los distintos sistemas gerenciales. También existirá la posibilidad de hacer consultas SQL a la copia de la base de datos que reside en el servidor de interfase. Este servidor estará aislado de la red corporativa por un firewall.

Se prevé la instalación de un servidor Web, para la distribución de información a través de la red corporativa a usuarios

También se realizará la interconexión con otros sistemas nacionales, por ejemplo el sistema de protección catódica de ductos.

### **4.2.2 Centros de Control Alternativo, CMR+R**

La funcionalidad del Centro de Control Regional Alternativo, es la de tomar control en caso de falla del sistema CCMP. Sus funciones serán similares en cuanto a control y detección de pérdidas, aunque la cantidad servidores y de puestos de operación será mas pequeña.

### **4.2.3 Centros de Monitoreo Regional (CMR)**

Constan de una estación de trabajo con dos monitores, a fin de supervisar el área correspondiente a cada gerencia. Se podrá emitir reportes desde ellas

Desde estas terminales se tendrá acceso a la información de supervisión del SCADA, pero no a posibilidad de control.

### **4.2.4 Centros de Información Regional CIR**

Los centros de Información Remota son Estaciones de Trabajo, con un monitor, ubicadas en las gerencias los que se conectan al CCMP.

Desde estas terminales se tendrá acceso a la información de supervisión del CCMP, pero no a posibilidad de control. Se podrá emitir reportes desde ellas.

### **4.2.5 Usuarios Casuales, Servidor WEB**

Como alternativa y complemento a los CIR, para los usuarios casuales del sistema en el CCMP, se instalará un servidor WEB para la exportación de las pantallas del sistema nacional. Dicho acceso se realizará mediante un password de acceso y se restringirá solo a los usuarios interesados.

## **5 Especificación Funcional del Centro de Control y Monitoreo Principal (CCMP)**

### **5.1 Funcionalidad**

Se encargará de concentrar los datos operativos y realizará la operación de los ductos. Esta interconectado con los centros de CMR+R, así como con los CMR y las estaciones de

## **SCADA System´s & Telemetry**

visualización Remota CIR, y a través de un firewall se conectará con el sistema de información corporativo y dispondrá de un web server.

Por motivos de modularización operativa del CCMP, se dispondrá de cuatro salas en las que se distribuye el sistema SCADA, como se explica en los siguientes subítems y salas de sistemas auxiliares como Energía, Aire Acondicionado y comunicaciones.

### **5.1.1 Sala de Servidores**

En esta sala se encuentran los servidores del sistema y dispositivos de networking, montados en racks, los que contienen:

- Red Lan de alta capacidad Redundante.
- Servidores de Tiempo real y comunicaciones redundantes.
- Servidores de Históricos redundantes.
- Servidores de Acceso Remoto.
- Servidor de interfase con sistemas corporativos.
- Reloj satelital maestro usando protocolo NTP.
- Servidor WEB.
- Servidor de aplicaciones ( Modelo de Operación y Detección de Pérdidas).
- Servidor de aplicaciones II ( Modelo de detección de pérdidas, acústico).
- Servidor de almacenamiento de datos históricos a largo plazo.
- Equipamiento de networking y ruteo.

Esa sala será de acceso restringido.

Los servidores y equipo de ruteo crítico, dispondrán de fuente de alimentación redundante.

### **5.1.2 Sala de Operaciones**

En esta sala se realiza la operación y constará de los siguientes elementos:

- Red Lan de alta capacidad Redundante
- Workstations distribuidas en Mesas de operación
- Video Wall, Tipo Proyector de 4 pantallas de 100 pulgadas
- Equipamiento de comunicaciones, radial y telefónica
- Mobiliario adecuado para el uso de los operadores

### **5.1.3 Sala de Ingeniería**

En esta sala se realiza el desarrollo, prueba y distribución de las estrategias de control. Allí se encuentran los siguientes elementos:

- Servidor de Ingeniería.
- Red Lan de alta capacidad Redundante.
- Estaciones de ingeniería

## **SCADA System´s & Telemetry**

- Sistema SCADA auxiliar para desarrollo.
- Sistema de desarrollo para los SSCL ( El que se definirá de definir de acuerdo a los SSCL que se implementen).

