MONITOREO REMOTO DE UN PROCESO REPRESENTADO EN LABORATORIO, PARA SIMULAR APLICACIONES REALES DE TELESUPERVISIÓN EN SISTEMAS SCADA

Gustavo P. Jiménez-Placer[1], Enrique G. Modai[2], Amado O.Vitali[3] , Fabiana Ferreira[4]

Abstract— *This work is intended to show how a local application of a standard batch application including Temperature Control, Flow Computing, Level Indication and Control, Valves, Pumps and other field devices, can be easily transformed in a remote supervised application, via Standard Ethernet and Internet communication protocols. This paper also includes not only the Process Control Supervisory Systems, but also the Teleservice System, in order to provide Remote Access to the PLC Program for debugging and modifying issues.*

Index Terms—Programmable Logic Controller, Supervisory Control And Data Acquisition, Human Machine Interface, Remote Web Server.

INTRODUCCIÓN

El enfoque de la enseñanza de Automatización Industrial y Control de Procesos está relacionado normalmente con conceptos teóricos, y la brecha que existe entre cómo se hacen las cosas en el mundo real y cómo los estudiantes aprenden estos conceptos, para luego aplicarlos, es normalmente bastante ancha. De esta manera, para acortar la brecha entre esas dos instancias, desarrollamos un programa que consiste en construir un modelo de simulación de control de procesos, que puede ser usado para demostrar el comportamiento de los instrumentos, bombas, válvulas, sensores y actuadores, involucrados en un proceso térmico clásico (calentar y enfriar agua que puede a su vez ser usado en otro proceso reactivo).

Para aplicar Automatización Industrial en un Proceso Instrumentado estándar, todo el equipamiento necesario fue definido intencionalmente para soportar una interacción de entradas y salidas con Controladores Lógico Programables (PLC), protocolos de comunicación industrial, buses de campo, Interfaces hombre/máquina (HMI) de tipo local, Sistemas de Control Supervisor y Adquisición de Datos (SCADA), y servicios de extranet e Internet, de manera de proveer acceso, prácticamente desde cualquier lado.

ENFOQUE CLÁSICO

La manera normal de desarrollar programas de PLC y SCADA, es en base a la creación de algoritmos, secuencias e interfaces gráficas, basadas en documentación específica de proceso que trata de explicar de qué manera necesita comportarse, mediante el uso de representaciones estándar y simbología en los dibujos que explican en pocas palabras qué se supone que debe hacer un equipo de ingeniería de automatización industrial.

La forma de probar y demostrar que las secuencias, lazos, gráficos y alarmas fueron programados de acuerdo a lo esperado, sin necesidad de conectarse al proceso real, es mediante el uso de programas llamados ¨simuladores¨, que tiene la habilidad de interactuar con el software de programación del PLC, proveyendo de ¨reaciones¨ ordenadas desde la interfaz gráfica o manual, reemplazando la información que deberían entregar las variables analógicas y digitales de proceso[1].

La simulación es muy útil, pero el verdadero problema consiste en recrear todas las condiciones que el sistema debería experimentar, de manera de ofrecer una respuesta real, y un modelo confiable que ayude a interpretar el comportamiento del proceso.

Por el otro lado, las simulaciones son solamente porciones de software portátiles, que permiten a los estudiantes analizar el comportamiento del proceso sin estar conectado a variables reales, además de las bombas, las válvulas y los instrumentos de medición. Esta es una manera muy flexible y económica para estudiar modelos de proceso, pero esto normalmente conlleva un trabajo extra de modelización, debido a que deben presuponerse determinados comportamientos y reacciones del proceso, sin haber podido ver el proceso real corriendo realmente [2].

Entonces resulta mejor tener corriendo un modelo real, conectado al Sistema de Control Supervisor, de manera de poder analizar el comportamiento real del proceso, comprendiendo cómo aplicar los algoritmos de control en forma adecuada. De esta forma, los estudiantes aprenden de un proceso real cómo evolucionan las variables cuando se aplican los algoritmos de control. Solamente después de esta experiencia, con el agregado de algoritmos matemáticos de modelización, ellos pueden desarrollar comportamientos simulados de procesos, de manera de recrear las reacciones normales del mismo.

