

Integración del sistema de Telecontrol SCADA a la red informática de Energía San Juan

Ing. Jorge Raúl Infante – Ing. Enrique Valladares
Energía San Juan

Abstract

El presente trabajo describe la integración del sistema SCADA y la red de área local (LAN) de Energía San Juan a fin de compartir las bases de datos de tiempo real y de almacenamiento histórico.

La información obtenida con un sistema de Control y Adquisición de datos es de vital importancia no solo para el sector de operaciones sino también para otras áreas de la compañía tales como ingeniería, mantenimiento y sectores gerenciales. Por lo tanto, compartir la información tomada de la red eléctrica por el sistema SCADA es uno de los objetivos mas importantes en el camino a la integración de datos corporativos.

El sistema SCADA de Energía San Juan esta implementado bajo sistema operativo UNIX y para poder obtener un acceso que no interfiera con los procesos de tiempo real propios del SCADA se desarrolló un sistema que tiene por misión generar una replica de la base de datos de tiempo real y de esta forma generar su propia base de datos históricas. La información compartida no solo se limita a la obtención de tablas, sino que también es posible obtener una replica de los unifilares con una frecuencia de actualización lo suficientemente rápida.

Introducción

Hoy en día el uso de tecnologías propias de internet hacen que se tenga acceso a bases de datos de cualquier tipo a través de un navegador sin necesidad de tener que instalar una aplicación particular para lograr este objetivo. Tecnologías tales como Java, HTTP y otras permiten acceder a esos mismos datos via internet desde cualquier parte del planeta.

El objetivo del presente trabajo es el de lograr la ubicuidad de los datos en una red empresarial a fin de ayudar a la planificación, administración e ingeniería de la red eléctrica ya que la información obtenida no solo es de interés para el sector operativo.

Desarrollo

Sistema Actual

El sistema SCADA de Energía San Juan esta conformado por una red local dual que conecta los diversos nodos con funciones específicas e integra en su conjunto la plataforma de adquisición de datos y control supervisado en tiempo real. Los distintos segmentos de LAN a la que se conectan los distintos nodos están basados en una arquitectura abierta y estructurada, operando con protocolos normalizados ISO/OSI y TCP/IP.

El sistema de Telecontrol esta constituido por dos nodos servidores que cumplen la función de servidores SCADA y servidores de archivos históricos en configuración Hot-Standby. Tanto el núcleo para la monitorización de procesos y control en tiempo real como la base de datos relacional

para el almacenamiento de la información histórica, se encuentran presentes en ambos servidores, pero solo esta activo cada proceso en uno de los servidores, el otro se encuentra en modo respaldo (Hot-Standby). Si la computadora primaria falla, el respaldo se hace cargo en un proceso que se denomina failover o recuperación de fallas. El conjunto se comporta como un sistema simple pero con mayor disponibilidad y posibilidades de escalado. Adicionalmente puede hacerse que la computadora de respaldo corra alguna otra aplicación compartiendo ambos la carga de trabajo y proporcionando una mayor eficiencia.

El sistema posee también dos consolas de operación con un par de monitores cada una, integrados a la red conformando una arquitectura distribuida y modular. El archivado de los datos históricos lo realiza un arreglo de discos históricos en configuración de discos espejados (RAID 1) conectado a ambos servidores, formando lo que se conoce con el nombre de clustering. El clustering es un agrupado de dos o más servidores que suelen denominarse nodos del cluster con el objetivo de mejorar la disponibilidad del sistema. La plataforma operativa sobre el que esta implementada el sistema SCADA es UNIX, figura 1.

El sistema esta concebido bajo una arquitectura cliente/servidor que permite un procesamiento distribuido y el acceso a cada elemento de la base de datos por cualquier cliente usuario, utiliza para las funciones de almacenamiento histórico un Sistema de Gestión de Base de Datos Relacional (RDBMS).

En una configuración normal, los datos adquiridos por las estaciones remotas en tiempo real, o provenientes de la base de datos histórica, pueden ser visualizados en las consolas de operación en forma de gráfico o tabular. En caso de ser necesario obtener una copia impresa se pueden elaborar informes bajo petición del usuario o pueden programarse para una posterior impresión automática.

Por tratarse de un sistema que trabaja bajo Xwindows, es posible multiplicar las pantallas operativas tantas veces como el sistema lo permita, sin mas que ejecutar un programa que haga las veces de servidor Xwindows en las computadoras en las que se desee obtener tal funcionalidad. Los resultados obtenidos con este tipo de software son importantes ya que se logra adicionar terminales de operación; pero también resulta peligroso el poder contar con tal capacidad en un ambiente diferente al de la operación. Si bien el uso de niveles de privilegios y passwords limitan el acceso y protegen al sistema eléctrico de maniobras indeseadas, es preferible no hacer uso de esta aplicación en sectores que no están bajo el control del centro de operación.

Conexión entre la red corporativa y el sistema SCADA

La red que constituye el sistema SCADA esta separada de la LAN corporativa por un router que hace las veces de firewall (cortafuegos) para evitar el ingreso de personas no autorizadas a las funciones, procesos y registros históricos del sistema.

