

## **CONTROL DE ACCESO MEDIANTE TARJETA CHIP: APLICACIONES DE CONTROL A TRAVÉS DE INTERNET**

G. GONZÁLEZ DE RIVERA, C. VENEGAS, I. GONZÁLEZ,  
S. LÓPEZ-BUEDO, J. GARRIDO Y E. BOEMO  
*E.T.S. Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Madrid*  
*Ctra. de Colmenar Km. 15, 28049 Madrid, España.*  
*<http://www.ii.uam.es/~gdrivera>*

*En este artículo se presenta un sistema real de control de accesos desarrollado por alumnos de nuestra Escuela. Este proyecto ha servido de plataforma para desarrollar los conocimientos no sólo de sistemas embebidos basados en microcontrolador, sino también para practicar las comunicaciones TCP/IP y el desarrollo de la base de datos de usuarios y su software de gestión.*

### **1. Introducción**

Existe en la actualidad un gran interés por el desarrollo de sistemas embebidos que integren comunicaciones TCP/IP y, en particular, usando redes Ethernet. Siguiendo esta tendencia, este proyecto surgió con una doble finalidad: por un lado resolver un problema real de controlar el acceso a distintas salas y laboratorios de la Escuela y, por otro, servir de medio para que alumnos de segundo a último curso se fueran familiarizando con este tipo de tecnologías. Por lo demás, las ventajas de estos sistemas a la hora de implementar un control de acceso son obvias. En primer lugar, cada punto de acceso se resuelve con un microcontrolador, de manera autónoma, sin tener que recurrir a una solución centralizada, más cara y sobre todo más crítica frente a posibles fallos. Y en segundo lugar, el uso de comunicaciones estándares Ethernet junto a TCP/IP permite realizar la gestión remota de una manera sencilla, utilizando los recursos ya existentes en el edificio.

El sistema de control de acceso permite la apertura de las puertas mediante la introducción de una tarjeta chip [3] que identifica tanto a profesores como alumnos de la UAM. Las unidades que hay en cada puerta están construidas a partir de módulos RabbitCore RCM2100 [1]. Estos módulos contienen un microcontrolador Rabbit 2000, memoria externa (Flash y SRAM), y un controlador Ethernet; los alumnos se encargan de desarrollar el resto de circuitos: control de pantalla LCD, manejo de la cerradura, acceso a la tarjeta chip,... Además, los alumnos deben desarrollar todo el software: control a bajo nivel de todos estos elementos, gestión de los usuarios, comunicaciones con la base de datos remota y presentación del estado del sistema (pantalla LCD y pequeño servidor web embebido).

Adicionalmente se debe crear una base de datos que contenga los usuarios y sus permisos en un servidor remoto, que será consultada por las unidades que hay en cada puerta. Esta base de datos se actualizará empleando una aplicación web, que será el método que se use para añadir o eliminar usuarios, modificar permisos, agregar nuevos puntos de acceso,...

## 2. Descripción general de funcionamiento.

El módulo hardware se encarga de la lectura de la tarjeta, el registro de acceso, la activación del mecanismo de apertura y la indicación del estado actual del sistema (activo, inactivo, error,...). Cuando un usuario quiera acceder introducirá la tarjeta, el sistema comprobará que el usuario esté autorizado y, caso de que lo esté, activará el mecanismo de apertura de la puerta. Esa comprobación se realizará de manera local, a través de una lista de permisos que tendrá grabado cada sistema de acceso. Dicho acceso quedará registrado, así como la fecha y la hora, para su posterior procesado, si procede. La lista de usuarios de cada lector es obtenida remotamente del servidor de bases de datos de accesos, cuando el lector se reinicia o cuando se ha producido una actualización.

El módulo software se utiliza para el mantenimiento del módulo hardware: actualización de la lista de permisos, puesta en hora, gestión y presentación de los datos de acceso, etc. Para actualizar la base de datos, se accede a una página web de administración, ubicada en un servidor Linux/Unix, NT, etc, que permite añadir/eliminar nuevos sistemas de acceso, mantenimiento de usuarios, etc. Una vez hecha la modificación, en el servidor hay un programa que se encarga de actualizar los sistemas afectados.

El sistema es escalable, instalar un nuevo lector simplemente supone colocarlo en la habitación que lo requiere y desde la web añadir un nuevo elemento al sistema, el programa servidor accederá a este lector y configurará todos los parámetros necesarios. De esta forma todos los lectores llevan un mismo programa y es el servidor el que los configura. Toda la información irá convenientemente cifrada para garantizar su protección mediante técnicas criptográficas, redes privadas virtuales, etc.

