

SISTEMA SCADA

5005B

*Gorka Arina Oyaga; Miguel Ilzarbe Izquierdo; Miguel Ángel Montecelo Fuentesfría
San Sebastián, marzo de 2000*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo explica cómo está constituido un Sistema de Control de Adquisición de Datos (SCADA). Se observan diferentes formas de realizar un control de procesos mediante SCADA, ya sea comercial o diseñado mediante lenguajes de programación de alto nivel, su estructura, interfaz gráfica de operador, etc.

APLICACIONES PARA LA SUPERVISIÓN Y EL CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

El objetivo principal de la automatización industrial consiste en gobernar la actividad y la evolución de los procesos sin intervención continua del operador humano.

En procesos de fabricación rígidos, de poca variación en el tiempo o de carácter autónomo, sin interdependencias con otros tratamientos anteriores o posteriores de los productos, este objetivo se cumple programando sobre los controles locales de planta las secuencias de control deseadas y cerrando los lazos de regulación necesarios para mantener los valores de variables en los rangos fijados por las consignas.

Por desgracia, la mayor parte de los procesos industriales no cumplen aquellas condiciones, sino, más bien, las contrarias: han de ser flexibles, para adaptar la fabricación a la demanda de forma continua, y están muy interrelacionados entre sí, por exigencias de factores no sólo específicos de la producción, como la coordinación de las acciones o la continuidad del suministro en fabricación en serie, sino, también, por otros hasta hace poco ajenos a la producción, como la minimización de costos, de stocks, la calidad integral del producto y el impacto sobre el medio ambiente.

Estas necesidades obligan a disponer de sistemas automatizados de control de procesos industriales con un alto grado de complejidad y autonomía de funcionamiento, y funciones adicionales a las básicas de ejecución de tareas y monitorización del proceso. Aspectos como la toma automatizada de decisiones, la gestión de menús de producción, la generación de históricos, gestión de alarmas, etc., así como los ya discutidos referentes al control de calidad y mantenimiento, quedan cubiertos en los niveles de control de producción y supervisión de planta del modelo jerárquico de automatización (Figura 1).

Los sistemas de interfaz entre usuario y planta basados en paneles de control repletos de indicadores luminosos, instrumentos de medida y pulsadores e interruptores cableados de forma rígida y con elevados costos de instalación y mantenimiento, que cubrían en forma tradicional estas necesidades, están siendo sustituidos por sistemas digitales que utilizan la Informática Industrial para implementar el panel sobre la pantalla de un ordenador. Con una supervisión inteligente, que permite al operario interactuar con el proceso de forma dinámica, apoyándose en factores como la capacidad de almacenamiento y proceso del ordenador y su facilidad de comunicación con los controladores de planta, el operador conoce, de inmediato, cualquier variación significativa del proceso, mientras observa su evolución a lo largo del tiempo y sus probables tendencias (Figura 2).

En un sistema típico, el control directo de planta es realizado, entonces, por los controladores autónomos digitales y/o autómatas programables, mientras que el ordenador, conectado con ellos, realiza las funciones de diálogo con el operario, tratamiento de la información del proceso y control de producción. En esta estructura, el