### **5.1.4 Sala de Entrenamiento**

Esta sala se utiliza para el entrenamiento de los operadores y simulación del sistema, se encuentran:

- Mesas de operación para entrenamiento.
- Red Lan de alta capacidad Redundante.

### **5.1.5 Servicios Auxiliares**

Los sistemas del SCADA serán alimentados con un sistema de energía con UPS redundante, capaz de alimentar al sistema por 4 horas y motogeneradores, capaces de alimentar al sistema por 48 horas.

Los equipos críticos, como los servidores, utilizarán alimentación redundante, conectada a las UPS en forma independiente. El resto de los equipos que no dispongan de fuente redundante, se conectarán a través de un static switch a la salida de las UPS, a fin de garantizar la continuidad de la operación.

Se dispondrá de sistemas de Aire acondicionado con presión positiva, capaces de mantener las condiciones óptimas de operación del equipamiento y del confort del personal de operación.

### **5.1.6 Sistema de Comunicaciones**

La comunicación de estos sistemas se realizará vía red WAN cuyo nodo central de interfase al SCADA se encuentra en la sala de servidores y con nodos en las salas de operación, ingeniería.

## **5.2 Salas de Monitoreo Remoto (CIR) y CMR**

En los sitios en que se especifica la instalación de un CIR o CMR , se instalará una Workstation con un monitor en el caso de los CIR y dos monitores en el caso de los CMR, a fin de que la gerencia operativa de esa zona pueda verificar las condiciones operativas del ducto.

Los CIR y CMR, son puestos de operación remota del SCADA, sin posibilidad de control que acceden remotamente a la WAN del SCADA a fin de conectarse al CCM al que están

## **SCADA System´s & Telemetry**

relacionados, por lo que el SCADA deberá servir a estas terminales a través de la red WAN, teniendo las aplicaciones y licencias necesarias para ello.

### **5.3 Servidor de Exportación y Web Server**

El web Server ubicado en el CCMP consta de un servidor y un firewall. Este servidor permitirá el acceso a usuarios calificados acceder a las pantallas del SCADA Nacional a través de la WAN corporativa, aunque sin la opción de control. Los usuarios calificados para el ingreso a este sistema lo harán mediante el uso de un password de acceso. También permitirá el acceso de las aplicaciones corporativas a copia de los datos del SCADA

### **5.4 Modelo de Ducto y Detección de Pérdidas**

Se dispondrá de dos modelos independientes de detección de perdidas.

El primer modelo corriendo junto al SCADA es capaz de realizar Modelos Dinámicos de balances de masa y Detección de Pérdidas, Perfiles de Ducto y seguimiento de Batches y de Diablos.

El segundo modelo utilizará la técnica de presión acústica negativa a fin de determinar la existencia de pérdidas en los ductos.

Ambos sistemas estarán integrados al SCADA, en forma tal que los resultados de los modelos sean visibles a los operadores de los tres centros de control, CMR y CIR a través del propio SCADA.

## **6 Funcionalidad de Salas**

### **6.1 General**

Como se explicó antes se dispondrá de cuatro salas en el CCMP, ubicadas en el mismo edificio, pero con funcionalidades distintas. Estas salas se encontrarán unidas entre si mediante la LAN del SCADA

Estas salas serán

- Servidores
- Operación
- Ingeniería
- Entrenamiento

### **6.2 Sala de Servidores**

#### **6.2.1 Funcionalidad**

En esta sala se encuentran instalados los equipos principales del SCADA (Servidores, sistemas de detección de pérdidas), la LAN redundante del SCADA, Conexión a otros sistemas, así como los enlaces de comunicaciones)

#### **6.2.2 Arquitectura de la Sala**

En la sala se ubicaran los rack de los servidores del sistema, por lo que se requiere una sala vidriada, con piso flotante, Iluminación, aire acondicionado, sistema antiincendio de Halon, control de acceso y los requerimientos típicos de una sala de servidores, como ser accesos a red y a comunicaciones.