[1] Gustavo P. Jimenez-Placer, Investigador Docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento, J.M.Gutierrez 1150, Los Polvorines (C.P.1613), Argentina, gplacer@ungs.edu.ar

[2] Enrique G. Modai, Docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento, J.M.Gutierrez 1150, Los Polvorines (C.P.1613), Argentina, enrique.modai@gmail.com

[3] Amado O. Vitali, Investigador Docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento, J.M.Gutierrez 1150, Los Polvorines (C.P.1613), Argentina, avitali@ungs.edu.ar

[4] Fabiana Ferreira, Vice decana del Departamento de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, Roque Saenz Peña 352, Bernal (C.P.1876), Argentina, fferreira@unq.edu.ar

Pero, en algunos casos la evolución del proceso hace que sea necesario mucho tiempo para completar un batch, y las estadísticas deben ser tomadas de una larga serie de muestras, de manera que los grupos de estudiantes deberían perder mucho tiempo para extraer la información correcta de él.

SISTEMAS DE CONTROL SUPERVISOR

Cuando los procesos son muy largos, o por varias razones, no es posible detener el proceso (procesos continuos), los procesos de control actuales proveen un conjunto completo de opciones diferentes para supervisar y controlar en forma remota procesos de tipo continuo o procesos batch, dejando solamente unos pocos operadores para emergencias y eventos especiales

- Sistema Remoto de Alarmas y Eventos
- Sistema Remoto de Información de Procesos
- Sistema Remoto de Control de Procesos

En el primero de estos sistemas, un selecto grupo de personas de la planta recibe información de alarmas y eventos a través de dispositivos especiales como PDAs, computadoras portátiles o del hogar, o teléfonos celulares.

Si aparece una alarma crítica o un evento importante, un sistema especial envía un mensaje a un grupo de personas o a una persona en especial, y la acción correctiva que debe tomarse (algunos de estos sistemas permiten interactuar con algunas variables de proceso directamente desde el dispositivo receptor), mediante una combinación de teclas y/o funciones, como si fuese una banca electrónica, o algo así.

El segundo grupo permite a las personas clave recibir información completa del proceso en formato texto o tabular, a pedido del usuario, o bien de forma periódica o por cada turno. Este tipo de conexión remota tiene la misma funcionalidad que la de un reporte impreso, pero de manera remota, debido a que este reporte se envía usualmente a direcciones de correo electrónico seleccionadas, con dicho reporte sobre el cuerpo del correo o bien como adjunto, o bien como un aviso periódico con un hipervínculo dirigido a una página web (HTML o FTP), ya sea para reportes en linea, o bien desde un servidor de archivos indexados por fechas o por tipo. Estas conexiones pueden ser usadas también como alicaciones a demanda que pueden ser consultadas perdiódicamente, permitiendo además ver el último reporte guardado o toda la lista de reportes disponibles, pero también listo para generar uno nuevo a pedido.

El tercer tipo de aplicación cliente remota es la de tiempo real, en la cual el usuario remoto puede interactuar con la aplicación, que en algunos casos es la misma que la local, pero mediante la utilización de clientes serevidores de Internet, publicando páginas XML dinámicas originadas en las pantallas de los SCADAs locales. Algunos de los paquetes de SCADA ofrecen software de tipo ¨web embebidos¨, que pueden ser incoporados como adicionales , que permiten que la aplicación SCADA estándar pueda tener la posibilidad de ser publicada en una dirección de página web, como aplicaciones de lectura solamente, o de lectura escritura [2].

Por otro lado hay paquetes de software estándar, como el Microsoft ® Remote Desktop, o el VMC ®, entre otros, que permiten a un usuario remoto realizar una acción de toma de control de la interfaz completa de una estación de trabajo. Este tipo de servicio se usa más bien para una aplicación monousuario, porque implica sólo una conexión por vez, y permite al usuario remoto no sólo monitorear la aplicación SCADA, sino también el software de programación del PLC, y cualquier otro software de diagnóstico residente en la PC local. Esta es la razón por la cual esta opción es más usada como Teleservicio por parte de un proveedor de soporte técnico, que una aplicación multiusuario, que necesita clientes independientes o relacionados entre sí, interactuando al mismo tiempo en la misma aplicación, con diferentes niveles de acceso, si es necesario.