Módulo Hardware. El corazón del sistema es un módulo de la compañía *Rabbit Semiconductors*, el RCM2100 [1], que básicamente consta de un potente microcontrolador, 512 Kb de memoria RAM, 512 KB de *Flash*, un controlador de *Ethernet*, 34 líneas de entrada/salida configurables, 4 puertos serie, reloj de tiempo real y cinco temporizadores.

A este módulo irán conectados el resto de periféricos utilizados: pantalla LCD (se utiliza para la presentación de mensajes de bienvenida, de estado y de posibles situaciones de error), teclado (permite un segundo grado de protección; a determinadas horas del día se puede obligar al usuario a introducir manualmente una clave, además de introducir una tarjeta válida), *driver* de la cerradura electrónica, etc.

La programación del módulo se realiza desde un entorno diseñado a medida, denominado *Dynamic C Premier*, muy similar el lenguaje C estándar que además incluye todas las librerías para el manejo de *sockets* a nivel TCP y UDP, y los protocolos ICMP, HTTP, SMTP, FTP, POP3, TFTP y PPP, así como TELNET y PING [2].

Módulo Software. Está compuesto por un módulo servidor, escrito en Java, para independizar el servidor de la plataforma sobre la que corra (Linux, Unix ,NT, etc) y la interfaz en lenguaje HTML/PHP. Permiten la conexión a cualquier Sistema de Control de Acceso desde cualquier punto conectado a Internet.

Esta facilidad permite un sinfín de posibilidades de ampliaciones del sistema; envío de mensajes a una dirección de correo electrónico en ciertas situaciones (si accede tal persona, si lo hace a tal hora, si la puerta está abierta más de tanto tiempo), permitiría incluso el envío de un mensaje corto a un móvil. La página web asociada a cada sistema podría presentar la imagen de una cámara situada en la entrada a controlar, etc.

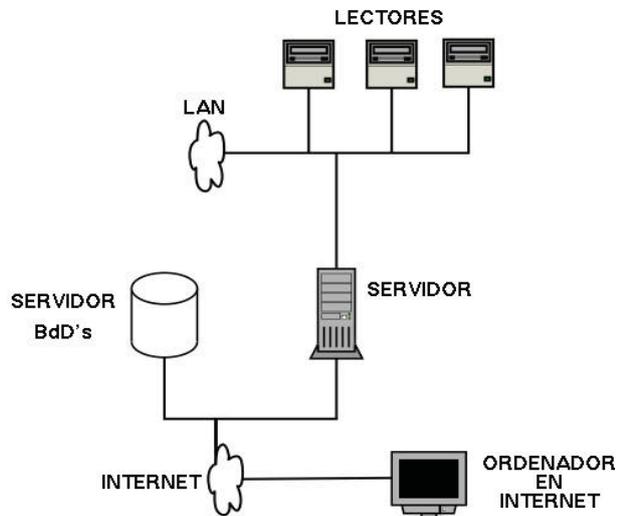
### 3. Diseño del sistema y aplicación docente.

En este apartado se muestra la arquitectura utilizada para el diseño completo de la aplicación, que consiste, básicamente, en diseñar un sistema de comunicaciones entre diversos elementos.

**Lectores:** Integrados por la tarjeta RabbitCore RCM2100 y la circuitería necesaria para establecer la comunicación con la tarjeta inteligente, así como para acceder a la pantalla gráfica y al teclado.

Las aplicaciones docentes de esta parte del proyecto son:

- Manejar lenguaje ensamblador y C.
- Interfaz C con ensamblador.
- Estudiar la arquitectura típica del microprocesador (interrupciones, entrada/salida, memorias, etc).
- Manejo de tarjeta chip.
- Manejo de la pantalla gráfica LCD.
- Estructurar una pequeña base de datos en el microcontrolador, para controlar los accesos y entradas del personal autorizado.
- Comunicación con *sockets* para comunicarse con el resto del sistema (distribuido a través de la LAN), mediante protocolo TCP/IP, HTTP (cada tarjeta tiene un servidor web) y SMTP (enviará un *mail* al administrador periódicamente con el registro de accesos).



**Fig. 1:** Arquitectura del Sistema

**Servidor:** Puede ser un servidor Linux/Unix o Windows. Será el encargado de establecer la comunicación con el lector para informarle que se debe actualizar, recoger periódicamente los registros de accesos y servir de pasarela entre la base de datos y los lectores para traducir el formato de la base de datos general (sql) con el formato propio de nuestra base de datos introducida en cada lector.

La base de datos podrá estar en el propio servidor o en otro ordenador de la red, en el segundo caso el servidor sería el encargado de establecer la comunicación entre el servidor de bases de datos y el servidor/pasarela.

Los objetivos docentes del módulo servidor son:

- Programación Orientada a Objetos (Java)
- Estudio de bases de datos bajo estándar Sql (en particular utilización de Mysql [4]).
- Comunicaciones de red (TCP/IP) mediante *sockets*, entre varias aplicaciones.
- Creación de servicios en sistemas operativos reales y potentes.
- Configuración del servidor web.

