

SUPERVISIÓN, MONITORIZACIÓN Y CONTROL DE PLANTA PILOTO MEDIANTE SCADA

A.Núñez Reyes, A. Zafra Cabeza
Escuela Superior de Ingenieros
Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática
Camino de los Descubrimientos s/n, 41092 Sevilla (España)
Teléfono: +34954487360, Fax: +34954487340
{ amparo, asun } @cartuja.us.es

Resumen

El presente trabajo describe la supervisión, monitorización y control de una planta piloto industrial, mediante un SCADA denominado CUBE. También desarrolla la comunicación de dicho SCADA con un Sistema Experto, G2, con objeto de realizar la supervisión y el control desde este último sistema, a más alto nivel.

Palabras Clave: Supervisión, Monitorización, SCADA, Sistema Experto.

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta comunicación se divide en dos subjetivos diferentes, por una lado se pretende conseguir una monitorización, supervisión y control de una planta piloto industrial [2] y por otro lado se abarca el desarrollo necesario para la comunicación del SCADA CUBE con el Sistema Experto G2, con el objeto de llevar a cabo desde éste la supervisión y el control [4].

De forma que las tareas que se desarrollan en este artículo son las siguientes:

1. Adquisición y tratamiento de datos. Consistente en la obtención de datos de la planta piloto en tiempo real, en el filtrado de dichos datos, en caso que fuese necesario, y en el procedimiento preciso para el almacenamiento adecuado en los ficheros históricos.
2. Supervisión de la planta piloto. Esta etapa permite al observador u operador inspeccionar el estado de las variables de la planta, en cualquier instante, y lo habilita para la toma de decisiones, a la hora del control y de la seguridad de la planta.
3. Monitorización de la planta piloto. La monitorización de la planta se lleva a cabo mediante los mímicos y pantallas realizados, tanto en el SCADA como en el Sistema Experto.

4. Control de la planta piloto.

Se desarrollará el software que permita seleccionar el lazo a controlar de la planta, y que permita elegir las variables de proceso y de actuación con las que se desee controlar el sistema. En este artículo los controladores usados son los convencionales PID's, pero cabe decir que se podría utilizar con facilidad, cualquier otro controlador basado en técnicas avanzadas, como es el Controlador Predictivo Generalizado, ya que este sistema distribuido es un sistema abierto a nuevos métodos y tecnologías.

5. Interfaz Sistema Experto-Planta Piloto

En esta fase el SCADA no realiza ninguna de las funciones anteriormente mencionadas, su tarea específica es la de proporcionar al Sistema Experto los datos de la planta piloto en tiempo real, y viceversa, es decir, suministrar las actuaciones que decida el Sistema Experto a la planta.

Una tarea importante de esta fase se basa en la comunicación del Sistema Experto con el SCADA.

La presente comunicación se dividirá en los siguientes apartados. En primer lugar, en la sección 2 se realizará una descripción del sistema, en el apartado 3, se desarrollará la supervisión, monitorización y control del proceso, y por último, se finalizará con las conclusiones del apartado 5

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema está constituido por diferentes elementos tanto software como hardware, los cuales se describirán en la presente sección.

El gráfico 1, define claramente la estructura del sistema, que comprende tres redes distintas para la conexión de todos sus equipos.

La conexión (1) está formada por una red ARCENET de 2.5 Mbauds [2], a la que están conectados dos nodos, un PMC (Programable Module Control), y una estación de trabajo. La comunicación entre los PC's que soportan al SCADA y al Sistema Experto, (2), se establece mediante una red ETHERNET. Por

último, comentar la existencia de un bus de campo compuesto por una tercera red remota de I/O que conecta el módulo PMC con tres RACKS, el cual, contiene diferentes slots para sostener tarjetas de I/O tanto analógicas como digitales.

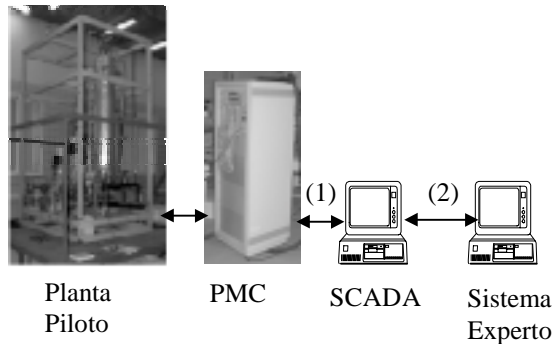


Figura 1: Descripción del sistema.