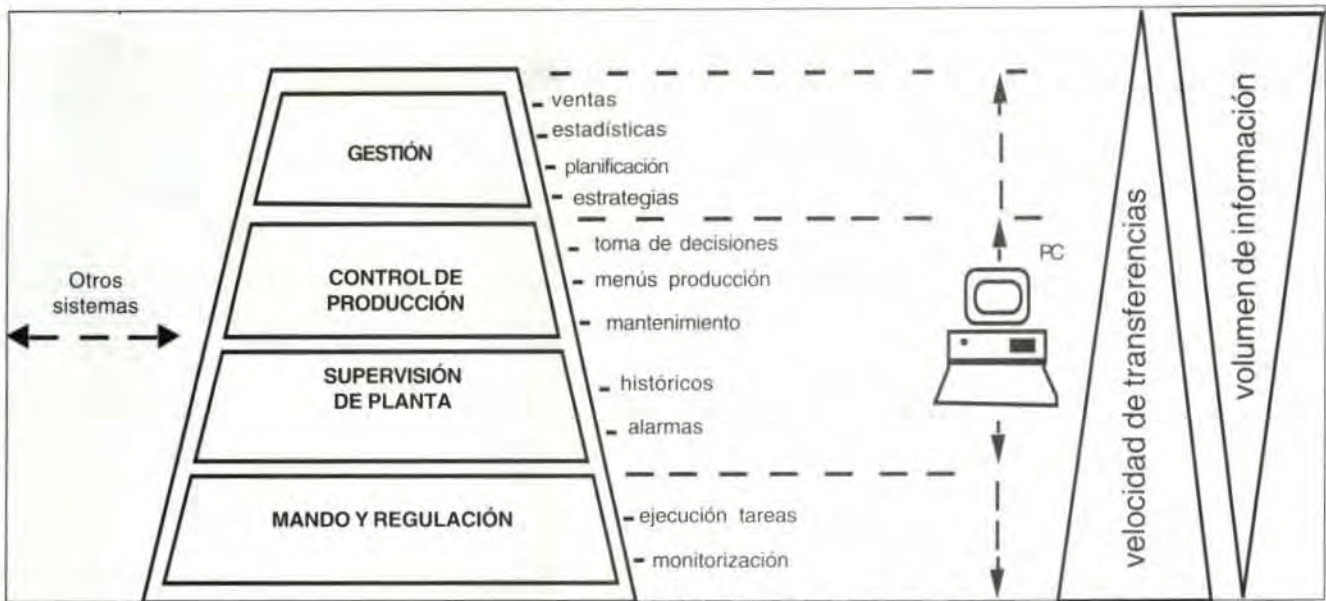


Figura 1. Modelo jerárquico de automatización.

ordenador no actúa en directo sobre la planta, sino que se limita a la supervisión y control de los elementos de regulación locales instalados en ella, además de procesar y presentar la información. En algunos eventos, podría, también, ejercer acciones directas de control (lectura de sensores, activación / desactivación de actuadores) por medio de un hardware adicional conectado a sus buses internos, aunque no es ésta la opción más frecuente.

El ordenador u ordenadores se apoyan en la estructura de dispositivos locales, uniéndose a ellos mediante líneas de interconexión digital (buses de campo, redes locales) por donde recoge información sobre la evolución del proceso (adquisición de datos), y envía las órdenes o comandos para el gobierno del mismo (control de producción): arranque, parada, cambios de producción, etc.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que necesiten, se denominan, en general, Sistemas "SCADA" (Supervisory Control And Data Adquisition).



Figura 2. Pantallas de ordenador representando sinópticos de planta y análisis de tendencias.

Estos paquetes ya están en disposición de ofrecer unas prestaciones impensables desde hace una década:

- Adquisición de datos, generación de históricos de señal de planta, que pueden ser volcados para su proceso sobre una hoja de cálculo y, luego, evaluados para mejorar las condiciones de funcionamiento o aumentar el tiempo entre paradas.
- Supervisión y control, ejecución de programas que modifican la ley de control o, incluso, el programa total del autómatas o controlador bajo ciertas condiciones.
- Gestión de alarmas, creación de paneles de alarma que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Control de calidad.
- Mantenimiento predictivo.
- Creación de informes, avisos y documentación en general.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del ordenador, y no sobre la del autómatas, menos especializado, etc.

Con ellas, se pueden desarrollar aplicaciones basadas en el PC, con captura de datos, análisis de señales, presentaciones en pantalla, envío de resultados a disco o impresora, control de actuadores, etc.

Los paquetes SCADA suelen estar formados por dos programas: Editor y Ejecutor (Run Time). Con el primero, se generan las aplicaciones descritas, aprovechando los editores, macros, lenguajes y ayudas disponibles, y con el segundo, se compilan para obtener el fichero EXE de ejecución continua tras la puesta en tensión o arranque.

