

Sistema Inalámbrico para Aplicaciones Domóticas

M.C. Rodríguez-Sánchez, J. A. Hernández-Tamames, S. Borromeo
¹*Departamento de Tecnología Electrónica. Universidad Rey Juan Carlos
c/ Tulipán s/n, 28933, Móstoles, Madrid*

En este artículo se detallan los objetivos y contenidos de la asignatura “Hardware para Domótica” dentro del master en “Sistemas Telemáticos e Informáticos” de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid. El enfoque de la asignatura se basa en un aprendizaje basado en la resolución de un problema real, en la que el alumno aprende los conceptos mediante la realización de un proyecto, en particular, se ha propuesto el diseño de un sistema de control inalámbrico de encendido y apagado de iluminación para aplicaciones domóticas. En las etapas de diseño cubiertas en la asignatura se ha utilizado Bluetooth como protocolo de comunicaciones inalámbricas de corto alcance, un microcontrolador y J2ME para el desarrollo de una aplicación de control remoto para el móvil. Con este enfoque, el alumno al finalizar la asignatura, adquiere los conocimientos básicos que le capacitan para utilizarlos en otros proyectos inalámbricos ó domóticos reales. Los resultados docentes han sido muy satisfactorios por el enfoque eminentemente práctico de la asignatura.

1. Introducción

“Hardware para Domótica” es una asignatura obligatoria para alumnos del master Oficial en “Sistemas Telemáticos e Informáticos” de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC). Este master es uno de los primeros master oficiales de España en el área de la Ingeniería Informática y de Telecomunicación. Tiene concedida la mención de calidad de la ANECA y está dirigido a titulados y a alumnos de 3^{er} curso de las actuales Ingenierías e Ingenierías Técnicas en Informática y de Telecomunicación. Se ha diseñado para proporcionar una formación especializada, pero no de nicho, que permita al alumno adquirir uno de los perfiles profesionales más demandados a corto y medio plazo por la sociedad y por el mercado laboral en el ámbito de las Ingenierías Informática y de Telecomunicación.

Todos los alumnos del master adquirirán una formación común en sistemas distribuidos, sistemas ubicuos, *hardware* para domótica, Interacción persona ordenador y Arquitecturas software y familias de productos. La asignatura que presentamos en este trabajo, “Hardware para Domótica” es semestral con una carga lectiva de 4,5 créditos ECTS (1,5 créditos teóricos y 3 créditos prácticos).

Tradicionalmente, la formación universitaria tiene un cariz conceptual que, en algunas ocasiones, no se corresponde con la realidad práctica del mundo profesional. En este artículo se presenta una asignatura adaptada a los nuevos planes de Bolonia [1]. Se pretende fomentar la implicación del alumno con la asignatura fuera del horario lectivo clásico en línea con la filosofía de los créditos ECTS. Para ello se ofrece a los alumnos unas guías autocontenidas para facilitar el autoestudio. Además al alumno se le facilita el acceso al material práctico necesario para poder implementar el sistema fuera del laboratorio a modo de kit con todos los componentes que va a necesitar. La metodología didáctica elegida se basa en la que el alumno aprende los conceptos de la asignatura mediante la realización de un proyecto o resolución de un problema adecuadamente diseñado y formulado por el profesor.

Las tecnologías inalámbricas han adquirido una importancia creciente debido a su bajo coste y su facilidad de instalación sin obras en el ámbito de la domótica. Siguiendo las indicaciones de los informes de ACM (Association for Computing Machinery) e IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) [2],[3] sobre el desarrollo de guías curriculares de programas docentes de titulaciones relacionadas con las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicaciones), que recomiendan la introducción de nuevos contenidos docentes que incorporen aspectos que supongan cambios relevantes en el ámbito profesional se ha incluido como uno de los contenidos básicos de la asignatura.