Como componentes softwares de la aplicación caben destacar, los dos elementos más importantes del sistema, por un lado el SCADA CUBE y por otro lado el Sistema Experto G2.

2.1 SISTEMA SCADA

El control distribuido instalado en el sistema se denomina CUBE Enterprise Wizard, comercializado por la empresa ORSI AUTOMAZINE [4]. El entorno software CUBE está concebido principalmente, con el propósito de solucionar los requisitos relacionados con la automatización y el control de procesos industriales en tiempo real.

Esta plataforma combina una interfaz hombre-máquina altamente flexible con una estructura de base de datos en tiempo real (RTDB), para el procesamiento de datos desde PLC, sistemas de laboratorios, Sistemas Expertos, ...

La arquitectura de CUBE es de tipo cliente-servidor, lo cual permite crear un sistema óptimo y distribuido, permitiendo una amplia flexibilidad a la hora del mantenimiento y de la administración del sistema.

El entorno de CUBE lo componen un conjunto de módulos que han sido desarrollados bajo el Sistema Operativo Windows NT Server 4.0, heredando las características de dicho Sistema Operativo, como por ejemplo, arquitectura de 32-bit, estructura multitarea, distribución de red con arquitectura cliente-servidor, distribución multired, modularidad,...

Los módulos que componen este paradigma, se dividen entre módulos clientes y módulos servidores, los primeros tienen la función de mostrar y procesar los datos, y los segundos desempeñan el papel de adquirir, archivar y refrescarlos.

Todas las bases de datos de CUBE (RTDB, históricos, y alarmas) están provistas de 'interfaces'

estándar de Windows (DDE, OLE, ODBC) que permiten el uso de paquetes informáticos, como Microsoft Office, para el acceso, lectura/escritura, de los datos.

También incluye API's (Application Program Interface) de comunicación estándar para relacionar paquetes softwares desarrollados en lenguajes de programación, como por ejemplo C, C++, Visual C++.

2.2 SISTEMA EXPERTO

Un Sistema Experto es el nexo de unión entre un programador o usuario y el conocimiento almacenado en la computadora, denominado Base de hechos o de Conocimiento. El programador utiliza dicha Base de hechos para representar el conocimiento del sistema, con una sintaxis similar al lenguaje humano formal y a su forma de razonar.

El Sistema Experto utilizado en la aplicación se denomina G2 proporcionado por Gensym. Dicho Sistema Experto está constituido por la estructura tradicional de cualquier Sistema Experto. Comprende un motor de inferencia, una base de reglas y una base de hechos, o base de datos, donde: el conocimiento se representa en la base de reglas, el razonamiento es el motor de inferencia y la formación a partir de los datos interpretados en forma de situaciones constituye la base de hechos.

Uno de los módulos más importantes de G2, utilizados en esta aplicación es el denominado GSI (G2 Estándar Interface). Dicho módulo es el encargado de soportar todas las 'interfaces' con el exterior, en nuestro caso se usa para la comunicación con el SCADA[5].

2.3 DESCRIPCIÓN PLANTA PILOTO INDUSTRIAL

La planta piloto sobre la que se ha desarrollado la aplicación, está compuesta por elementos industriales, y forma parte del equipamiento de laboratorio del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla.

La planta piloto es usada como banco de pruebas para comprobar la eficacia de distintas técnicas de supervisión, simulación y control.

Consta de un tanque cilíndrico como elemento fundamental del sistema. Tiene un metro de altura, diámetro interior de 20 cm y admite un volumen aproximado de 31 litros de agua. Las entradas al depósito son la tubería de agua caliente, agua fría y la tubería de recirculación. El caudal que circula por dichas tuberías de abastecimiento es controlado por válvulas automatizadas. Las salidas del depósito son la tubería de recirculación, respiradero y de desagüe.

En la parte superior del depósito se encuentran una válvula de venteo para presurizar el depósito si está cerrada y una válvula de seguridad tarada en cinco bares, que determina la presión máxima que se permite en el depósito.

En el interior del depósito se encuentra alojada una resistencia de calentamiento del agua, la cual no deberá entrar en funcionamiento si el nivel está por debajo del determinado por la tubería de salida. Es posible controlar su potencia calorífica, indicando el porcentaje de potencia deseado sobre la máxima potencia que puede ceder. Podemos obtener tres medidas del depósito, la temperatura, el nivel y la presión.