El router trabaja en el nivel 3 del modelo OSI/ISO (capa de red), es decir que los datagramas son direccionados en función de la red destino y no del host de destino, lo que proporciona un aumento en la eficiencia en el uso del ancho de banda (BW) ya que se evita el broadcasting de un lado del router hacia el otro. Esto mejora las comunicaciones interprocesos del sistema SCADA debido a que el router hace las veces de filtro para toda la información que circula en la red corporativa.

El servidor se instala dentro de la LAN del SCADA de forma tal que en el router solo se programa el acceso a la red de este servidor y de las computadoras que el administrador del sistema considere necesario con el objeto de impedir el ingreso a la red de intrusos.

Propuesta de integración

Si bien el SCADA posee un registro de datos históricos confiable, es conveniente a fin de evitar la sobrecarga del sistema, llevar en paralelo otra base de datos sobre la que se realizarán los accesos y las consultas provenientes de las áreas administrativas y gerenciales de la empresa, dejando para la parte operativa el acceso a la base de datos histórica propia del sistema SCADA.

Para lograr tal objetivo se debe implementar un servidor dedicado que cuente con un gestor de base de datos robusto y confiable que permita ser accedido por redes y sistemas operativos diferentes.

Esto se logra mediante dos procesos bien definidos. Uno de ellos se ejecutará en el sistema SCADA y tendrá a su cargo tomar los datos provenientes del modulo de adquisición de datos y el otro se ejecutará en el servidor dedicado que tomará los datos enviados por el proceso anterior junto con un gestor de base de datos encargado de almacenarlos.

El proceso de captura de los datos provenientes del módulo de adquisición, puede ser implementado en lenguaje C o en BASIC. Su función de captura se complementa con la de envío al servidor dedicado, a través de la red, de los datos obtenidos. Dichos datos pueden contener información de los valores analógicos provenientes de los dispositivos electrónicos inteligentes (IED) que se encuentran en las estaciones remotas o de los estados digitales de los diversos elementos de maniobra propios de una estación transformadora, de maniobras o red de distribución eléctrica.

Para la comunicación entre procesos, se diseñaron rutinas que hacen uso de sockets (conectores) bajo el protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Un socket usualmente esta identificado por un único par que consiste de una dirección IP y el número de puerto. El hecho de que se haya utilizado TCP en vez de UDP (User Datagram Protocol) es que el primero es un protocolo orientado a la conexión lo que garantiza una comunicación segura y libre de errores, requisito indispensable debido al alto tráfico existente en la red local del sistema SCADA. El proceso de comunicación es el ilustrado en la figura 2.

Al contar con dos servidores SCADA, fue indispensable implementar dichos programas bajo la misma concepción que la del sistema en general, es decir uno de ellos como activo y el otro como respaldo. Ambos programas clientes (que residen en los servidores SCADA), establecen una comunicación con el servidor dedicado pero en diferentes ports (puertos), de manera tal de que sea cual fuese el proceso activo, el servidor solo recibirá la información solo de uno de ellos a la vez, por el puerto correspondiente.

El servidor utilizado corre UNIX sobre PC, la base de datos es de tipo relacional y orientada a objetos. La adopción de este sistema operativo obedece a la fuerte integración que se necesita entre el servidor dedicado y el sistema SCADA, ya que de haberse utilizado otra base operativa el proceso de acoplamiento entre los sistemas hubiese sido mas complicado. El esquema del sistema propuesto es el que se muestra en la figura 3.

Integración a la red corporativa

Una vez diseñados los procesos que permiten la captura y el almacenamiento de los datos en la nueva base de datos, hay que analizar las distintas alternativas que existen para acceder a los mismos.

Existen dos formas conocidas y ampliamente utilizadas, la primera de ellas es a través del standard Object Database Connectivity (ODBC), para lo cual el software gestor de base de datos provee un

driver que permite el acceso desde cualquier computadora a los datos históricos almacenados por el servidor. De esa forma mediante dicho driver es posible realizar una conexión a la base de datos del servidor dedicado e insertar los datos en una planilla de calculo, establecer un enlace o importarla a otra base de datos, siendo el acceso configurable y restringido a través de passwords, de modo que se puede limitar el acceso a cierto tipo de información, como así también la modificación de la misma.

La otra forma es algo mas compleja de implementar pero mas sencilla de cara al usuario, consiste en el empleo del Java Database Connectivity (JDBC), el equivalente al ODBC pero en java. JDBC cubre todo lo necesario para permitir que aplicaciones o applets JAVA accedan a Bases de Datos, el acceso se realiza mediante un conjunto de clases e interfaces que definen una API (application program interface) o conjunto de funciones para acceder a otra pieza de software, para utilizar SQL (Standard Query Language). JDBC permite escribir aplicaciones java independientes de la base de datos. La figura 4 nos muestra un esquema de la arquitectura JDBC. Con java es posible incrustar en las paginas web alojadas en un servidor HTTP, motores de búsqueda y consulta a las bases de datos, logrando de esta forma un acceso sencillo y cómodo gracias a las características que provee una arquitectura de tres niveles, cliente, middleware y servidor.