LABORATORIO EN CLASE

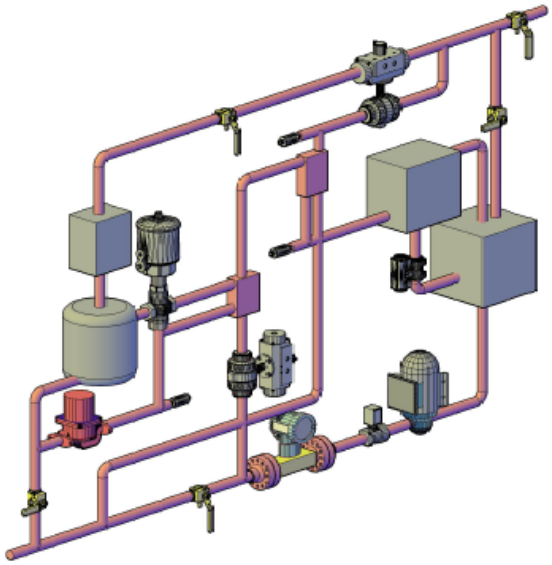

Fig.1 El proceso visto en 3D

La idea de este modelo es proveer acceso remoto a la aplicación del laboratorio, no solamente para recibir información en tiempo real del proceso en cualquier momento, sino también para familiarizar a los estudiantes con las diferentes opciones de sistemas supervisores de información remotos. El laboratorio en clase es un pequeño proceso de calentamiento y enfriamiento en donde se puede interactuar con válvulas, bombas, RTDs, caudalímetros y otros tipos de dispositivos, como indicadores y transmisores de nivel. Esos dispositivos deben estar provistos de algún tipo de capacidad de comunicación, dependiendo de la complejidad y el costo del modelo utilizado. Dispositivos tales como interruptores, sensores de proximidad, etc. son tomados como señales de entrada digital, mientras que las electroválvulas y los contactores representan las salidas digitales de nuestro sistema.

El tratamiento de las variables analógicas es bastante diferente. Dependen de la precisión, pero mayormente de qué tipo de señal eléctrica de salida puede proveer a un Sistema de Adquisición de datos. Esos dispositivos pueden proveer alguno de los siguientes tipos de señales eléctricas de salida (Figura Nº 1)

- Tren de pulsos
- Lazo de corriente (0-20 o 4-20 mA)
- Tensión (0-5v, 0-10v, -10+10v, etc.)
- Bajas tensiones y corrientes (termocuplas)
- Puente resistivo (RTDs, celdas de carga)

Hay instrumentos más sofisticados que proveen directamente información digital a través de protocolos de buses de campo estándar:

- Modbus
- Hart
- Profibus
- Fieldbus Foundation
- Profinet

TABLA I
TIPO DE CONEXIÓN

Sistema Remoto	Adicional Requerido			
	Nivel PLC	Nivel SCADA	Nivel de Base de Datos	Nivel de Sistema Operativo
Alarmas y eventos	MODEM discado modem GPRS	Aplicación discado Internet comm., provider interface	Aplicación discado Internet comm, provider interface	no
Información de Proceso	Web Server - conexión Internet	Web Server - conexión Internet	Web Server - conexión Internet	Remote desktop Conexión Internet
Control de Proceso	Web Server SCADA - conexión Internet	Web Server - conexión Internet	no	Remote desktop Conexión Internet
Soporte Técnico	modem discado- Servicios Ethernet & VPN	Servicios Ethernet & VPN	Servicios Ethernet & VPN	Remote desktop Conexión Internet

- Etc.

El beneficio extra consiste en brindar configuración y diagnóstico remoto, a la vez que entregan una variable de proceso ya convertida. Las mayores desventajas que ofrecen son los altos costos y la complejidad del equipo en sí.

Cuanto más sofisticado es el instrumento, más poderosa interfaz requiere, y el PLC que debe encagarse de esto debe tener más opciones de puertos de comunicación disponibles, más memoria y mayor capacidad de procesamiento en general (más velocidad). Como ventaja principal, la resolución será más alta, y por lo tanto, el sistema será más confiable.

La necesidad es contar con un sistema que pueda conectarse con un PLC y un SCADA, y luego sea capaz de proveer la interfaz acceso remoto más optima a esta plataforma. El beneficio de utilizar modernos y sofisticados PLCs consiste en disponer de características especiales como conexión Ethernet, web server incorporado zócalos especiales de expansión, que proveen en forma nativa conexión directa a un cliente remoto de Internet.

La tabla Nº1 muestra diferentes opciones que necesitamos considerar para las aplicaciones y dispositivos locales, de manera de proveer acceso remoto basado en el tipo de servicio requerido.