#### **6.2.3 Control de Acceso**

La sala de servidores, contará con control de acceso mediante credenciales u otro sistema de identificación adecuado para salas críticas de IT.

#### **6.2.4 Red**

Se dispondrá de dos redes GB para los servidores.

Para el resto del equipamiento se dispone de switches 10/100 conectados a las redes GB.

Esta red se conecta a través de enlaces de Fibra óptica a las siguientes salas, Operación, Ingeniería y Entrenamiento.

A través de un Server de Interfase se realiza la conexión a la red (Interfase a sistemas administrativos y Web Server), utilizando un Firewall.

### **6.3 Sala de Operación**

#### **6.3.1 Funcionalidad**

En esta sala se realiza la operación del sistema y se encuentran instalados los puestos de operación y de visualización. Se interconecta a la Red del Scada a través de dos Switches que

## **SCADA System´s & Telemetry**

por un lado alimentan a los puestos de operación y se interconectan con la LAN del SCADA a través de enlaces de fibra óptica de alta capacidad.

### **6.3.2 Puestos de operacion**

- **Puesto de Operación**

Cada operador dispondrá de tres pantallas conectadas a una Workstation, cada consola de operación constará de 8 pantallas, seis pantallas, en dos workstation para dos puestos de operación y dos PC para usos generales (correo, conectividad corporativa, etc).

Este puesto de operación será tripulado por dos operadores

Este puesto de operación será tripulado por dos operadores

- **Rack de Red:**

En este rack se instalarán los switches de la LAN A y de la LAN B, los patches de conexión a las estaciones de trabajo, el Switch de Red Corporativa y sus respectivos patches. Adicionalmente se instalarán allí los patches y equipo adicional para conexión de la red telefónica.

- **Video Wall**

Se dispondrá de un Video Wall conectado a un servidor gráfico, para la visualización de información general de operación del sistema.

## **6.4 Sala de Ingeniería**

### **6.4.1 Funcionalidad**

En esta sala se realiza la administración del sistema y el desarrollo de nuevas aplicaciones, la prueba de éstas y la distribución de las estrategias de control corregidas a las Workstation.

Debido a esto dispone de un servidor independiente de ingeniería con capacidad de disponer de un sistema independiente para prueba de prestaciones similares a los servidores de tiempo real e históricos, pero de capacidad reducida. También es posible conectarse al equipamiento de campo a fin de realizar las pruebas y desarrollo de nuevos tramos del sistema, sin interferir con el SCADA que se encuentra en producción. Una vez probada esa nueva sección del sistema se puede copiar al SCADA en producción y utilizarlo.

Se dispone de estaciones de ingeniería para realizar esas tareas.

## **SCADA System´s & Telemetry**

También se dispone de medios de Backup, mediante DVD para realizar copias de seguridad a largo plazo de estrategias y datos históricos, los que se almacenarán en sitio seguro, para prevenir catástrofes.

En este sitio también se realizará el desarrollo y administración de los sistemas de control Local, por lo que a través de la Wan será posible conectarse a los SCADA del SSCL a fin de administrarlos.

Es debido a eso que la red tiene requerimientos particulares que se especifican mas adelante.

### **6.4.2 Control de Acceso**

La sala de ingeniería, contará con control de acceso mediante credenciales u otro sistema de identificación adecuado. para salas de Operaciones .

### **6.4.3 Red**

El Switch de ingeniería funciona particionado y soporta 6 redes:

Este switch dispone de dos enlaces de trunking a los SWICH de la sala de servidores, a través de los cuales se realiza la conexión al router que conecta a las WAN.