El uso de estándares como Bluetooth, abre la posibilidad al empleo de otro tipo de aplicaciones, no sólo restringidas al campo de la domótica, sino también aplicaciones en el entorno hospitalario, turístico, marketing, etc. Es lo que en la literatura anglosajona se denomina *Context-Aware Systems*, es decir, sistemas de interacción contextual. Este uso contextualizado de la tecnología genera en el alumno un alto grado de motivación y un fuerte acicate. Su esfuerzo se ve recompensado al conseguir resultados tangibles rápidamente.

El objetivo de la asignatura es capacitar al alumno para el diseño e implementación de un sistema de control remoto inalámbrico, utilizando un dispositivo móvil, teléfono o PDA, para aplicaciones domóticas.

2. Contenidos

Para la planificación de los contenidos que se han de impartir, el programa de la asignatura se ha dividido en dos bloques, uno correspondiente a los conceptos teóricos y el otro a los prácticos descritos en la Tabla 1. :

Programa de la asignatura de “Hardware para Domótica” del master en “Sistemas Telemáticos e Informáticos” de la Universidad Rey Juan Carlos			
	Bloques Temáticos	Duración	Contenidos
Teoría	Introducción a la Domótica	3h	<ul style="list-style-type: none"> ○ Domótica Digital ○ Electrónica en la Domótica ○ Medios de Transmisión Domóticos
	Sensores y actuadores en domótica	5h	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sensores usados en Domótica. ○ Acondicionamiento de Señal ○ Conversiones A/D y D/A. ○ Actuadores en Domótica
	Autómatas Programables	7h	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistemas Embebidos para Domótica ○ Microcontrolador PIC16F876 ○ Control de Sistemas
Prácticas	Configuración y Control de un Chip Bluetooth	2,5h	Manejo del chip Bluetooth desde un PC Uso de comandos AT para comunicaciones inalámbricas Bluetooth.
	Uso de Microcontroladores en Comunicaciones	3,5h	Programación PIC16F876
		5h	Comunicación PIC con Chip Bluetooth.

Programa de la asignatura de “Hardware para Domótica” del master en “Sistemas Telemáticos e Informáticos” de la Universidad Rey Juan Carlos			
	Inalámbricas.		
	Desarrollo de Aplicación para Dispositivos Móviles.	3h	Programación en J2ME [2].
		3h	Aplicación en J2ME para gestionar la comunicación entre el teléfono móvil y el autómata programable de control domótico inalámbrico.
	Diseño e Implementación del Autómata programables Inalámbrico.	4h	Diseño del esquema eléctrico de control
		9h	Diseño, fabricación y montaje en PCB [3]. Integración y pruebas del sistema

Tabla 1. Programa de la asignatura

Con los bloques teóricos se pretende dotar a los alumnos de los conocimientos mínimos que les permitan conocer las bases de las tecnologías objeto de la asignatura. Para ello, en primer lugar, se hará una introducción al concepto de domótica. A continuación se hace un breve repaso a los distintos de sensores y actuadores, los circuitos de acondicionamiento y las conversiones A/D y D/A. Finalmente, el tema de autómatas programables estará orientado a que el alumno adquiera conocimientos de los sistemas embebidos y del uso de microcontroladores para la implementación de los mismos.

En la parte práctica se proponen cuatro bloques temáticos en los que el alumno va desarrollando de manera progresiva las diferentes fases que permiten implementar el sistema completo.

A continuación describiremos los objetivos específicos que se pretenden cubrir con cada uno de ellos y las competencias que adquirirá el alumno:

- Bloque 1. Configuración y Control de un Chip Bluetooth. El objetivo es que el alumno sea capaz de configurar y controlar un chip Bluetooth [4]. Para ello se emplea el módulo de BlueGiga WRAP THOR 2022-1B2B [5] y comandos AT. Estos comandos se suministran al chip a través de una comunicación serie con un PC. El uso de comandos AT permite una rápida utilización del chip Bluetooth sin necesidad de tener que implementar la pila del protocolo Bluetooth.
- Bloque 2: Concepto de sistema embebido. Uso de microcontrolador como elemento de control. Como ya se ha comentado, los alumnos han aprendido a configurar el chip Bluetooth en el bloque 1. En este bloque se introduce el concepto de sistema embebido y mediante el uso de un microcontrolador se configura y se controla el módulo Bluetooth. Microcontrolador y Chip bluetooth, forman el núcleo del sistema embebido.
- Bloque 3: Desarrollo de aplicaciones en un dispositivo móvil. Para interactuar con el sistema de control es necesario el desarrollo de una aplicación que se ejecute en un dispositivo móvil. Para ello se emplea J2ME [6] que tiene la particularidad de ser portable a los diferentes dispositivos móviles.

- Bloque 4: Integración y pruebas del sistema. Los bloques previos han permitido un desarrollo modular y gradual del sistema. En esta fase se integran todos ellos y se realizan las pruebas que nos permitan validar el sistema conforme a las especificaciones iniciales planteadas.

3. Desarrollo de las Prácticas.

El sistema completo ha de permitir el encendido y apagado de un dispositivo de iluminación. El diseño funcional por bloques está resumido en la siguiente figura:

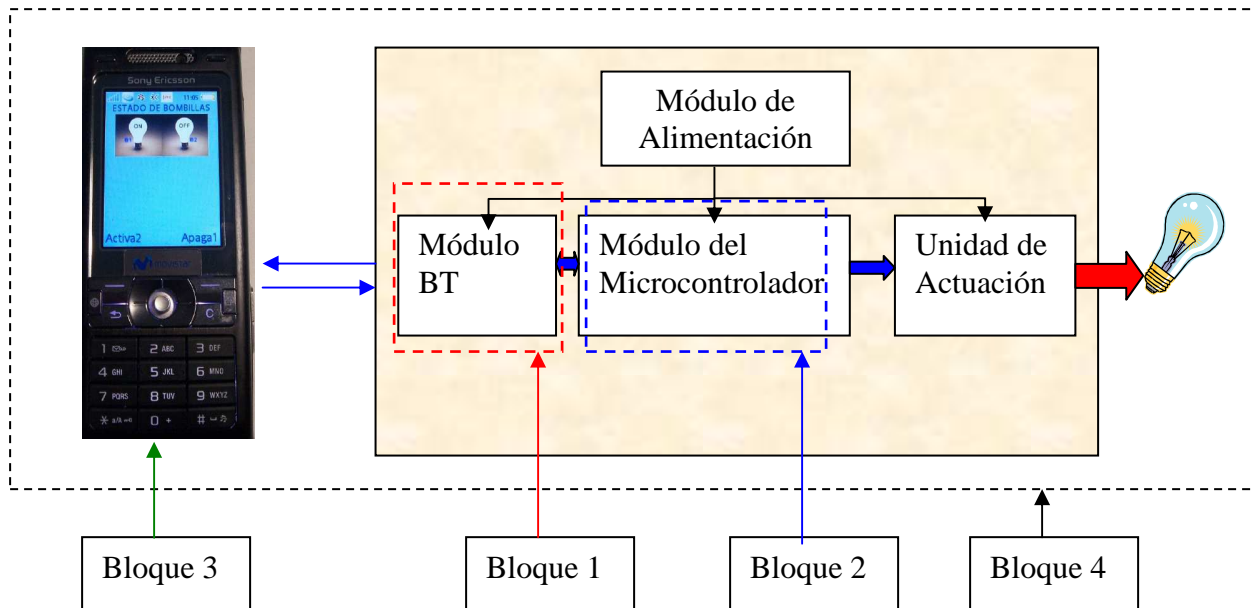


Figura 2. Sistema de control de iluminación: diseño funcional por bloques

La evaluación de las prácticas se divide en cuatro bloques, y a su vez, cada bloque se ha corregido en función de distintos hitos que el alumno debe cumplir. A continuación, se explican los hitos a evaluar, materiales y métodos empleados en cada uno:

- Bloque 1: Configuración del chip Bluetooth a través de comandos AT que se envían por el puerto serie de un PC.
- A continuación se enumeran los parámetros necesarios para configurar el módulo Bluetooth:
 - ✓ Nombre del dispositivo.
 - ✓ PIN para autenticación.
 - ✓ Clase del dispositivo.

