

APLICACIÓN DEL ENTORNO DE PROGRAMACIÓN LABVIEW A LA ENSEÑANZA DE PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES

M. MORENO¹, M. JIMÉNEZ² y J. A. VERA²

¹ *Departamento de Informática y Sistemas. Facultad de Informática. Universidad de Murcia*

² *Departamento de Tecnología Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar, s/n. 30202 Cartagena*

La aparición de buses de comunicación dedicados específicamente al control industrial está teniendo un impacto cada vez mayor en el campo de la automatización. Para facilitar la docencia en este campo, se propone un conjunto de aplicaciones desarrolladas en el entorno de programación Labview, que posibilitan la configuración de un sistema de comunicación completo, integrando protocolos y redes de control de bajo nivel (RS485 con protocolo Modbus) con otras de nivel superior (LAN y WAN basadas en TCP/IP).

1. Introducción

Hoy día, al igual que ocurrió hace años en la informática de gestión, nos encontramos en la industria con la revolución de las comunicaciones. Se pretende una integración completa de todas las fases de la producción, lo que implica a su vez, la integración de diferentes protocolos de comunicaciones que el ingeniero deberá realizar. Por ello, en la actualidad es imprescindible la formación de los ingenieros en el campo de las comunicaciones.

Dada la gran variedad de sistemas de comunicación entre equipos industriales, de los cuales la mayoría son cerrados, se ha optado por el desarrollo de un entorno que permita tanto la implementación de protocolos de especificaciones conocidas, como el desarrollo por parte del alumno de protocolos propios. De este modo se consigue que el estudiante tenga una visión real y práctica de un sistema de comunicación completo, desde el medio físico, hasta el nivel más alto de interred, siguiendo un paralelismo con el conocido modelo CIM en la industria.

2. Entorno de Programación

Para la programación de estas aplicaciones se ha empleado el paquete de programación gráfica Labview (Laboratory Virtual Engineering Workbench). Este entorno utiliza un lenguaje de programación gráfica, el lenguaje G, para crear los programas en forma de diagramas y paneles frontales para la interacción con el usuario de la aplicación. La elección de este lenguaje se justifica por la facilidad de su aprendizaje, aspecto a considerar cuando se trata del desarrollo de prácticas, y por el conocimiento del mismo por parte de los alumnos con formación en materias relacionadas con la electrónica.

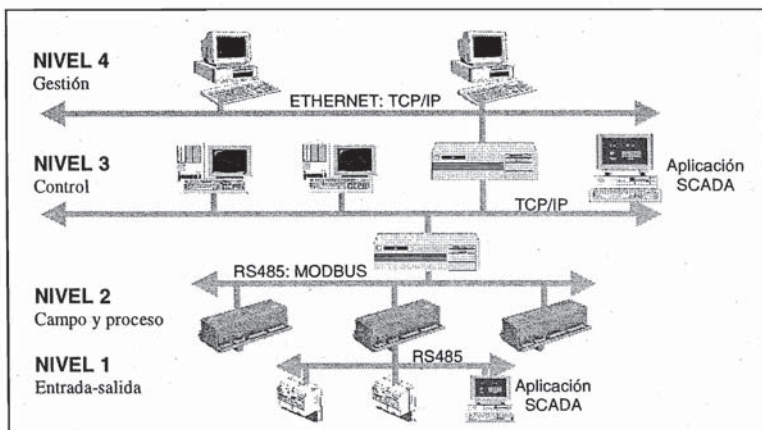


Figura 1: Sistema global de comunicaciones (modelo CIM)

3. Estructura del sistema de comunicaciones

Se han desarrollado los módulos de software que permitirán la integración de una red que englobe el equivalente a los cuatro niveles definidos en el modelo CIM de redes industriales: nivel de entrada-salida, nivel de campo y proceso, nivel de control y nivel de gestión (fig. 1).

Las distintas aplicaciones del entorno de comunicaciones se han desarrollado comenzando desde los niveles más bajos hasta llegar a los más altos de teleoperación y monitorización remota. Para ello se han seguido los siguientes estadios, que facilitan al alumno un aprendizaje práctico y progresivo.

4. Niveles 1 y 2: entrada-salida y campo-proceso

En los niveles inferiores (1 y 2) de la pirámide CIM aparecen los buses de campo. El bus de campo constituye el nivel más simple y próximo al proceso dentro de la estructura de comunicaciones industriales. Los estándares de comunicación a nivel de bus de campo cubren sólo una parte del modelo OSI, concretamente los niveles físico, de enlace y de aplicación.

En estos niveles 1 y 2 de nuestro sistema hemos seleccionado como nivel físico la norma RS-485 sobre cable de par trenzado, con una conexión de equipos al bus en modo semidúplex. Esta elección se justifica por ser la más ampliamente utilizada en los estándares industriales de este nivel, además de existir interfaces de conexión a otras normas como RS-232.

Los equipos que se integran en este nivel de la red son de tres tipos: ordenadores personales, autómatas y módulos pasivos de entrada-salida. La ventaja de utilizar ordenadores radica en su flexibilidad, pudiendo funcionar, dependiendo de la programación, como sensores o actuadores en el bus de campo, o incluso como elementos lógicos realizando tareas de control de modo similar a un autómata programable.