SCADA

Un sistema SCADA puede definirse como una aplicación de software diseñada, en especial, para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante comunicación digital con los reguladores locales básicos, e interfaz con usuario a través de interfaces gráficas de alto nivel: pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc.

El sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación, etc.) para controlar el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como otros superiores dentro de la empresa. La aplicación constituye, por sí misma, una excelente herramienta de integración entre los diferentes departamentos involucrados en la fabricación, desde producción a gestión, pasando por calidad, mantenimiento, I+D, etc.

Un SCADA debe cumplir varios objetivos para que su instalación sea aprovechada a satisfacción:

- Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades cambiantes de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente para el usuario con el equipo de planta (drivers de comunicación con API, PID, CN, etc.) y con el resto de la empresa (acceso a redes locales y de gestión).
- Deben ser programas sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware y fáciles

de utilizar, con interfaces amigables al usuario (sonidos, imágenes, pantallas táctiles,...).

Se utilizan ordenadores convencionales como soporte hardware de los programas SCADA. Aunque pueden emplearse arquitecturas basadas en ordenador PC con sistema operativo Dos / Windows y paquetes de software que incluyen funcionalidades (interrupciones, comunicación en red, etc.) para mejorar sus prestaciones, la disponibilidad de máquinas con sistemas operativos más completos (VAX/VMS, UNIX, Windows NT,...) y arquitecturas cliente/servidor que comparten recursos informáticos (aplicaciones y datos), permite ofertar programas que atienden varios servicios a la vez. Así, un operador puede estar monitoreando la situación en planta desde un terminal PC; otro, viendo informes de incidencias desde un ordenador industrial con sistema operativo UNIX, etc. Para muy grandes aplicaciones, se utilizan arquitecturas cliente/servidor para distribuir los datos procesados entre diferentes ordenadores y así, reducir la carga de cada uno de ellos.

En la elección del sistema, un factor clave a considerar es la capacidad del sistema operativo sobre el que corre la aplicación para soportar multitarea y/o multiusuario. Con la función multitarea, el sistema ha de ser capaz de atender al operador, a la vez que, por ejemplo, monitorea las variables del proceso, permitiendo un control más cercano al tiempo real. La capacidad multiusuario es de utilidad en aplicaciones complejas, cuando se desea disponer de puntos separados con funciones específicas en cada uno de ellos. Estos sistemas se articulan, por lo general, a través de redes de área local.

En la actualidad, sigue siendo mayoritario el empleo de equipos basados en ordenadores personales IBM PC o compatibles para aplicaciones de media y baja complejidad, con una CPU tanto más potente cuanto más críticos sean los tiempos de respuesta necesarios, y configuraciones tanto más robustas cuanto más duras sean las condiciones ambientales de aplicación.

Pese a sus problemas para manejar distintos niveles de prioridad en las interrupciones, en la atención de alarmas y en el control en tiempo real cuando intervienen, con simultaneidad, las comunicaciones, Windows se mantiene como el sistema operativo soporte, con un paquete software SCADA que corre sobre él en multitarea y monousuario. Windows aprovecha las ventajas que ofrece un entorno familiar multitarea, con intercambio de datos entre aplicaciones muy sencillo (DDE, OLE), potente interfaz de usuario (GUI) y otras características de sistema abierto que le permiten ir incorporando con facilidad los nuevos desarrollos en software de interfaz audiovisual o multimedia.

La comunicación con los elementos de campo se lleva a cabo mediante interfaces serie estándar, tipo RS-232, RS-422 o RS-485, utilizando los protocolos adecuados, incluidos en el propio SCADA.

Otro dato importante a considerar es la cantidad de sinópticos (pantallas gráficas de representación) que el sistema puede soportar, así como el número máximo de variables que manipula. Estos datos dan una idea de la información máxima que puede incluirse en una aplicación.