- ✓ Activación del profile. En nuestro caso hay que elegir “SPP” que permite una comunicación serializada.
- ✓ Habilitar la conexión al servicio “SPP” del chip identificado por un nombre asociado a su función de encendido inalámbrico
- ✓ Tasa de transferencia
- ✓ Tamaño de los paquetes de datos Bluetooth requerida para la comunicación.

La evaluación de este bloque se ha dividido en tres hitos:

- ✓ Hito 1.1: Correcta configuración del puerto serie para la comunicación con el Kit de las prácticas.
 - ✓ Hito 1.2: Configuración del chip BT a través de comandos AT.
 - ✓ Hito 1.3: Conectividad Bluetooth entre el Kit y otro terminal móvil Bluetooth.
- Bloque 2: Se introduce al alumno en la programación a bajo nivel, es decir, utilizando ensamblador, de los microcontroladores con el entorno de desarrollo MPLAB IDE®[7]En este bloque el alumno deberá gestionar los comandos AT para comunicar el PIC con el chip Bluetooth a través de la UART de ambos. El PIC que se utiliza es el PIC16F876 [8] que hará las veces de unidad de control del sistema receptor inalámbrico.

Los periféricos controlados por el PIC son el módulo Bluetooth y unos led’s (que simularán el encendido de las bombillas).

El desarrollo de un programa en ensamblador que realice la correcta comunicación con el Chip Bluetooth para la configuración a través del envío de comandos AT, constituye el hito a evaluar en este bloque.

- Bloque 3: Programación en J2ME para dispositivos móviles.

El alumno desarrolla un programa que se instalará en un teléfono móvil ó PDA para comunicarse con el módulo de control. Además, en este bloque se añade la funcionalidad de gestionar las conexiones remotes y el protocolo de iluminación desde el microcontrolador.

La evaluación de este bloque se ha dividido en tres hitos:

- ✓ Hito 3.1: Desarrollo de un programa en J2ME que se comunique con el Kit de las prácticas y solicite el encendido/apagado de las bombillas.
 - ✓ Hito 3.2: Inclusión en el programa del PIC para la gestión de peticiones externas.
- Bloque 4: Integración y pruebas del sistema.

Para realizar este bloque, se le facilita al alumno un kit de desarrollo donde ya están implementadas los distintos bloques hardware que permiten la integración y las pruebas del sistema completo. A continuación se describe brevemente.

El kit de prácticas para domótica ha sido desarrollado por el “Departamento de Tecnología Electrónica” de la Universidad Rey Juan Carlos en el “Laboratorio de Diseño de Circuitos Digitales y Tecnología Electrónica (LabTEL)” cofinanciado por la Comunidad de Madrid. En él se han integrado diversos módulos hardware:

- Módulo de alimentación.
- Microcontrolador: PIC16F876
- Simulación de encendido de bombillas mediante Led's.
- Comunicación RS232 con un PC: con el microcontrolador y con el chip Bluetooth.
- Jumpers de selección para comunicar el PIC con el chip BT.
- 5 entradas analógicas que se pueden usar para ampliar la práctica y añadir más sensores y ampliar la funcionalidad del sistema. Por ejemplo, temperatura, humedad, etc.