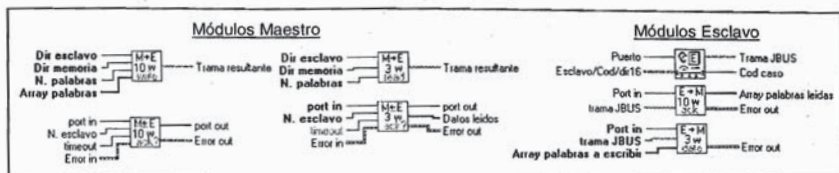


Figura 2: Módulos Labview para funciones Modbus 3H (lectura de n palabras en el esclavo) y 10H (lectura de n palabras en el esclavo)

Para hacer posible la integración de los PCs al sistema, se ha desarrollado un convertidor de normas RS-232 / RS-485 de desarrollo propio basado en el microcontrolador PIC (16F84). Al tratarse de un diseño propio se consigue, por un lado, disponer de un conversor de bajo coste, y por otro el introducir el esquema y flujograma de su funcionamiento en las explicaciones docentes, así como la comparativa entre los diferentes medios físicos empleados a nivel de sensores/actuadores de campo inteligentes.

El protocolo de comunicación elegido para estos niveles del modelo CIM ha sido el estándar de bus de campo Modbus, aunque también se ha implementado uno de tipo Profibus.

El protocolo Modbus sobre RS-485 presenta la ventaja de su simplicidad, dado que se trata de un protocolo de tipo maestro-esclavo, con lo que el acceso al medio no supone mayores dificultades y la composición de las tramas de datos es relativamente sencilla.

Mediante LabVIEW se han desarrollado los módulos software necesarios para la definición de funciones y servicios más importantes del nivel de enlace Modbus (figura 2), pudiendo el alumno, a partir de ellas, desarrollar aplicaciones maestro y esclavo Modbus

También se dispone de equipos industriales: módulos esclavos Modbus (MIDU de Crouzet) y autómatas programables (MBX2000 de MII) que pueden ser integrados dentro de esta red Modbus sobre RS-485 para la interacción con sensores y actuadores físicos.

Con el fin de introducir la problemática del acceso al medio en el caso de un sistema multimaestro, se ha elegido un protocolo que utilice el paso por testigo para el acceso al bus, ya que se puede implementar fácilmente en nuestra red RS485. Para el diseño del nivel de enlace se tomaría como referencia el protocolo Profibus. Así que se han desarrollado también módulos software para su implementación.

5. Niveles 3 y 4: control y gestión

Para los niveles más altos de la red de área local (LAN) y de área extensa (WAN) el medio elegido ha sido una red Ethernet (802.3 CSM/CD), que por su popularidad y bajo coste se encuentra disponible en casi cualquier laboratorio de prácticas equipado con ordenadores personales. El protocolo empleado en este caso será TCP/IP, distinguiendo, en nuestro caso, dos tipos de direccionamiento: en el nivel 3 se emplean direcciones IP privadas de Intranet, para la creación de una red local, y en el nivel 4 se utilizan direcciones IP públicas y visibles desde cualquier otro ordenador conectado a Internet.

Con el fin de poder realizar las comunicaciones entre las diversas redes, se han tenido que desarrollar un serie de pasarelas (figura 1):

Como pasarela entre las redes RS-485 de nivel 1 y 2 y la Intranet se ha utilizando un PC, de modo que mediante módulos software desarrollados en Labview se empaquetan las tramas - Modbus del nivel inferior hacia un nivel superior TCP/IP. en este caso todos los equipos conectados a la red RS-485 Modbus actuarán como esclavos y cualquier equipo de la intranet podrá actuar como maestro. La selección del esclavo Modbus se realizará mediante el número de puerto utilizado en la comunicación TCP/IP, utilizando para ello una tabla de asignación.

Para la pasarela entre la *intranet* privada e Internet, mediante un PC con dos tarjetas de red, Windows NT y Labview se han desarrollado los módulos software para poder encaminar una trama TCP/IP hacia la red Modbus. La identificación de los equipos Modbus se realiza de forma similar al caso anterior.

Con los módulos software desarrollados y las posibilidades del entorno de programación Labview se ha desarrollado una aplicación SCADA, ejecutable desde cualquier ordenador con conexión a Internet, a través de la cual se puede monitorizar el estado de cualquier dispositivo conectado en el bus de campo RS485 Modbus, o modificar sus parámetros de configuración.

6. Conclusiones

El sistema desarrollado permite al alumno familiarizarse con los conceptos generales relativos a la comunicación de datos, haciendo un barrido desde el nivel más bajo (transformaciones de la señal y codificación de datos), pasando por los niveles de enlace y red, hasta las capas de transporte y aplicación con el desarrollo de programas de comunicación con protocolo TCP/IP.

La ventaja de este sistema frente al uso docente de equipos integrados comerciales radica en la posibilidad de simular cualquier módulo industrial (sensores inteligentes, módulos de entrada/salida, autómatas programables, etc.) en un PC. Así, cada alumno desarrollará en su ordenador, el software que simule cada uno de los módulos anteriormente mencionados, así como los protocolos para su comunicación. Al final, se integrarán todos los módulos diseñados, en lo que sería un sistema jerárquico completo de comunicaciones.

Al tratarse de un sistema abierto, siempre que la disponibilidad económica lo permita, integraremos equipos industriales reales, de manera que el alumno sea consciente de la aplicación real del trabajo desarrollado.

Referencias

- [1] J. María Arnedo Rosel: *Fabricación integrada por ordenador (CIM)*. Marcombo (1992).
- [2] J. Balcells, J. L. Romeral: *Autómatas programables*. Marcombo (1997)
- [3] A. M. Lázaro: *LabVIEW. Programación gráfica para el control de instrumentación*. Paraninfo (1996).
- [4] J. Piñeiro, G. López: *Redes de área local: fundamentos, implementación (hardware y software), conectividad y administración*. Editorial Ciencia 3 (1998).
- [5] D. Heywood: *Redes con Microsoft TCP/IP 2ª edición*. Prentice Hall (1992).