También son importantes a considerar la capacidad de intercambio de datos con otros programas o entornos, como Lotus 123, dBase, Access y

superiores, para integrar las funciones de éstos dentro de la aplicación y la posibilidad de programación de funciones complejas mediante la inclusión, en el SCADA, de rutinas y ficheros escritos en lenguajes de uso general como C o Pascal y lenguajes orientados a objetos.

Estructura de un paquete SCADA

Como en la mayor parte de aplicaciones informáticas, en la selección de un paquete SCADA cabe distinguir dos posibilidades:

- Desarrollo de un software sólo orientado a una aplicación específica.
- Empleo de un paquete comercial que el usuario debe sólo parametrizar para su aplicación.

Por sus ventajas de escalabilidad, modularidad y autonomía, esta última solución resulta mucho más frecuente en aplicaciones de media y baja complejidad.

En general, el sistema SCADA cumplirá tres funciones:

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables del proceso.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando, bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.), o sobre el proceso mediante las salidas conectadas.

Los módulos o bloques software que permiten estas actividades de adquisición, supervisión y control se discuten a continuación:

Configuración

Permite al usuario definir el entorno de trabajo de su SCADA, adaptándolo a la aplicación particular que se quiera desarrollar.

Dentro del módulo de configuración, el usuario define las pantallas gráficas o de texto que va a utilizar, importándolas desde otra aplicación o generándolas desde el propio SCADA. Para ello, incorpora un editor gráfico que permite dibujar a nivel de píxel o utilizar elementos estándar disponibles (Figura 3).



Figura 3. Caja de herramientas para edición gráfica de Intellution FIX.

Dibujadas o seleccionadas las pantallas, se definen las relaciones entre ellas, que determinarán el orden de aparición y el enlace o engarzado entre unas y otras, su accesibilidad a operarios generales o particulares, etc. El mantenimiento de las pantallas resulta tarea sencilla, dado que cada una lleva asociadas sus propiedades configurables.

También, durante la configuración se seleccionan los drivers de comunicación que permitirán el enlace con los elementos de campo y la conexión o no en red de estos últimos, se selecciona el puerto de comunicación sobre el ordenador y los parámetros de la misma.

En algunos sistemas, es, también, en la configuración donde se indican las variables que, después, se van a

visualizar, procesar o controlar en forma de lista o tabla, donde pueden definirse etiquetas o nombres para referirse a ellas y facilitar la programación posterior.

Interfaz gráfico de operador

Proporciona al operador las funciones de control supervisor de la planta, mediante una ventana abierta a la misma desde el teclado-monitor del ordenador.

El proceso a supervisar se representa mediante gráficos sinópticos almacenados en el ordenador de proceso y generados desde el editor incorporado en el SCADA o importados desde cualquier otro de uso general (Paintbrush, DrawPerfect, AutoCAD, etc.) durante la configuración del paquete. Sobre el gráfico se pueden definir distintas zonas dinámicas que varían a lo largo del tiempo, según los cambios que se van produciendo en la planta.

Los sinópticos están formados por un fondo fijo y varias zonas activas que cambian de modo dinámico a diferentes formas y colores, según los valores leídos en la planta o en respuesta a las acciones del operador (Figura 4).

Consideraciones generales de ayuda al diseño:

- Las pantallas deben tener apariencia consistente, con zonas diferenciadas para mostrar la planta (sinópticos), las botoneras y entradas de mando (control) y las salidas de mensajes del sistema (estados, alarmas).
- Representación del proceso mediante sinópticos que se desarrollan de izquierda a derecha.
- La información presentada aparecerá sobre el elemento gráfico que la genera o soporta, y las señales de control estarán



Figura 4. Sinóptico de planta generado en el SCADA Intellution Fix.