## **6.5 Sala de Entrenamiento**

### **6.5.1 Funcionalidad**

Se dispondrá de una consola de entrenamiento , ubicada en un sitio segregado de la sala de operación principal, esta consola será de la mitad de tamaño de un puesto de operación

### **6.5.2 Arquitectura**

Cada puesto de operación tendrá asociada una impresora color y una láser blanco y negro para la emisión de reportes.

### **6.5.3 Condiciones Ambientales y Ergonomía**

El equipo de aire acondicionado de la sala de operaciones dará presión positiva del aire en la sala, a fin de impedir la entrada de contaminantes transportados por aire.

El sistema de iluminación será el adecuado para la correcta iluminación de la sala y la visualización de los monitores de operación.

### 6.5.4 Comunicaciones

Se instalarán dos teléfonos multilínea y un equipo de radio de trunking por cada puesto de operación.

Se preverá el acceso a la red telefónica satelital para los casos necesidad de comunicación con brigadas ubicadas en sitios sin otra cobertura de telecomunicaciones.

## 7 Telecomunicaciones

### 7.1. Generalidades

Las comunicaciones por satélite son en nuestro tiempo de extrema importancia.

Debemos definir a el satélite de comunicaciones como "un repetidor radioeléctrico ubicado en el espacio, recibe señales generadas en la tierra, las amplifica y las vuelve a enviar a la tierra". Es decir es un centro de comunicaciones que procesa datos recibidos desde nuestro planeta y los envía de regreso, bien al punto que envió la señal, bien a otro distinto. Los satélites pueden manipular datos, complementándolos con información del espacio exterior, o pueden servir sólo como un espejo que rebota la señal.

La velocidad con que un satélite gira alrededor de la tierra está dada por la distancia entre ambos, ya que el mismo se ubicará en aquellos puntos en los que la fuerza de gravedad se equilibre con las de fuerza centrífuga; cuanto mayor es esa distancia, menor es la velocidad que necesita el mismo para mantenerse en orbita.

Es importante señalar que todo aparato debe quedar por encima de las cien millas de altitud respecto a la superficie de la Tierra, para que no sean derrumbados por la fuerza de gravedad terrestre. Los satélites ubicados en promedio a 321.80 kilómetros de altitud se consideran de órbita baja; y de órbita alta los que alcanzan distancias hasta de 35, 880 kilómetros sobre la superficie.

Los satélites son controlados desde estaciones terrestres que reciben su información y la procesan, pero que también monitorean el comportamiento y órbita de los aparatos. Por lo general, los centros terrenos no son aparatosas instalaciones, sino más bien pequeños tableros con poco personal que sin embargo controlan funciones geoespaciales especializadas.

El Derecho Espacial se está ocupando hoy de todos los problemas que nos presentan las distintas clases de comunicaciones por satélites. En este caso nos preguntamos que son las comunicaciones por satélite? son las Telecomunicaciones que se logran mediante un satélite, generalmente ubicado en una orbita geoestacionaria, quiero decir, son Comunicaciones que se logran por medio de ondas radioeléctricas, utilizando a ese fin un satélite artificial de la Tierra para la trasmisión de mensajes auditivos o visuales o ambos a la vez.

La orbita de un satélite llamado geoestacionario, (también lo llaman geosincronico) , es una orbita circular, contenida en el plano ecuatorial de la Tierra, que tiene la singular propiedad de que un satélite efectúa en ella una revolución completa alrededor del eje terrestre en 24 horas, es decir en el mismo periodo de rotación de la Tierra alrededor de su eje; y como el satélite tiene la misma dirección de rotación que la Tierra, el satélite parecerá estar siempre en un

## SCADA System's & Telemetry

mismo lugar, en una posición fija al observador situado en cualquier punto de la superficie de nuestro planeta.

El aprovechamiento de dicha órbita, para fines de comunicaciones, fue propuesto en 1945 por el científico Inglés Arthur C. Clarke y utilizado por primera vez en el año 1963 por la nave "Sincom" de la NASA, siendo el "Early Bird" también llamado "INTELSAT I" el primer satélite comercial (1965).