Las aplicaciones del cliente se ejecutan en los escritorios que llevan a cabo la consulta. El middleware incluye todos aquellos procedimientos que establecen un puente entre el servidor de base de datos y la aplicación cliente, en este caso estos procedimientos se ejecutan en un servidor web que en este caso reside en la misma computadora en que se encuentra el servidor de base de datos. Y finalmente el servidor de base de datos es el que se encarga de extraer la información solicitada por el cliente. Esta estructura es altamente modular, ya que si la cantidad de clientes que realizan la consulta simultáneamente, aumenta considerablemente, es posible alojar en una computadora diferente los servicios de middleware, logrando en consecuencia una reducción substancial en la carga del sistema, figura 5.

Con un browser o navegador se ingresa a la pagina web donde se realiza la consulta, se ingresan los datos que se desean recuperar llenado un formulario, se envía la solicitud y como resultado se obtienen los datos en la pantalla listos para ser impresos bajo la forma de tabla o de gráfico de acuerdo a la manera en que se implemente la página web o de acuerdo al modo que lo requiera el usuario. Estas consultas también pueden ser automáticas y realizadas cada un tiempo predeterminado pudiendo ser enviadas por correo electrónico e-mail a las cuentas de correo de los usuarios interesados, lo que permite a los responsables del área de operaciones estar informado permanentemente del estado del sistema eléctrico. Estas características pueden lograrse con el acceso con ODBC, solo que es necesario recurrir a la elaboración de programas complejos que establezcan la conexión con la base de datos y con un diseño apropiado de la interface de usuario se pueden lograr los mismos resultados que con un browser.

Sin embargo, el concepto de cliente universal que poseen los browsers, se debe precisamente a que toda aplicación desarrollada con herramientas de intranet, puede ser vista con ellos en forma idéntica desde cualquier plataforma operativa, característica que no puede ser lograda con el diseño de un programa dedicado, ya que sería necesario hacer un programa diferente para cada sistema operativo, esto hace que el empleo de JDBC sea mas eficiente.

También cabe recordar que los browser forman parte de la instalación base de todo sistema operativo, son de distribución gratuita y constituyen en la actualidad el cliente universal para toda aplicación que hace uso de gestores de base de datos.

La tecnología Java, permite graficar en una página web las curvas de tendencias y archivos históricos de la base de datos analógica. Pero también es posible representar los unifilares del

sistema ya que contamos con los estados digitales provenientes de las unidades terminales remotas (RTU). Dichos estados no son en tiempo real, sino que son tomados cada un cierto intervalo, típicamente cada diez segundos. Este período para algunas personas puede resultar inaceptable, pero se deber tener en cuenta que los datos son entregados a sectores ajenos a la operación y en estos casos este tiempo puede ser mas que suficiente para conocer el estado de la red. El objetivo primario al emplear este tipo de esquema de representación es que se evita la sobrecarga de los servidores del sistema SCADA ya que se esta accediendo a los datos capturados por el servidor dedicado y pueden ser accedidos desde cualquier browser en la intranet de la empresa.

También es posible implementar con estos datos un visor de eventos pasados que realiza una reproducción en tiempo acelerado de las aperturas y cierres efectuados por los elementos de maniobra de la red eléctrica. En este punto cabe hacer una aclaración con respecto al tamaño de almacenamiento de los datos digitales. Por tratarse de señales de dos o cuatro estados, su almacenamiento (2bits) ocupa menos memoria que la requerida por los datos analógicos (4 bytes) por lo tanto es posible almacenarlos con mayor frecuencia, normalmente las variables digitales se almacenan con un período de 10 segundos y los datos analógicos cada 5 minutos.

Conclusiones

Con esta implementación se mejoró la forma de trabajo al disponer en forma inmediata y centralizada de los datos de lo que sucede en la red de transmisión y las troncales de la red de distribución. La integración del Sistema de Telemedición y Telecontrol SCADA al sistema de información corporativo de Energía San Juan se asemeja a llevar el sistema SCADA a cualquiera de los escritorios de la red corporativa, lo cual implica una mejora importante en la administración de la información al disponer de los servicios en forma centralizada e integrada. Esto permite que las áreas responsables de los mantenimientos preventivos de los equipos eléctricos, la calibración de protecciones y de planificación (ingeniería), puedan acceder a la información en línea de los datos tanto operativos como históricos y lograr una mayor eficiencia en la Gestión de la Distribución.

La integración permite que programas de cálculo tales como Corto Circuito, Flujos de Carga, etc, que son utilizados en la planificación y expansión de la red eléctrica puedan disponer de los datos reales (mediciones), lo cual implica por un lado una mayor exactitud en los resultados y por otro evita importantes esfuerzos en campañas de medición con equipamiento de medición de variables eléctricas conectados en distintos puntos de la red.