El circuito de recirculación atraviesa un intercambiador de calor que permite variar la temperatura del agua que recircula, y con ello la temperatura del tanque. Una bomba centrífuga ayuda el paso de flujo en este lazo de realimentación.

Para suministrar agua a la planta se ha colocado un depósito con un sistema de refrigeración de tal forma que el agua que contiene pueda mantenerse a una temperatura aproximadamente constante durante los experimentos.

Finalmente comentar que la planta está equipada con un grupo de presión en las entradas de agua fría y caliente para garantizar una presión constante, actualmente establecida a 4 bares.



Figura 2: Planta Piloto Industrial

2.4 DESCRIPCIÓN PMC

El Controlador Programable Multifuncional (PMC) es el módulo encargado del Control del Proceso. Es capaz de resolver de manera coordinada todos los problemas integrados en la regulación y manipulación de la instalación, adquisición y regulación de señales analógicas, secuenciamiento de cadenas de control, cálculo matemático, etc. Está constituido por un microprocesador 8086 y varias tarjetas analógicas y digitales, tanto de entrada como de salida. El funcionamiento del PMC se basa en la ejecución de un programa de forma cíclica,

dividiendo las tareas en módulos denominados secuencias y tomando como base de temporización una unidad de tiempo denominada TICK. El valor de este TICK es configurable, para esta aplicación se ha tomado la equivalencia de 1 Tick = 100 ms.

3 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN.

En el presente apartado se mostrarán algunas de las pantallas de la aplicación, y se describirá todo el proceso a seguir para la supervisión y el control de la planta.

En el gráfico 3, se puede observar el mímico de la planta piloto desarrollado bajo el SCADA CUBE. En dicha figura se muestran todos los componentes anteriormente descritos y todos los sensores instalados en la planta.

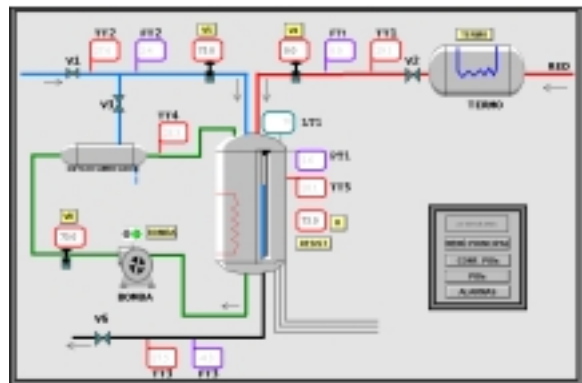


Figura 3: Mímico Planta piloto

A continuación se relacionan todos los elementos de medida (caudal, temperatura, presión nivel,...), utilizados para la adecuada monitorización y supervisión del sistema (ver figura 3)[1]:

FT1	Caudal tubería de agua caliente
FT2	Caudal tubería de agua fría.
FT3	Caudal tubería de salida.
TT1	Temperatura tubería de agua caliente.
TT2	Temperatura tubería de agua fría.
TT3	Temperatura tubería de salida.
TT4	Temperatura tubería de recirculación.
TT5	Temperatura depósito.
LT1	Nivel en el depósito.
PT1	Presión en el depósito.

Las actuaciones del sistema de control se realizan sobre las siguientes variables.

V4	Válvula de tubería de agua caliente.
V5	Válvula de tubería de agua fría.

V8 Válvula de tubería de recirculación.

Por último comentar la existencia de varios componentes de control cuyo funcionamiento es de tipo todo-nada:

- RESISTENCIA Resistencia del interior del depósito
- POTENCIA CALORÍFICA porcentaje de potencia deseado sobre la máxima potencia que puede ceder
- BOMBA CENTRÍFUGA Bomba del lazo de recirculación.
- CALENTADOR DE AGUA Calentador que abastece al sistema de agua caliente.

Como se ha comentado anteriormente, la presente aplicación posee dos modos de funcionamiento. En el primer modo el SCADA es el encargado de realizar la supervisión y el control de la planta y en el segundo modo, dicho SCADA será el responsable de la interfaz entre la planta piloto y el Sistema Experto, sin realizar ninguna acción de control, partiendo estas, del Sistema Experto
El modo de funcionamiento con el que se desee operar se selecciona en una pantalla realizada para dicho fin.