A partir de entonces el empleo de este tipo de satélites se ha extendido de forma extremadamente rápida, a tal punto que hoy en día hay gran cantidad de ellos.

Ubicamos ahora a las comunicaciones por satélite dentro del marco de las telecomunicaciones. La U.I.T. (Unión Internacional de Telecomunicaciones) define a las éstas como "Toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, sonidos o información de cualquier naturaleza, por hilo, radioelectricidad, medios ópticos u otras sistemas electromagnéticos." Esta definición abarca todas las comunicaciones, pues entonces las comunicaciones por satélite serán las que utilizan el satélite como un punto superior para un enlace de telecomunicaciones entre puntos de la tierra (servicios fijos o móviles), o aquellas en que las telecomunicaciones son los únicos medios posibles para transmitir informaciones de todo género entre el satélite y la tierra y viceversa.

Vamos a considerar 2 casos diferentes, el primero llamado de las comunicaciones "de punto a punto" y el otro, "la radiodifusión por satélite".

Nos preguntamos que es la radiodifusión, el Convenio Internacional de Telecomunicaciones la concibe como un servicio de radiocomunicación cuyas emisiones se destinan a ser recibidas por el público en General. Este servicio abarca emisiones sonoras, de televisión o de otro género, va del organismo de origen al público en general y no tiene retorno; no existe interlocutor. En cambio en una comunicación telefónica por satélite -que no es radio difusión sino telecomunicación- ambas partes son protagonistas de la comunicación. Se puede expresar entonces que la radiodifusión es una especie de telecomunicación, siendo esta última el género.

Servicio de radiodifusión por satélite: en el cual las señales emitidas o retransmitidas por estaciones espaciales están destinadas a la recepción directa por el público en general.

En el servicio de radiodifusión por satélite el término recepción directa abarca tanto la recepción individual como recepción comunal.

a.) Recepción individual. Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones domésticas sencillas y, en particular, aquellas que disponen de antenas de pequeñas dimensiones.

b.) Recepción Comunal. Recepción de las emisiones de una estación espacial del servicio de radiodifusión por satélite con instalaciones receptoras que en casos, pueden ser complejas y comprender antenas de mayores dimensiones que las utilizadas para recepción individual y destinadas a ser utilizadas:

- por grupo del público en general en un mismo lugar
- o mediante un sistema de distribución que dé servicio a una zona limitada.

Vimos que las comunicaciones por satélite pueden realizarse, de dos maneras: las comunicaciones de "punto a punto" y la radiodifusión por satélite. Las primeras son las que la señal, desde una estación terrena, es enviada al satélite que las recibe, la mejora y limpia de ruidos, y la envía para ser captada por otra estación de la Tierra; estas comunicaciones son las que permiten al espectador de televisión, por ejemplo, ver un partido de fútbol mientras se está desarrollando en otro lugar o continente, o una pelea de box etc.; este sistema se transmite a

## **SCADA System´s & Telemetry**

través de satélites que son operados por dos organizaciones internacionales diferentes y que no podemos dejar de hacer, aunque sea, una breve referencia sobre los sistemas que existen en la actualidad.

Hay que distinguir en principio los internacionales aquellos que prestan servicios con relación a un grupo de estados que conforman una región determinada (regionales) y por último los que atienden exclusivamente a los Estados en forma individual (nacionales).

### **7.2. Elementos que componen el sistema de comunicaciones por satélite**

Un sistema de comunicaciones por satélite esta compuesto por los siguientes elementos:

- 1.) satélite
- 2.) centro de control
- 3.) estación terrena

1.-) Satélite. Constituye el punto central de la red y su función es la de establecer comunicaciones entre los diversos puntos de la zona en la que atiende. En un sistema puede haber mas de un satélite, uno en servicio y otro de reserva ( que puede estar en orbita o en tierra), o bien uno en servicio, otro de reserva en orbita y un tercero de reserva en tierra. La posición adoptada dependerá de la confiabilidad que se pretende obtener.