Bibliografía

1. Network Interrupts – A Programmer's Reference to Network Apis
Ralf Brown & Jim Kyle - Addison Wesley
2. UNIX Network Programming
Richard Stevens - Addison Wesley
3. Gestión de Bases de Datos en Internet: JDBC
Jose Manuel Framiñán Torres, José Miguel León Blanco - Anaya Multimedia
4. Aprendiendo Programación para Base de Datos con JDBC
Ashton Hobbs - Sams Publishing
5. Manual de Administración del Centro de Control de Energía San Juan
Sainco S.A
6. Manual de Instalación del Sistema SCADA de Energía San Juan
Sainco S.A

Figuras

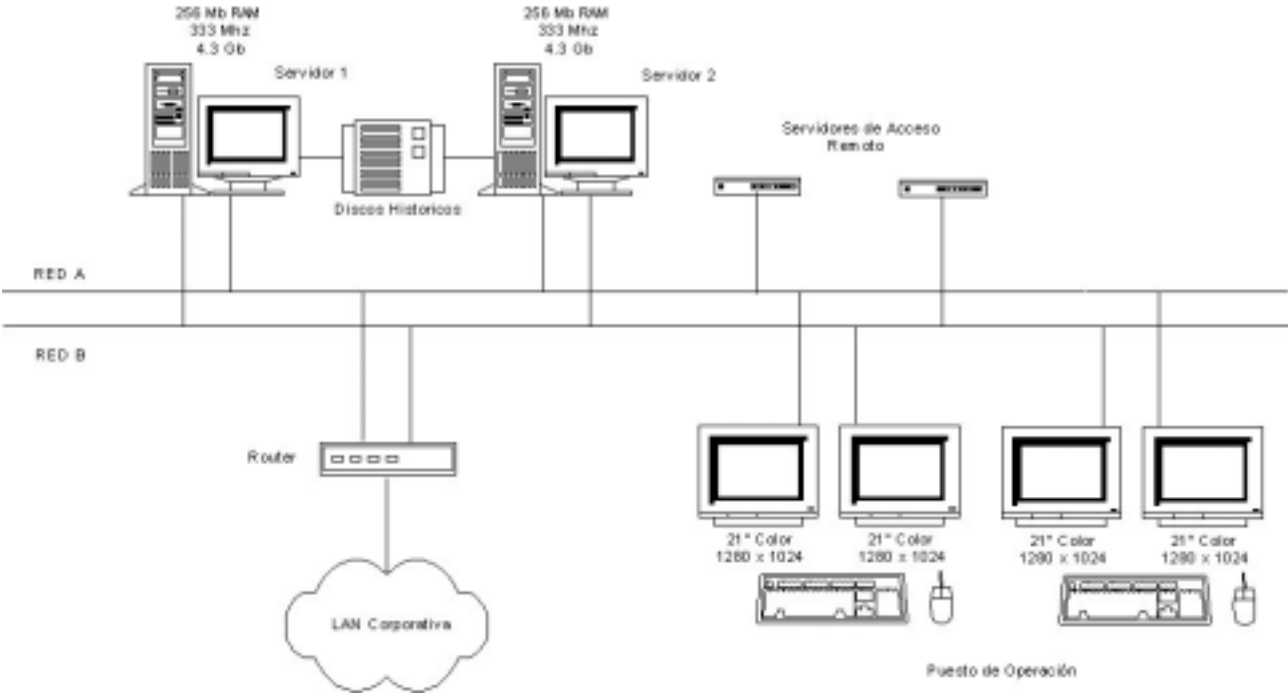


Figura 1. Esquema general del sistema SCADA de Energía San Juan

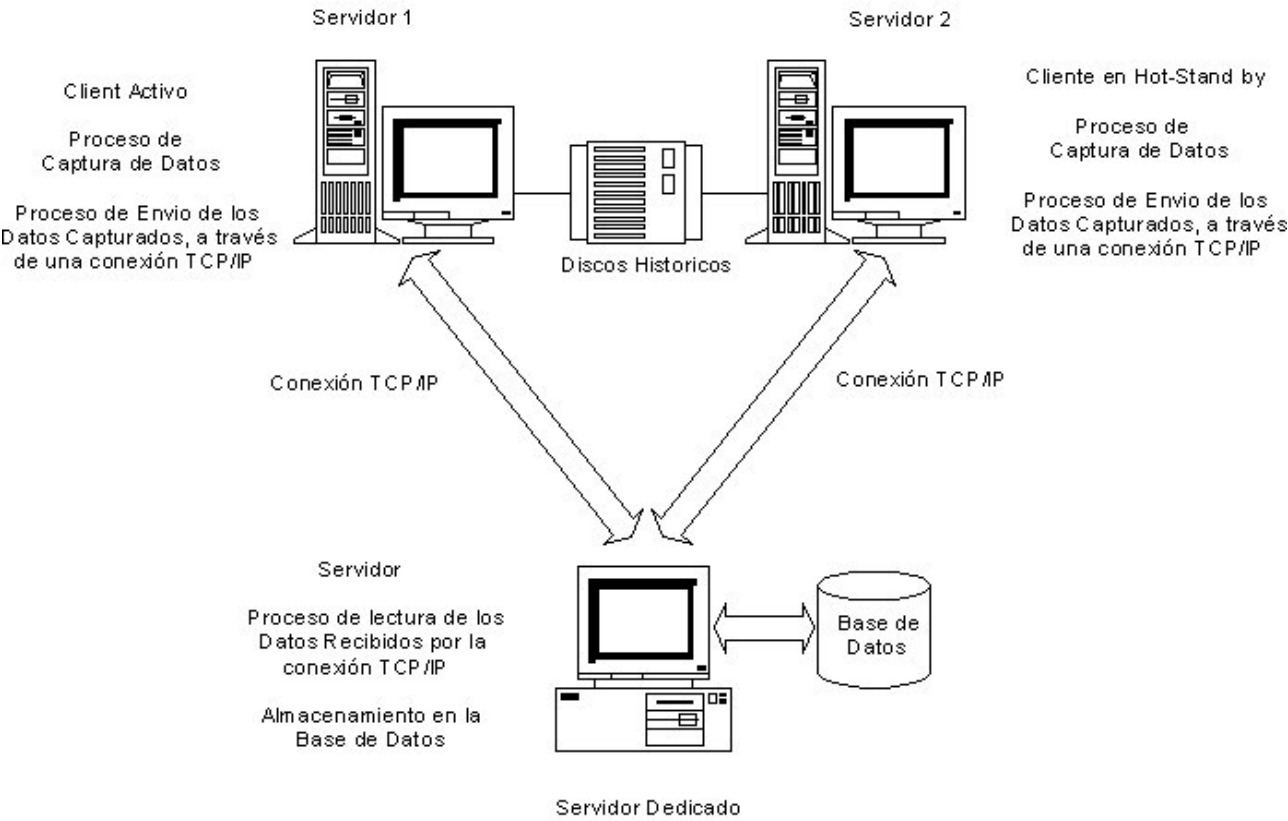


Figura 2. Proceso de comunicación cliente-servidor dedicado

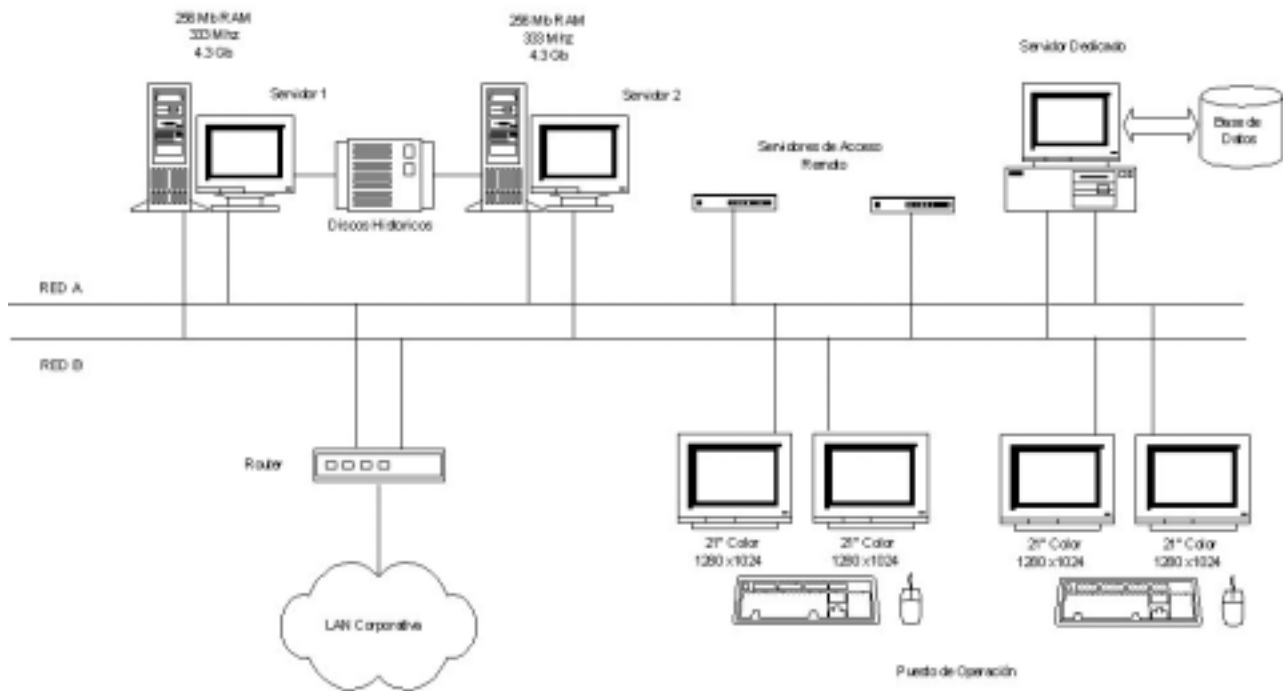


Figura 3. Esquema del sistema propuesto