**Administración WEB.-** Utilizando tecnología HTML/PHP [4], se ha creado un entorno para dar de alta a nuevos lectores y dentro de cada lector a nuevos usuarios, establecer horas de acceso, activar y desactivar usuarios y lectores, visualizar los registros de accesos, etc. Después de dar de alta/baja, actualizar, etc, la web avisa al servidor de qué lectores han sido modificados, encargándose este último de que se actualicen los sistemas correspondientes.

Objetivos docentes de esta parte:

- Programación HTML/PHP
- Comunicación entre web y bases de datos.
- Comunicación entre web y el servidor (avisar de las actualizaciones).

Toda la transferencia de datos va encriptada en forma de red privada virtual, de modo que también se pueden aplicar conceptos de criptografía, pudiéndose proponer que el alumno creara su propio sistema de encriptación de paquetes de red.

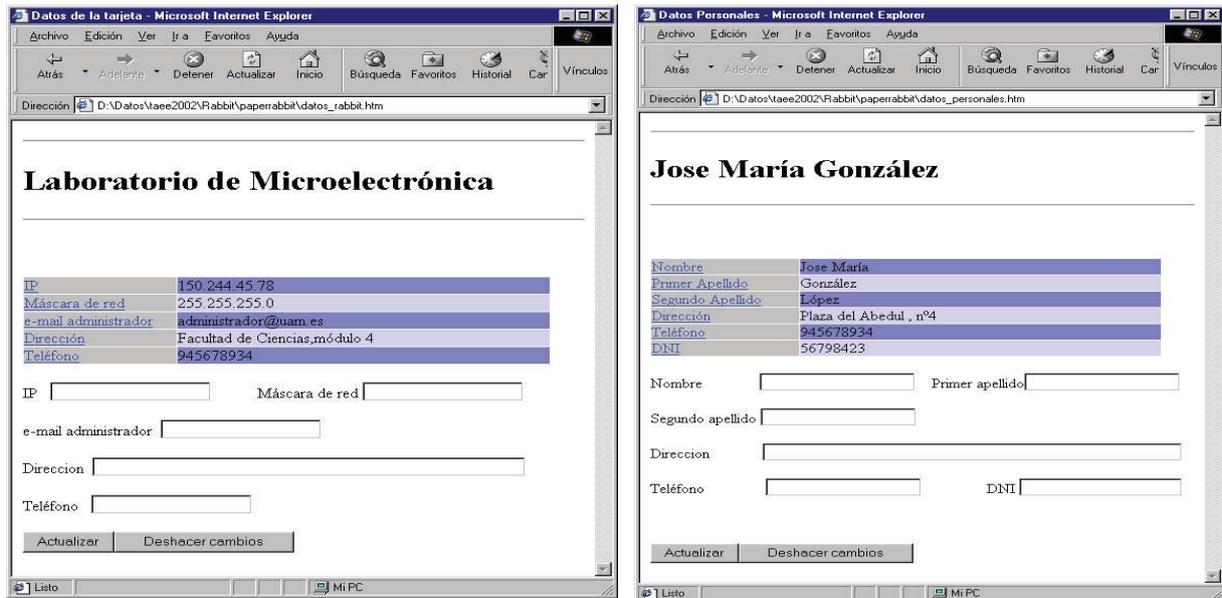


Fig. 2. Ejemplo de páginas web de configuración: alta de Lector y alta de Usuario

#### 4. Conclusiones

La aplicación que se ha descrito en este artículo pretende poner de manifiesto la capacidad que poseen los modernos sistemas de desarrollo basados en microcontrolador y con capacidad de comunicaciones TCP/IP, en concreto el módulo RabbitCore RCM2100, para desarrollar tareas relacionadas con múltiples disciplinas de las que se enseñan actualmente en nuestra Escuela. Esto permite al alumno obtener una amplia visión de los temas relacionados con el desarrollo de un proyecto real, y dar aplicación práctica a muchos conceptos descritos en diferentes asignaturas.

#### Bibliografía

- [1] Rabbit Semiconductors. Microprocessors and Development Tools for Embedded Control and Internet Connectivity. [www.rabbitsemiconductors.com](http://www.rabbitsemiconductors.com)
- [2] TPC/IP Illustrated, vol 1 The protocols. W. Richard Stevens
- [3] Scott Guthery, Timothy M. Jurgensen, Tim Jurgensen, "Smart Card Developer's Kit". Ed. Macmillan Technical Publishing. <http://www.scdk.com/>
- [4] PHP: [www.php.net](http://www.php.net). Mysql: [www.mysql.com](http://www.mysql.com)