

CONTROL REMOTO DE SENSORES Y ACTUADORES MEDIANTE RADIOENLACE

O. González, M. Rodríguez, F. Herrera, A. Ayala, J. Hernández

Departamento de Física Fundamental y Experimental
Universidad de La Laguna
moj@comunired.com

ABSTRACT

In this paper, the use of microcontrollers in low cost control applications is described. The main feature of the system is the use of *programmable integrated circuits (PIC)* to perform direct control tasks on sensors and actuators.

Using this design, a control system for industrial applications is proposed based on distributed systems model. Finally, the results obtained with the previous system are described, which let us check the reliability and flexibility of the proposed model.

1. INTRODUCCIÓN

Son muchas las aplicaciones, ya sean industriales o agrícolas, en las que el control de determinados parámetros se hace necesario. Sin embargo, la flexibilidad y eficiencia de un sistema de control afecta sensiblemente al coste del mismo. Un modelo suficientemente adecuado para la mayoría de las aplicaciones consiste en dividir las tareas de control a realizar en varias capas o niveles, y utilizar diferentes dispositivos para cubrir las necesidades de cada una de ellas. Esta *división del trabajo* da lugar a un sistema de control muy eficiente [1]. La flexibilidad corre a cargo de lo complejas y completas que sean las funciones soportadas por cada dispositivo en cada nivel. En cuanto al coste, éste dependerá de los dispositivos de control utilizados. Es evidente que cuanto mayores sean las prestaciones de los mismos mayor será el coste de todo el sistema.

Basado en trabajos anteriores [2,3], se propone un sistema de control, bastante eficiente y simple, que está constituido básicamente por tres tipos de dispositivos o unidades:

- *Unidades de control directo de sensores y actuadores (UCD)*
- *Unidad de supervisión y control global de todo el sistema (USC)*
- *Software de supervisión y configuración*

En un sistema de este tipo, se tienen dos niveles de control. El nivel inferior de *control directo* corre a cargo de las *unidades de control de sensores y actuadores*. En un nivel superior de supervisión, se sitúan la *unidad de supervisión y control global* y el *software de configuración*, que permite adaptar la primera a las condiciones particulares de cada planta.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de control implementado se esquematiza en la figura 1. Se dispone de una serie de *puntos de medida* en los cuales se ubican las diferentes UCD. Dichas *unidades* se encargan no sólo de adquirir los datos suministrados por los sensores y enviar

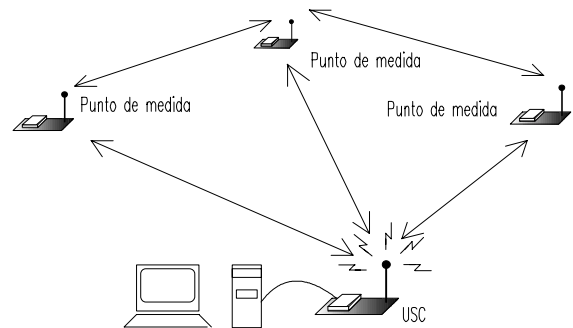


Figura 1. Sistema de control

consignas a los actuadores para regular las condiciones de la zona, sino que además deben llevar a cabo las diferentes comunicaciones con la USC. En dichas comunicaciones, ambos tipos de unidades intercambian tanto *información de actuación* (conductas a regular por las UCD de los actuadores de cada punto de medida) como datos adquiridos sobre las condiciones registradas en cada punto de medida. Dado que los sistemas de control normalmente emplean comunicaciones multipunto, cada punto de medida (y la USC) debe poseer un *identificador* que le permita determinar qué mensajes van destinados a él. Por tanto, el formato utilizado para los mensajes debe incluir un campo de origen y otro de destino [4]. Dicho formato se muestra en la figura 2. Como se ha comentado, los campos *origen* y *destino* cumplen

Origen	Destino	Longitud	Comando	Datos	Checksum
--------	---------	----------	---------	-------	----------

Figura 2. Formato de los mensajes

la función descrita anteriormente. El campo *comando* se refiere al tipo de mensaje y puede ser de cuatro clases: *enviar datos*, *actuación*, *enlace* y *confirmación*. Los primeros permiten a la USC recuperar los datos adquiridos sobre las condiciones dadas en cada punto de medida. Con los *mensajes de actuación*, la USC indica las acciones o pautas de actuación que deben seguirse en cada punto de medida. Los dos últimos tipos permiten el envío de

mensajes por rutas alternativas a la simple comunicación directa entre una UCD y la USC. El campo *datos* variará en función del tipo de mensaje. En cuanto a los campos *longitud* y *checksum*, éstos permiten determinar el tamaño de un mensaje y detectar posibles errores de comunicación que pudieran producirse, respectivamente.