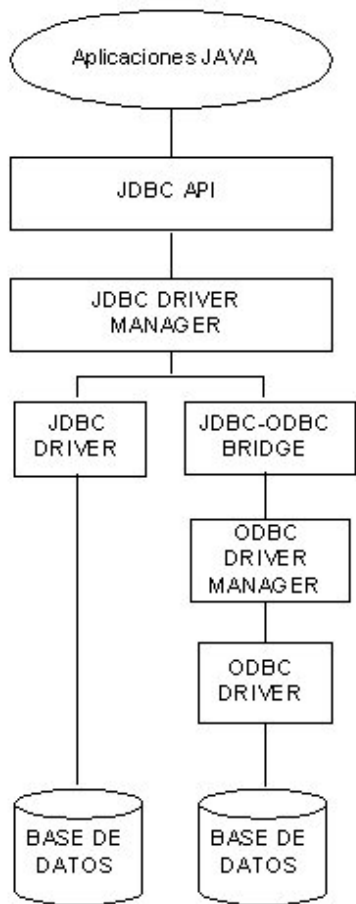


Figura 4. Arquitectura JDBC

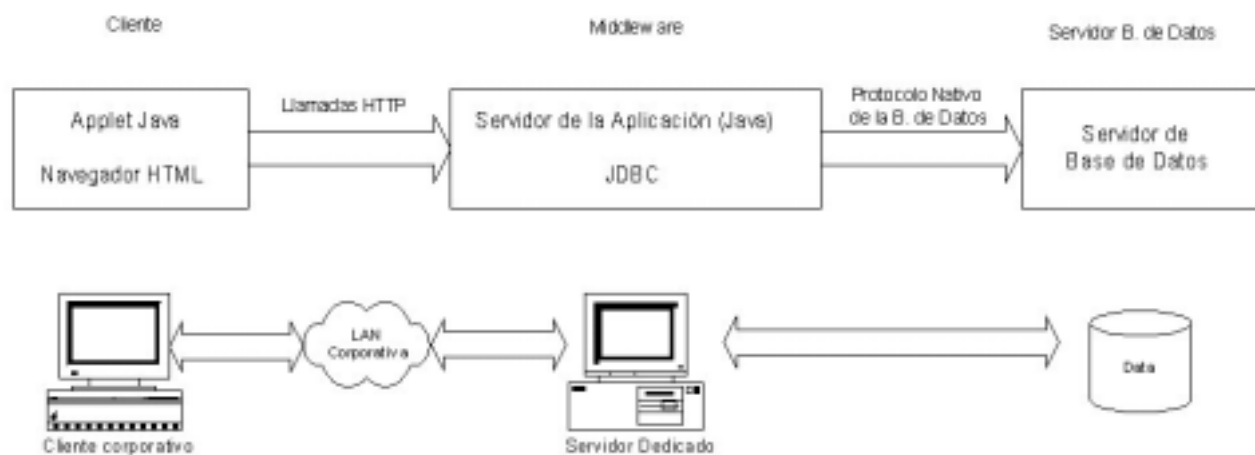


Figura 5. Modelo de tres capas en Java

CURRICULUM VITAE (resumido)

Jorge Raul INFANTE

Agosto, 1999.

1. NACIMIENTO San Juan (Arg.), 14/09/64

2. DIRECCION

Laboral Energia San Juan
Mendoza 50 Sur
5400 San Juan
Tel.: +54 264 4200841
Fax : +54 264 4200171

Particular Ramon y Cajal 978 norte
5400 - San Juan
Tel.: +54 264 4231824

3. ESTUDIOS

3.1 Ingeniero Electrónico, Universidad Nacional de San Juan, 1991.

3.2 Idiomas: Inglés (Escribe, Lee, Habla).

4. CARGOS OCUPADOS EN LA EMPRESA

Encargado del diseño e implementación de la intranet de Energia San Juan. Desde 01/98 al 06/98.

Encargado del mantenimiento del sistema SCADA de Energia San Juan. Desde el 06/98

5. PUBLICACIONES

Internacionales:

Titulo: Kalman Parameter Estimation for Asincronous Motor.
Autores: I. Toledo, M. Molina, J.C. Correa, J. Infante, D. Carrica, M. Armada.
Publicado en ECLA'94 Workshop, Forum on Cooperation European Community-Latin America. Madrid -España, Noviembre de 1994.

Titulo: Vector Control System Based on 80C196-MC Microcontroller.

Autores: J.C. Correa, J. Infante, E. Paduán, B. Kuchen.

Publicado en ECLA'94 Workshop, Forum on Cooperation European Community-Latin America. Madrid - España, Noviembre de 1994.

Titulo: Flexible System for the Experimentation of Field Oriented Induction Motor Control Schemes.

Autores: D. Carrica, J.M.Lorenzo, E. Paduán, J. Infante, J.C. Correa.

Publicado en ECLA'94 Workshop, Forum on Cooperation European Community-Latin America. Madrid - España, Noviembre de 1994.

Titulo: Compact Vector Control Set Up Based on 80C196MC Microcontroller.

Autores: J.C. Correa, J. Infante, B. Kuchen, D. Navarro.