- agrupadas por funciones.
- La clasificación por colores ayuda a la comprensión rápida de la información, pero un número excesivo de ellos puede ocultarla o difuminarla.
- Los colores serán usados de forma consistente en toda la aplicación.
- Previniendo dificultades en la observación del color, debe añadirse alguna forma de redundancia, sobre todo en los mensajes de alarma y atención: textos adicionales, símbolos gráficos dinámicos, intermitencias, etc., ayudarán a ello.
- Si se utiliza alguna forma de intermitencia, debe limitarse a una parte del sinóptico o símbolo gráfico empleado, sin incluir el mensaje propiamente dicho para facilitar su lectura.

En procesos complejos pueden definirse distintas pantallas dentro de la misma aplicación, cada una con sus propios sinópticos, zonas activas y variables asociadas que representan distintas secuencias o estados del proceso productivo global. El paso de una pantalla a otra se produce por activación / desactivación de variables, de forma automática, según,

evolución del proceso u ordenada por el operador.

El operador puede actuar sobre variables intermedias en el ordenador o autómatas, o variables directas de planta (salidas de autómatas), posicionándose con el ratón, cursores o en directo sobre la pantalla táctil, y modificando el estado lógico o valor numérico de la variable definida sobre ella. En ocasiones, el acceso está restringido a operarios singulares, que deben activar un código de acceso previo antes de modificar la variable.

Módulo de proceso

Ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas.

Sobre cada pantalla o zonas sensibles de pantalla pueden programarse relaciones entre variables del ordenador o del autómatas que se ejecutan de continuo mientras la pantalla esté activa (Figura 5). La programación se realiza por medio de bloques de programa en alto nivel (Visual Basic, C, etc.), o parametrizando fichas guiadas o macroinstrucciones proporcionadas por el fabricante. Los

programas resultantes pueden llevar asociada una plantilla de tiempos que defina la frecuencia (scan) de ejecución de los mismos.

Es muy frecuente que el sistema SCADA confíe a los dispositivos de campo, en especial autómatas, el trabajo de control directo de la planta, reservándose para sí las operaciones propias de la supervisión, como el control del proceso, análisis de tendencias, generación de históricos, etc.

Las relaciones entre variables que constituyen el programa de mando que el SCADA ejecuta de forma automática pueden ser, entonces, de los tipos siguientes:

- Acciones de mando automáticas, preprogramadas dependiendo de valores de señales de entrada, salida o combinaciones de éstas.
- Maniobras o secuencias de acciones de mando.
- Animación de figuras y dibujos, asociando su forma, color, tamaño, etc., al valor actual de las variables.
- Procedimientos para el arranque o parada de la instalación (en frío, en caliente, condicionado, etc.)
- Gestión de recetas, que modifican

los parámetros de producción (consignas de tiempo, de conteo, estados de variables, etc.) de forma preprogramada en el tiempo o dinámicamente según la evolución de planta.

De entre estas acciones son muy importantes las maniobras y secuencias de mando (comandos), ya que implementan la comunicación hombre-máquina que permite al usuario el control del proceso.

En general, la entrada de comandos deberá tener en cuenta ciertas consideraciones globales:

- Antes de introducir un valor o cambiar un estado, el usuario debe poder observar el valor o estado anterior de la máquina, junto a un texto explicativo de la función a ordenar.
- Si el rango numérico o alfanumérico de entrada a un comando está limitado, puede ser conveniente indicar estos rangos en el propio texto explicativo del comando; ejemplo: Introduzca valor tiempo (1-10s):__
- Si el texto explicado es demasiado largo, puede elegirse alguna de estas alternativas:
 - Abrir una ventana específica

- para el comando,
 - Generar mensajes giratorios (poco recomendable).
 - Utilizar acrónimos y abreviaturas...
- La planta debe devolver al usuario el valor o estado modificado, a efectos de comprobación (feedback).
- Cuando entre las alternativas posibles en un comando exista una de uso frecuente, debe aparecer por defecto; al llamar al comando, el usuario podrá o no modificarla.
- Los comandos de elevada incidencia en el proceso (detención total, cambios de producción) pueden necesitar un código de confirmación (password) antes de ser aceptados.
- Las paradas de alarma o seguridad deben aparecer claramente identificadas, ser de gran tamaño (preferentemente, un símbolo gráfico) y estar, siempre, al alcance del usuario, desde cualquier pantalla.