La *unidad de supervisión y control global de todo el sistema* tiene la función de recopilar toda la información sobre las condiciones de los diversos puntos de medida y decidir las acciones de actuación a llevar a cabo por las UCD ubicadas en los mismos. Para ello dispone de *tablas* donde agrupa todo tipo de información acerca de éstos. Cada cierto tiempo, determinado también en dichas tablas, la USC interroga a una UCD requiriéndole los datos recopilados sobre las condiciones dadas en su zona. En base a esos datos, la USC determina las *consignas* que deben ser enviadas a los actuadores de dicho punto para regular las condiciones en torno a los valores deseados. La *información de actuación* es enviada hacia la UCD, el cuál sólo debe encargarse de seguir las instrucciones indicadas. A partir de ese momento, será la UCD quién supervisará la actuación de manera continua, lo que da lugar a un control más eficiente y, a su vez, libera a la USC de realizar dichas tareas. Este modo de trabajo da lugar a un control global de la planta, ya que es la USC la que realmente se encarga de dictar las pautas a seguir y, además, ésta dispone de información de todos los puntos de medida, por lo que sus decisiones pueden basarse en las condiciones dadas en varios de ellos.

Por último, el *software de supervisión y configuración* proporciona al usuario, a través de un PC, la posibilidad de configurar las *tablas* almacenadas en la USC, lo que equivale a modificar las pautas de actuación a seguir en todo el sistema. Igualmente, permite la representación continua de las condiciones actuales dadas en toda la planta. De esta forma, desde su ubicación, el usuario dispone de toda la información que necesita para tomar las decisiones más adecuadas ante cualquier posible situación.

3. RESULTADOS

Para probar el modelo de control anterior, se implementó un sistema constituido por un único punto de medida. Para las UCD se utilizaron *circuitos integrados programables* o PIC [5], ya que éstos ofrecen unas prestaciones más que suficientes para las tareas de control directo que deben desempeñar. En cuanto a la USC, se hizo uso de un microcontrolador de mayores prestaciones que los PICs, ya que las funciones de coordinación y supervisión de todo el sistema así lo requerían. Además del diseño de los diferentes puntos de medida, tanto en las etapas de adquisición, configuración y actuación, se implementó el *software* que debía residir en la memoria de los diferentes dispositivos microcontroladores. Finalmente, se diseñó un *software* para PC que permite al usuario controlar dinámicamente la evolución del sistema.

Como medio de comunicación se optó por el *radioenlace*, ya que éste ofrece una serie de ventajas como son la libertad para ubicar los puntos de medida y la relativa fiabilidad de las transmisiones. En la figura 3 se muestran las medidas de temperatura obtenidas durante un día de pruebas, utilizando sensores de 0.5 °C de precisión, a intervalos de 10 segundos. Se simularon diferentes situaciones de apertura y cierre de ventanas, con aplicaciones

bruscas de frío y calor. La representación gráfica mostrada fue obtenida haciendo uso del *software* desarrollado.

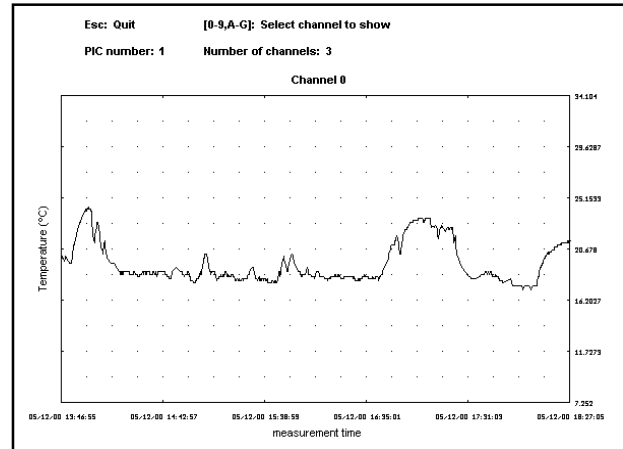


Figura 3. Medidas de temperatura durante un día

El sistema de control propuesto es, por tanto, lo suficientemente flexible para tratar con una gran variedad de aplicaciones: permite controles globales o locales de la planta; la información contenida en la USC puede modificarse, siempre que se quiera, para adaptarse a nuevas situaciones, etc. Por otro lado, los dispositivos utilizados son de bajo coste, lo que lo hace bastante adecuado para múltiples aplicaciones. Por último, el hecho de descentralizar las tareas, pero centralizar toda la información del sistema en la USC, permite simultáneamente aumentar la eficiencia del sistema y supervisar el funcionamiento global del mismo desde un solo punto.

4. REFERENCIAS

- [1] Curtis D. Johnson, "Process Control Instrumentation Technology", Prentice Hall International, 1997.
- [2] M. Rodríguez, A. Ayala, F. Herrera, F. Priano, "Greenhouses automation through computer and Hertzian link", Int. J. of Electrical Engineering Education, vol. 33, pp. 66-88, 1996.
- [3] A. Ayala, M. Rodríguez, F.A. Herrera Priano, "Automatización de invernaderos mediante ordenador y enlace hertziano", IX Simposium Nacional URSI-94, D.L: G.C. 1168-1994, pp. 580-591, 1994.
- [4] W. Stallings, "Comunicaciones y Redes de Computadores", Prentice Hall, 2000.
- [5] J.M. Angulo, I. Angulo, "Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones", McGraw-Hill, 1997.