Publicado en IFAC Symposium on Low Cost Automation, Buenos Aires, Argentina, Sept. 1995.

Titulo: Kalman Parameter Estimator for Asynchronous AC Motors.

Autores: B. Kuchen, I. Toledo, M. Molina, J.C. Correa, J. Infante.

Publicado en IFAC Symposium on Low Cost Automation, Buenos Aires, Argentina, Sept. 1995.

Nacionales:

Titulo: Control de posicion de un motor de induccion usando tecnicas de control en coordenadas de campo.

Autores: J.R. Infante, J.C. Correa, B. Kuchen.

XV Simposio Nacional de Control Automatico, AADECA '96.

Ing. Jorge Raul Infante
D.N.I. 17.051.607

CURRICULUM VITAE

I - Datos Personales

Apellido y Nombres : **VALLADARES, Enrique Bautista**
Nacionalidad : Argentina
Lugar y fecha de Nac. : San Juan, 29 de Marzo de 1957

II. Ocupación actual

Desde 01.01.98: **Jefe Depto Subtransmisión de Energía San Juan.** Responsable del sistema de Subtransmisión 132 kv y 33 kV. Sistema Interconectado Provincial, Estaciones Transformadoras, sistema de Telecontrol SCADA. Ejecución de Planes de Emergencia.

Desde 01.03.98 hasta 01.11.98 Jefe de Area Telecontrol y Telecomunicaciones del Dpto Ingeniería. Jefe de Proyecto SCADA de Energía San Juan. Ejecución del Proyecto y su justificación técnico –económica.

Desde 02.05.96 hasta 01.03.98 Integrante del plantel del Dpto Ingeniería Energía San Juan, realizando tareas de Planificación del sistema de distribución. Definición de pautas para planes de inversión en la redes de distribución de Energía San Juan S.A.

III - Estudios Realizados

a) De Grado

Ingeniero Electromecánico, orientación Control.

Universidad Nacional de San Juan. Año de egreso: 1982

b) De Especialización

Desarrollo de equipos/instrumentos para estudios de transitorios en redes eléctricas. Sistemas de adquisición de datos y mando automático de maniobras.

Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano-CESI. Italia. 20/3/84 - 20/01/85.

Idiomas: Castellano - Italiano - Inglés

IV - Especialidad principal

- Proyecto, diseño y Operación de Redes de Transmisión.
- Centros de Control de Energía (Aspectos de diseño y operación).

V - TRABAJOS PUBLICADOS

"Definición de las características de protecciones de óxido de zinc de los capacitores serie del transmisión de 500 KV Piedra del Aguila abasto de Hidronor S.A." presentado al 3er. ERLAC, Encuentro Regional Latinoamericano de CIGRE 1988.

-. "Pruebas y ajustes de las protecciones de línea del sistema de transmisión de 500 KV. de Hidronor en el TNA del IEE-UNSJ (Co-autor) Presentado en el 5to ERLAC. Encuentro Regional Latinoamericano de CIGRE 1993. Rattá G., Valladares E., Trad O., Hollman E., Alonso J.

-. "Estudio de los varistores OZn de protección de los capacitores serie del sistema de transmisión de Piedra del Aguila- Abasto" Presentado en el 5to ERLAC. Encuentro Regional Latinoamericano de CIGRE 1993. Rattá G., Trad O., Valladares E., Hollman E., Alonso J

- "Medición Registro de magnitudes eléctricas en estaciones de transmisión, distribución, y grandes consumidores, Primer Congreso Latinoamericano de Generación y Transmisión de Energía eléctrica, Viña del Mar-Chile, Oct 1993. Trad O, Valladares E, Andreoni, A, Rivera JF.

- "Sobretensiones de maniobra y estudios de arco secundario de las líneas con transposición incompleta Henderson-Puelches de 500 kV".Primer Congreso Latinoamericano de Generación y Transmisión de Energía eléctrica, Viña del Mar-Chile, Oct 1993. Trad O., Valladares E., Andreoni, A. Rivera J..

- "Criterios y nuevas tendencias en los aspectos de diseño de Centros de Control de Energía" IV Seminario de Ingeniería de Potencia y I Seminario de Distribución de Eneía Eléctrica. IEEE-CHILE. Ago 1994. Dr.Ing.J.F RIVERA, Ing. E. De la VEGA, Ing. E. VALLADARES.

VI. TRABAJOS REALIZADOS

- Italia. 23/3/84 - 29/01/85.

En el Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano-CESI. Italia. Participación en la construcción, puesta a punto, y ensayos en fábrica y en sitio del equipamiento: Analizador de Transitorios en redes (TNA) del Instituto de Energía Eléctrica de la UNSJ. Sistemas de adquisición de datos (sistema CAMAC-IEEE/Multiplex/PdP11, Transient recorder). Sistema automático para el mando y simulación de maniobras (programación de secuencias de fallas/actuación de interruptores, Fuentes trifásicas programables p/modelación de generadores, modelo de compensador estático de reactivo (SVC) , entre otras).

- 06/89 - 02/91.