La combinación de dos o tres de las opciones de hardware y software mencionadas en dicha tabla constituyen la mejor aproximación para diseñar un potente modelo de supervisión y control remoto, que muestra cómo el personal clave de la Empresa o Planta recibe distintos tipo de paquetes de información de proceso.

Los ingenieros de Proceso debe observar como el mismo evoluciona normalmente y tener presentes KPIs (Indicadores Clave de Proceso). Los Ingenieros de Mantenimiento deben recibir alarmas de paradas y alertas preventivos. El jefe de Producción necesita los reportes de lotes y los informes de desviaciones. Los estudiantes deben asumir alguno de estos roles en la planta piloto, y cubrir su función tanto local como en forma remota.

Los roles de proceso deberán ingresar al sistema y observar en tiempo real qué es lo que está ocurriendo desde sus puestos remotos. Los roles de Mantenimiento deberían recibir cualquier alarma crítica en sus teléfonos celulares, como un SMS o un correo electrónico. Los roles gerenciales requerirán completos reportes en sus notebooks dondequiera que estén (cantidad de lotes completados, información global del proceso, totalizadores, etc.)

Entonces, un Sistema Supervisor remoto completo, en nuestro caso incluye los siguientes servicios:

- Alarmas y Eventos: envía mensajes de correo electrónico y SMS a determinadas personas
- Información de Proceso: reportes completos en formato HTML que serán enviados por emial y publicados en una página web
- Control de Procesos: provee acceso remoto a través de una aplicación web que emula la misma aplicación de SCADA local.
- Soporte Técnico: provee acceso remoto a través de ua aplicación de escritorio remoto y brinda acceso a

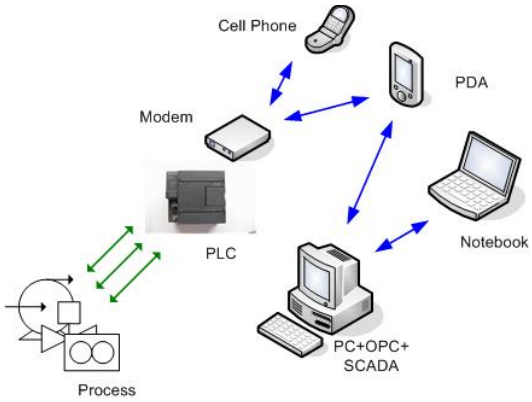

Figura 2: Proceso y periféricos

distancia tanto al SCADA como a los softwares de programación.

Alarmas y Eventos

Estas aplicaciones están normalmente disponibles desde el lado del SCADA. Usando un paquete comercial, hay dos maneras de tomar información de las tablas de alarmas y eventos, y enviar mensajes a otra aplicación:

- Configurando y usando el módulo de alarmas que normalmente viene como un adicional del software de base. Algunos productos vienen incluso con una funcionalidad parcial, como es el caso de enviar alarmas por correo electrónico.
- Usando el SDK (System Development Kit, Kit de Desarrollo) que proporciona rutinas dll preprogramadas u otros elementos para ser aplicadas en .Net, Java, y otros lenguajes de programación de alto nivel, de manera de poder desarrollar una pequeña aplicación que pueda realizar una interfaz con las tablas de alarmas por un lado, y por el otro la aplicación telefónica o de paging que distribuye mensajes.

El modelo estudiantil planteado está basado en un Sistema SCADA estándar que posee la funcionalidad de enviar correos electrónicos.

Una vez que la estación SCADA está conectada a la Internet, será necesario configurar una cuenta de correos existente, para la aplicación, con servidores pop y smtp, nombre de la cuenta, contraseña, etc. (Figura Nº 2).

Por otro lado, cada evento y/o alarma que puede ser considerado crítico, será configurado para ser enviado a un grupo de direciones de correo predeterminadas. El Sistema requiere respuesta de retorno, de manera de confirmar que la misma fue reconocida. Todos estos eventos (alarmas, mensajes enviado y cada uno de los reconocimientos), son registrados en la tabla de históricos, y desaparecen de la tabla sumaria cuando la señal se normaliza.

El Sistema de Alarmas Remoto corre al msimo tiempo que el local, y permanentemente supervisado por la misma aplicación de almacenamiento y el visor general de eventos [3].

Información de procesos

La información de proceso viene de la aplicación de e-mail Server, y también desde una aplicación basada en Web, que permite que ciertas personas ingresen al sistema y seleccionen a demanda una serie de reportes dinámicos que representan períodos de información almacenada, condensada y reorganizada , de manera de proveer una manera confiable de analizar y medir cómo son hechas las cosas en el modelo/proceso/planta.