Un tipo particular de relaciones programadas en el Módulo de Proceso lo constituye la gestión de alarmas.

Pueden definirse márgenes de

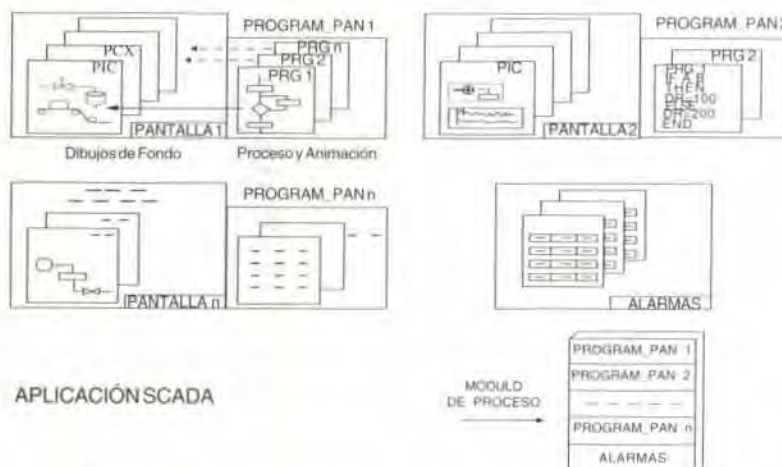


Figura 5. Módulo de proceso en la aplicación SCADA.

variación sobre las variables que dan lugar a condiciones de alarma (cambios de estado en variables lógicas o rangos en variables numéricas), y las prioridades de atención si aparecen varias al mismo tiempo. Cuando se produce una alarma, el sistema reacciona en la forma preprogramada y advierte al operador con un mensaje parpadeante o cambios de color o texto sobre la pantalla actual, reforzados o no con señales acústicas adicionales. El operador puede sólo darse por enterado, modificar alguna variable del proceso o saltar a una pantalla auxiliar para iniciar un proceso específico de tratamiento de alarmas.

El sistema mantiene un registro de las alarmas ocurridas con el estado actual de las mismas, que puede venir codificado por las siguientes opciones:

- Alarma activa no reconocida: Está ocurriendo una condición de alarma y el operador no ha reaccionado.
- Alarma activa reconocida: La alarma está activa, pero el operador ya se ha dado por enterado.
- Alarma inactiva: Las condiciones que provocaban la alarma han sido corregidas, y ésta ha desaparecido.

Dentro de este registro general, aparecen datos como los instantes de activación y desactivación, el reconocimiento o no por el operador mientras estuvo activa, etc.

Gestión y archivo de datos

Este bloque del SCADA se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos, según formatos inteligibles para periféricos hardware (impresoras, registradores) o software (bases de datos, hojas de cálculo) del sistema.



Figura 6. Histórico y diagrama de barras generado en simultánea.

Pueden seleccionarse datos de planta para ser capturados a intervalos periódicos y almacenados con un cierto formato para su salida posterior por periféricos gráficos o alfanuméricos como un registro histórico de actividad, o para ser procesados inmediatamente por alguna aplicación software para representaciones estadísticas, análisis de calidad o mantenimiento. Esto último se consigue con un intercambio de datos dinámico entre el SCADA y el resto de aplicaciones que corren bajo el mismo sistema operativo.

Por ejemplo, el protocolo DDE de Windows permite el intercambio de datos en tiempo real con las limitaciones propias de este sistema operativo. Para ello, es SCADA quien actúa como un servidor DDE que carga variables de planta y las deja en memoria para su uso por otras aplicaciones Windows, o las lee en memoria para su propio uso, después de haber sido escritas por estas otras aplicaciones.