2.-) Centro de control. Que también se le llama TT&C (telemediacion, telemando y Control), realiza desde tierra el control del satélite.

3.-) Estación terrena. Forma el enlace entre el satélite y la red terrestre conectada al sistema. Un sistema puede operar con algunas decenas o centenas de ellas, dependiendo de las servicios brindados.

Finalmente, en un proyecto para la puesta en orbita de un satélite se deben tener en cuenta los LANZADORES, que son los vehículos necesarios para la colocación de los satélites en su punto de operación. Se suele dividir a los sistemas de este tipo en dos segmentos: a) el ESPACIAL, formado por satélites, el centro de control y ocasionalmente, los lanzadores y b) el TERRENAL formado por las estaciones terrenas.

### 7.3 Segmento espacial. Características.

1. Satélite de comunicaciones: Esta compuesto esencialmente por conjuntos de repetidores de señales radioeléctricas o transpondedores (formado por receptor, amplificador y trasmisor) y por sistemas de apoyo. Los equipos de comunicaciones, incluyendo antenas y repetidores constituyen, la carga útil del satélite. Entre los Sistemas de apoyo, se pueden mencionar: control térmico, sistema de energía, estructura, sistema de propulsión, sistema de control y sistema de estabilización.

2. Estación TT&C: este segundo elemento posee todos los equipos necesarios para mantener al satélite en su posición orbital, posibilitando la realización desde tierra de todas las operaciones necesarias para tal fin. Esta estación se halla ubicada dentro de la zona de servicio y es propiedad del dueño del satélite.

3. Lanzadores: los países con mayor capacidad de poner satélites en órbita geoestacionaria son : Francia, EEUU., Japón, India, China; solo los EEUU (NASA) y Francia (ARIANESPACE), colocan satélites de terceros países en órbita.

4. Segmento terrestre.

Esta compuesto por las distintas estaciones terrenas destinadas a la recepción y transmisión de señales mediante la utilización de satélites de comunicaciones.

Existen distintos tipos de estaciones terrenas. Los diferentes matices que se ofrecen en la práctica están dados según el servicio a que las mismas estén destinadas. Se pueden mencionar a la estaciones: estación master, la que se encarga de la gestión del sistema y habitualmente se encuentra ubicada en el nudo principal de la red, situamos también la estaciones de alto tráfico y las de tráfico medio y bajo, cuyas características permiten la atención de un elevado número de canales de transmisión y recepción o bien puede ser de una menor cantidad de estos. Destacamos también las estaciones rurales -de bajo costo- y las denominadas estaciones TVRO (TV receive only) que permiten solo la recepción de una o varias señales de TV y/o de radiodifusión sonora.

5. Satélite doméstico. aplicabilidad con respecto a nuestro país.

La Creación de la Organización Mundial de Telecomunicaciones por vía satélite INTELSAT ha permitido, a partir de 1965, un gran desarrollo de los servicios internacionales de comunicaciones y más particularmente de intercontinentales en el mundo entero. Los proyectos de sistemas nacionales y regionales han empezado a elaborarse a partir de 1970, para responder a las necesidades específicas que el sistema Intelsat no estaba en condiciones de satisfacer de manera óptima.

En el comienzo el desarrollo progresivo de la red nacional de telecomunicaciones ha podido funcionar normalmente a través de medios terrestres de comunicación (radio-enlace y cables subterráneos), la utilización de enlaces por satélite constituye desde ahora un complemento especial de los medios terrestres para satisfacer algunas de las siguientes exigencias: La extensión de la red nacional en las zonas situadas a distancia, una mayor seguridad en el encaminamiento del tráfico, la distribución de programas de radiodifusión sonora y televisión, introducción de nuevos servicios etc.

Para las Naciones de gran extensión territorial (Canadá, India Argentina etc.), las que no poseen sistemas terrestres desarrollados (Zaire, los países árabes etc.) el satélite se convierte en el único medio para llevar las comunicaciones a todo su territorio, y por eso han recurrido a él.