Esta es una aplicación de reportes basados en Web, con capacidades XML/HTML buscando información desde las bases de datos histórica y Tiempo Real, como esta es una aplicación de reportes basados en web, es como un clásico reporte en papel, pero ahora desde la Internet.

Entonces, una comparación entre lo proyectado y lo realmente fabricado es, desde el punto de vista de los gerentes, un lazo de control de negocios.

Control de Proccesos Remotos

Para algunos, este tipo de interfaz de operador remota constituye el propósito final del modelo, ya que se asemeja bastante al sistema local. Teóricamente, no es recomendable operar de esta manera en forma remota, pero la funcionalidad es completa, y depende finalmente del ancho de banda y velocidad suministrados por el proveedor de Internet. Si la aplicación local fue desarrollada en alguno de los lenguajes de última generación, como por ejemplo VB.Net o CSharp, entonces la aplicación es completamente portable a un servidor web, de manera de poder ser publicada y vista desde cualquier punto de la Internet.

La mayoría de los paquetes comerciales de SCADA de la actualidad están basados en este tipo de lenguajes, y Windows™ es un estándar de facto para las comunicaciones industriales, de manera que es bastante sencillo migrar aplicaciones locales a remotas.

Pero las Universidades y las Corporaciones están muy comprometidas con los requisitos de seguridad de las redes, y las comunicaciones OPC (Ole para el Control de Procesos) son regularmente capturadas por firewalls y otros esquemas de seguridad. De manera que resulta verdaderamente importante obtener los permisos o túneles por parte de los administradores, para atravesar esas verdaderas paredes informáticas, de manera de garantizar comunicaciones confiables. OPC UA (Unified Architecture, la última versión de OPC Foundation) permitiría salvar en parte estos problemas, ya que está basado en un marco de .Net, en lugar del anterior esquema COM/DCOM (Modelo de Comunicación de Objetos y su versión Distribuida) [2].

La comparación en este caso con los casos reales de la industria, sería en este caso proveer la misma funcionalidad que en planta al Procesista, al Jefe de Mantenimiento o de Producción, desde una posición remota, como puede ser, otra planta industrial, su hogar, o en viaje, recabando toda la información necesaria, como si estuviera directamente al lado del proceso mismo, en la misma posición en la que se encuentra el Sistema SCADA local.

Teleservicio

Esta Funcionalidad es bastante sencilla de implementar en un Sistema Operativo Windows ™ XP Pro, mediante el uso de la aplicación de escritorio remoto, disponible en los paquetes estándar de XP Pro.

Este software permite compartir el escritorio de una PC a través de Internet. Normalmente se necesita que alguna persona acompañe la operación desde la PC local, si bien en estos casos el escritorio remoto captura en forma completa la operación de la estación de trabajo. En este caso, la operación remota utliza en forma directa el software y las licencias instaladas en la PC local.

Algunas Empresas fabricantes de PLCs o desarrolladoras de SCADAS ofrecen diferentes tipos de aplicaciones de servicio remoto, pero normalmente requieren licencias adicionales y condiciones especiales, como por ejemplo el establecimiento de una VPN (del

inglés, Red Privada Virtual), o la utilización de una comunicación punto a punto.

CONCLUSIÓN

Es posible recrear las condiciones que hoy brindan los modernos sistemas de Control y Supervisión de Procesos, Administración de Alarmas y de reportes desde un sitio remoto, en una aplicación modelo de laboratorio Universitario, sin requerir importantes desembolsos de dinero, optimizando recursos y equipamiento, y también con poco desarrollo de software, ya que no es el propósito de nuestro curso en este caso desarrollar en los estudiantes las habilidades de programación en lenguajes específicos, permitiendo que los estudiantes se concentren en la problemática de la automatización y control a través de dispositivos remotos.

RECONOCIMIENTO

En la recopilación de antecedentes e información específica a la Investigadora Docente Asistente, Ingeniera Andrea Pinzón Montes de la Universidad Nacional de General Sarmiento.

REFERENCIAS

[1] Herb, S.M. "Understanding Distributed Processor Systems for Control." Instrument Society of America. United Stated of America. 1999

[2] Hugh, J. "Automating Manufacturing Systems with PLCs". (Http://claymore.engineer.gsvu.edu)

[3] Boyer S.A.,"SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition" 3er Edition Instrument Society of America. United Stated of America. 2004.