Una vez procesados, los datos se presentan en forma de gráficas analógicas, histogramas, representación tridimensional, etc., formando histó-



Figura 7. Histórico generado por el SCADA

ricos o resúmenes que permiten, después, analizar la evolución global del proceso, y conocer los elementos que influyen sobre él y la intensidad con que lo hacen (Figura 6).

También, los datos procesados por el Módulo de Control pueden ser ordenados por él mismo mientras se van generando, y exportados a ficheros auxiliares desde donde pueden ser llamados para su proceso posterior por estos módulos de tratamiento de la información (Figura 7).

Comunicaciones

Se encargan de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

El Módulo de Comunicaciones contiene los drivers de conexión con el resto de elementos digitales conectados, entendiendo el driver como un programa que se encarga de la iniciación del enlace, aplicación de los formatos, ordenación de las transfe-

rencias, etc.; en definitiva, de la gestión del protocolo de comunicación. Estos protocolos pueden ser abiertos (ModBus, FielBus, Map, etc.), o propios del fabricante. En ocasiones, estos últimos pueden necesitar una licencia específica del fabricante antes de ser incluidos en la aplicación. El protocolo y los parámetros de la aplicación (puertos, velocidad,..) se activan de forma automática durante la configuración, cuando el usuario elige el fabricante y el modelo de dispositivo E/S de campo: autómatas, reguladores PID, lectores de barras, analizadores, terminales remotos, etc.

Además, en los SCADA distribuidos en arquitecturas cliente/servidor, los Módulos de Comunicaciones son también los responsables del enlace entre los diferentes ordenadores de proceso que soportan la aplicación, enlace establecido sobre una red local DECnet, TCP/IP, MAP/TOP, Novel, etc.

Bajo Windows, los módulos NetDDE incorporan todas las ventajas de los protocolos DDE al mundo de las redes.

Soportados por diferentes sistemas operativos y sin necesidad de servidores, establecen conexiones punto a punto, que permiten la conectividad del software entre aplicaciones que corren sobre diferentes plataformas estándar de mercado (Figura 8).

Nota:

El título original del documento es "Sistemas Informáticos en Tiempo Real, ejemplos prácticos". En esta entrega, sólo se ha incluido lo correspondiente a cómo está compuesto un Sistema SCADA para el control de procesos industriales. El lector puede consultar el artículo completo en el Servicio de Información y Documentación del Centro ASTIN.

BIBLIOGRAFÍA

Información tomada de Internet de : www.esi.unav.es/sitr/Trabajos/Grupo6/Trabajo10/treal.html

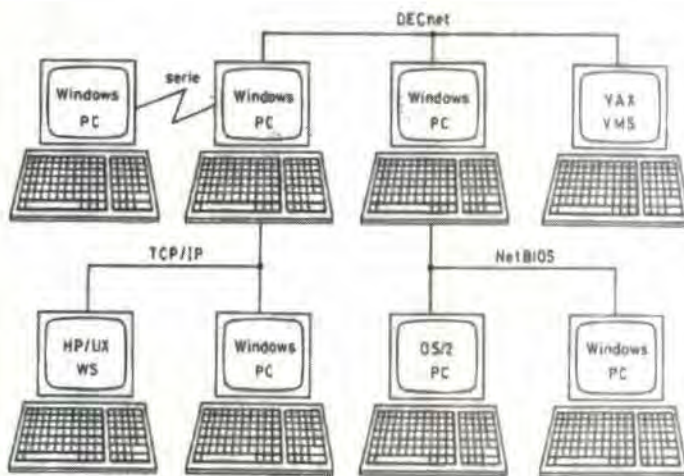


Figura 8. Arquitectura de enlaces multipunto con protocolos NetDDE.



Correos de Colombia

ADPOSTAL
Ligeros & todo el mundo!

Lláme gratis a nuestras nuevas líneas de atención al cliente

018000-915525
018000-915503

Visite nuestra página web
www.adpostal.gov.co