No podemos dejar de exponer que nuestro país posee ciertas características que lo hacen particularmente apto; por su extensión cuya totalidad no está cubierta por redes terrestres, por ser un país donde teniendo en cuenta la repartición de los centros de producción y de decisión la necesidad de comunicarse a larga distancia es grande, tanto sea para telefonía o nuevos servicios; para la utilización de satélites.

También decimos que un sistema nacional de comunicaciones vía satélite no reemplaza a los sistemas tradicionales (cable coaxial, fibra óptica etc.) sino que se complementa, ampliando en forma notable la capacidad total del sistema como así también su flexibilidad.

Hago una breve comparación entre un sistema propio y uno arrendado. El alquiler de parte de la capacidad de un satélite de otro, evita los gastos del lanzamiento y la instalación en tierra de equipos que controlen el satélite. Cuando se alquila, es solo una parte de la capacidad necesaria, permitiendo pasar a un satélite propio cuando la demanda sea justificable. Pero la posesión de un satélite propio (mayor potencia disponible en tierra) permite la utilización de estaciones más pequeñas y por ello más económicas; a parte aún utilizando menos de la mitad de la capacidad de un satélite propio esto resulta más económico que el alquiler de la capacidad de otro, a su vez con el resto de nuestra capacidad podríamos arrendarla a países vecinos.

Le agregó a esto, el factor importantísimo que es para los países en vía de desarrollo el uso de estaciones más pequeñas, que permitan una mayor participación en la industria local.

## **2.2 VIII.- CONCLUSIONES Y BIBLIOGRAFIA**

### **8.1 CONCLUSIONES.**

SCADA que viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales (radiocomunicación o enlaces satelitales) o redes LAN. Todo esto se ejecuta en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

En cuanto a las comunicaciones, un satélite es un simple repetidor radioeléctrico y como tal puede estar capacitado para usarse en cualquier

servicio de comunicaciones. Remarcamos algunas ventajas de estos sistemas:

- a.) Cobertura inmediata y total de grandes zonas geográficas, al contrario de los sistemas terrestres clásicos, de lenta implantación;
- b.) posibilidad de independizarse de la distancia y de los obstáculos naturales como las montañas etc.

La posición privilegiada del satélite en la órbita geoestacionaria permite a todas las estaciones, situadas en la zona de cobertura del satélite, el acceso simultáneo al sistema.

Con respecto a las desventajas, cabe citar el elevadísimo costo inicial; en opinión considero que no constituye obstáculo insalvable, sino que el principal inconveniente estaría dado en la necesidad de tomar una decisión política a través de la cual, se superen intereses sectoriales y contradictorios en lo que atañe a este tema que nos ocupa, y se implemente definitivamente el sistema teniendo en miras fundamentalmente el bien de toda la comunidad.

#### Consideraciones finales

El horizonte de las nuevas tecnologías presenta hoy en día numerosas interrogantes que ciertamente nos mueven a la reflexión y al discernimiento. Estamos en un nuevo milenio y esta realidad nos lleva a una natural expectativa. En esta situación el universo de las nuevas tecnologías, día a día, nos presenta un despliegue potente y asombrosamente acelerado de novedosos métodos, procesos, máquinas e instrumentos.

Pues entonces, debemos mencionar que nuestro país corre el riesgo -de no mediar una decisión política firme encaminada al tema que analizamos

## **8.2 BIBLIOGRAFIA**

1. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition, Autor: Boyer S.A., Editorial: Research Triangle Park
2. Control Avanzado de Procesos, Autor: , José Acedo Sánchez, Editorial: Díaz de Santos.
3. Tecnología de Interconectividad de Redes, Autor: Merilee Ford, Editorial: Prentice may.
- 4- Introducción to Digital Transmission Systems, Autor: D. Callegari, Editorial: Teletra.