1. Modo de funcionamiento: CUBE como supervisor.
Una vez decidido el modo de funcionamiento del SCADA, si se desea controlar la planta con algunos de los PID's, configurados, es necesario especificar el lazo de control con el que se quiera realizar el experimento, y seleccionar el PID que lo va a controlar. En la figura 4, se muestra como ejemplo dos configuraciones de dos PID's distintos, PID1 y PID2, en el primero se establece el lazo del control del caudal de la tubería de agua caliente FT1, con la válvula V4, de la misma. El segundo PID, se configura para controlar el caudal de la tubería de agua fría con la válvula V5.

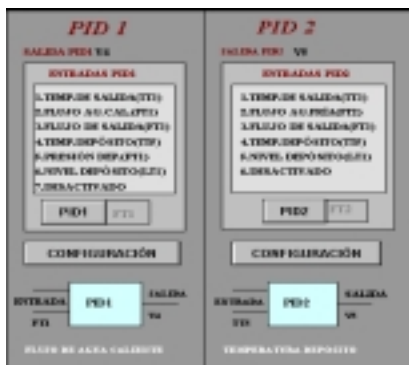


Figura 4 Configuración de lazos de control

Los parámetros para la sintonización del PID, se pueden modificar desde el gráfico realizado para ello, figura 5, en dicho gráfico, se observan todos aquellos

parámetros que pueden configurarse por el operador, (banda proporcional, acción derivativa, acción integral, estado automático/manual local/remoto, ...). Contiene, además, una gráfica que muestra los valores característicos del PID (salida, entrada y referencia).

En la figura 5, se muestra un ejemplo del control del PID2. En este ensayo se controla la variable de proceso FT2, con la variable de actuación V4. La línea de color blanco representa la referencia del sistema, la línea de color rojo simboliza la variable de actuación V5, y por último la línea de color verde, refleja la variable controlada FT2.

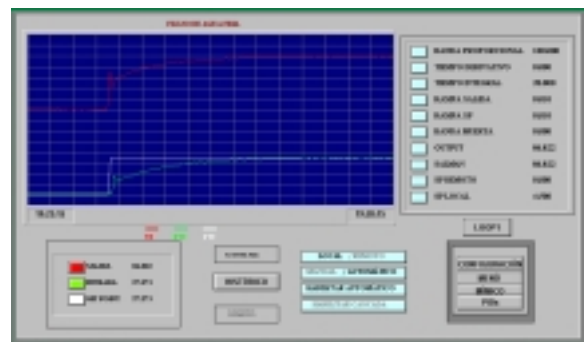


Figura 5 Configuración de modos de funcionamiento

El software desarrollado en el SCADA, permite el almacenamiento de los parámetros de sintonización del PID, de forma que una vez hallados, se guarden fácilmente, para su posterior recuperación.

Una de las características más notables de los sistemas SCADA's, radica en la generación de históricos, es decir, en el almacenamiento de la evolución temporal de las variables más importantes. CUBE, realiza esta operación haciendo uso de dos módulos, el módulo servidor: PDB (Process Data Base) y el módulo cliente: PDD (Process Data Display). La configuración de estos módulos se realiza con PDC (Process Data Configuration) de una manera intuitiva y fácil, en dicha configuración, se determinará el tamaño de los archivos históricos, el número de ellos, el tiempo de muestreo de las variables, y por supuesto las variables del sistema que se desee.

A modo de ejemplo se muestra la figura 6, en ella podemos observar el control del caudal de la tubería de agua fría (FT2), con la válvula V5, como actuador, esto se realiza mediante el PID 2.

La línea azul representa la acción de control proporcionada por el PID2, (válvula V5), la línea roja alude a la señal controlada FT2 y por último la línea de color negro representa el set-point.

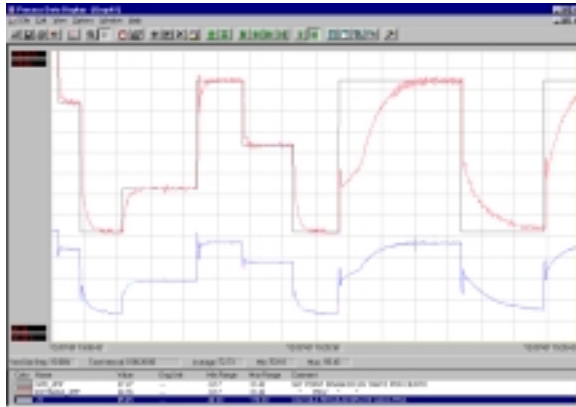


Figura 6 Archivo histórico 1

Por último, comentar que CUBE, posee un potente e importante administrador de alarmas, el cual, se compone de dos módulos, uno servidor, ADB (Alarm Data Base) y otro cliente ADD (Alarm Data Display). El primero periódicamente verifica el cambio de estado de las variables definidas como alarmas, y el segundo permite visualizar las alarmas que han sido almacenadas anteriormente, la ejecución de ellas y su reconocimiento.