Participación (como Consultor "B") en el proyecto de un Centro de Operación y Control computarizado para el sistema de distribución de la Cooperativa Rural de Electricidad en la Ciudad de Santa Cruz de la Sierra - Bolivia. Definición de pautas para el telecomando y telesupervisión del Sistema de 7distribución, incluyendo los sistemas de comunicaciones entre terminales remotas y centro de control. Estudio de factibilidad técnica/económica del proyecto. Elaboración de especificaciones técnicas y Pliegos de licitación B.I.D.

- 07/94 - 12/94.

Participación (como Consultor "B") en el "Proyecto de modernización del Centro de Movimiento de Energía de SACME" BsAs - Argentina. Elaboración de especificaciones técnicas y aspectos de diseño del hardware y del software de adquisición y procesamiento de datos, SCADA, interfaz Hombre/máquina, protocolos de comunicación, etc. Especificaciones técnicas y funcionales considerando la estandarización internacional actual para sistemas de arquitectura abierta y distribuida. Definición de pautas para evaluación de ofertas

-01/96 - 04/96

Participación (como Consultor "B") en el Proyecto "Renovación del sistema de Telecontrol y Telesupervisión" Convenio FUUNSAJ-EDESUR SA. Bs As - Argentina. Elaboración de especificaciones técnicas y aspectos de diseño del hardware y del software de adquisición y procesamiento de datos, SCADA, interfaz Hombre/máquina, protocolos de comunicación, etc.

- 01/02/93 - 30/06/1993

Participación (como Consultor "B") en el asesoramiento a la empresa Instituto Costarricense de Electricidad en la elaboración de pliegos de características técnicas para la Renovación de equipamiento del Centro de Control de Energía. Aspectos de diseño e implementación, considerando el "estado del arte" y la estandarización actual. En las siguientes etapas:

- 01/03/88 - 31/12/90

Participación en la ejecución del estudio: "Verificación del funcionamiento del esquema de protecciones del sistema de transmisión de 500 KV. Piedra del Aguila-Abasto de Hidronor S.A."

- 10/93 - 12/93

Participación en la elaboración de las "NORMAS DE CALIDAD Y SANCIONES" En relacion con el servicio publico de distribucion y comercializacion de energía eléctrica. (Programa de Organización y Reestructuración de los Servicios Públicos Provinciales de Distribución de Energía Eléctrica). En particular Perturbaciones en Redes de Distribución. Harmónicas, Flicker, etc.

- 01/06/86 a 01/04/87.

Participación en el estudio "Análisis de transitorios Electromagnéticos en el sistema de Transmisión de 500 KV. Piedra del Aguila-Abasto de HIDRONOR S.A.", con definiciones de diseño de las protecciones de óxido de zinc de los bancos de condensadores serie.

- 01/04/87 a 30/08/88

Participación en el Análisis de Transitorios Electromagnéticos en el sistema de transmisión de 500 KV.de Yaciretá de la Empresa Agua y Energía Eléctrica.

- 01/03/85-01/07/85.

Recepción y montaje del Analizador de Transitorios Electromagnéticos (TNA) del Instituto de Energía Eléctrica. Pruebas "en sitio" realizada en conjunto con personal del Centro Electtotecnico Sperimentale Italiano (CESI). En el mismo período se ejecutaron los ensayos de recepción.

- 1/12/91-1/03/92

Diseño y construccion de un equipo para pruebas de perturbacion de alta frecuencia para relés y equipos electrónicos de protección de redes eléctricas.

- 09/10/87 - 09/12/87.

Participación en la ejecución del estudio "Análisis de Armónicos de Tensión y Corriente en un Horno de Arco". Estacionarios y Transitorios de energización del dispositivo de compensación. De la Empresa Electrometalúrgica Andina SAIC

VIII - OTROS ANTECEDENTES

Asistencia a Cursos - Seminarios.

"Control computarizado de procesos industriales" dictado por el Ing. Felix Alba Juez, Profesor investigador del Instituto de Automática de la UNSJ e investigador Asistente del Communion Center - University of UTAH (USA).

20/03/82 - 30/08/82

En el Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - CESI. Técnicas de modelación y simulación en el Analizador de Transitorios en Redes Eléctricas (TNA).

En Italia. 26/3/84-30/6/84.

Curso para graduados "Transmisión digital por Fibra Optica" organizado por Instituto de Automática de la UNSJ (30 Hrs) - 24/28 de Septiembre 1990.

Curso para graduados sobre "Análisis de funcionamiento de Sistema Eléctricos". Modelos matemáticos - Algoritmos de cálculo programas digitales. Dictado por investigadores del Instituto de Energía Eléctrica de la UNSJ.

04/03/85 - 22/03/85.

Colaboración en la realización de prácticas en el Seminario sobre Transitorios en Redes de Alta y Muy Alta Tensión, organizado por el Instituto de Energía Eléctrica-UNSJ y auspiciado por I.E.E.E. y la Asociación Electrotécnica Argentina.

01/10/85-16/10/85.

San Juan, Agosto 1999.