En la configuración de las alarmas, se describe cuál el nombre de la variable, el nivel de prioridad, los mensajes asociados a ella y la elección de un método de reconocimiento.

2. Modo de funcionamiento CUBE como interfaz

Para el perfecto funcionamiento del segundo modo de actuación del sistema es imprescindible que la comunicación entre las dos plataformas softwares se encuentren en óptimo estado, para ello es necesario instalar un driver de comunicación denominado CUBEGSIR, y disponer de un módulo designado: GSI-R: Expert System/RTDB Interface, en el SCADA CUBE [3].

La principal aportación que nos proporciona la inclusión del Sistema Experto en nuestro sistema se centra en la posibilidad de poseer una monitorización y un control sobre la planta piloto a un nivel superior que el otorgado por el SCADA CUBE.

Con el objeto de evitar anomalías en el control de la planta y situaciones de peligro, aumentando la seguridad de los operarios, disminuyendo el riesgo de accidentes y aminorando el coste del mantenimiento de la instrumentación del sistema.

Ambos sistemas trabajarán simultáneamente, mientras CUBE toma valores reales de la planta y se los suministra a G2, este a través del módulo GSI (G2 Standard Interface), que es la herramienta encargada de construir 'interfaces' entre G2 y otras aplicaciones externas, toma valores periódicamente y los compara a su vez con los valores resultados de su simulación, en tiempo real, en caso de no coincidir (teniendo en cuenta un margen aceptable de error)

G2 informa al operador de las situaciones extrañas o atípicas del sistema, además G2 tiene la posibilidad de gobernar la planta, actuando sobre las variables de actuación de la misma.

4 CONCLUSIONES

El presente trabajo desarrolla las funciones propuestas como objetivos a cumplir. Por un lado se ha conseguido con éxito la intercomunicación de un sistema SCADA con un Sistema Experto, y por otro lado, se ha desarrollado la aplicación software que monitoriza, supervisa y controla una planta piloto.

La arquitectura conseguida resulta muy interesante por las funcionalidades que ofrece. El Sistema Experto incorpora funciones que proporcionan un control más inteligente que el suministrado por el SCADA. De esta forma, situaciones anómalas o de riesgo, pueden ser detectadas gracias al modelado del proceso existente y a las reglas implementadas en el Sistema Experto.

El presente trabajo es una excelente aplicación que ofrece un amplio abanico de posibilidades para la realización de pruebas de monitorización y control, en laboratorio.

La aplicación desarrollada en esta comunicación, junto al diseño con componentes industriales de la planta, más la utilización del SCADA industrial, para la adquisición y control de datos, determina que el conjunto resultante sea un perfecto equipamiento de laboratorio en el que sustentar, prácticas de laboratorio, realización de proyectos fin de carrera, elaboración de tesis doctorales, y en definitiva cualquier trabajo de investigación sobre automatización de procesos industriales.

Por último, cabe destacar la posibilidad de utilizar, con facilidad, diferentes estrategias de control en nuestra aplicación. En la actualidad, se han llevado a cabo multitud de ensayos de controladores basados en técnicas avanzadas, como por ejemplo GPC, LQG/LTR, controlador adaptativo, control borroso,...

Agradecimientos

Las autoras de esta comunicación agradecen a Eduardo F. Camacho, su labor prestada en la dirección del presente trabajo.

Referencias

- [1] C. W. De Silva, (1989). Control, sensors and actuators. Prentice Hall.
- [2] J.A.Delgado, F.Alcahud, C.Bordóns, F.R.Rubio (2000). Control Integral de una Planta de

Climatización Solar. XXI Jornadas de Automática.

- [3] Núñez Reyes, Amparo (1999). Monitorización y Control de Planta Piloto Mediante SCADA CUBE. Interface con Sistema Experto G2. PFC Universidad de Sevilla.
- [4] ORSI AUTOMAZIONE S.p.A. (1997). "CUBE: Installation Guide, Tutorial, Overview".
- [5] Zafra Cabeza, Ascensión (1999). Monitorización, Control y Simulación de Planta Piloto Mediante el Sistema Experto G2. Interface con el SCADA CUBE. PFC Universidad de Sevilla".