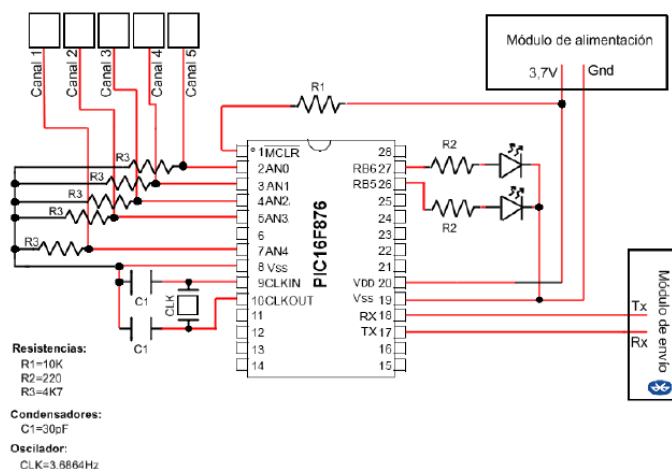


Figura 3: Esquema del kit de Desarrollo para la conexión entre el módulo Bluetooth y el microcontrolador PIC16F876.

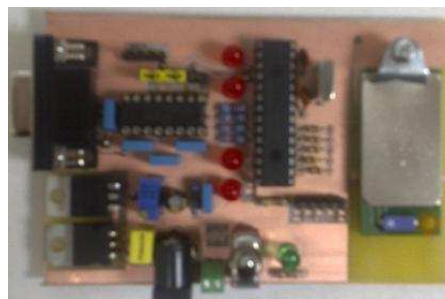


Figura 4: PCB de la placa de prácticas

Con este kit el alumno deberá incluir los bloques diseñado en los bloques anteriores: configuración del módulo Bluetooth y programación del PIC, programación del teléfono móvil y probar el sistema completo.

El hito a evaluar en este bloque es el correcto funcionamiento en la placa “kit de Desarrollo” el sistema completo, mediante el encendido/ apagado de una o d dos bombillas.

4. Conclusiones

La asignatura que presentamos en este artículo ha sido desarrollada según los nuevos planes de Bolonia. El alumno, gracias a su contenido eminentemente práctico, adquiere conocimientos de comunicación inalámbrica de corto alcance adaptados a la domótica. Otro de los puntos importantes en los que el alumno profundiza es en el control basado en microcontroladores, como elemento básico de los sistemas embebidos.

Los cuatro bloques prácticos junto a la teoría, permitirán al alumno realizar un sistema capaz de manejar el alumbrado de una casa simulado por unos leds. El diseño y el montaje guiados, además de la programación, responden de forma complexiva a todas las destrezas y habilidades que el alumno debe desarrollar.

La propuesta de diseño de sistemas reales, además de adaptar los contenidos docentes a las tendencias y avances de la tecnología (recomendación a seguir en los informes de desarrollo de guías curriculares), permite cubrir todas las etapas del diseño de sistemas. De esta forma las competencias adquiridas por el alumno de análisis e integración permite adaptar los conocimientos adquiridos a otras aplicaciones y a otros protocolos de comunicación inalámbrica: wifi, GSM, Wibree ó Zigbee. De hecho, está previsto en la asignatura el desarrollo de una práctica optativa final para añadir un módulo de comunicación inalámbrica de largo alcance, basada en GSM/GPRS.

El uso de la metodología empleada para impartir la asignatura ha repercutido beneficiosamente en los resultados académicos de los alumnos. Con la metodología que se ha aplicado a la asignatura se ha conseguido un aprobado del 90% de los alumnos que han cursado la asignatura.

Referencias

1. <http://www.um.es/convergencia/lrgislacion/documentos>
2. Computing Curricula 2001, Computer Science (2004, Sep. 10). <http://computer.org/educate/cc2001/>
3. A. McGettrick, M. D. Theys, D. L. Soldan, and P. K. Srimani, “Computer engineering curriculum in the new millennium,” *IEEE Trans. Educ.*, vol.46, no. 4, pp. 456–462, Nov. 2003.
4. Robert Morrow. Bluetooth Operation and use. McGraw-Hill, 2002
5. <http://www.bluegiga.com/>
6. "J2ME: Java 2 Micro Edition. Manual de usuario y tutorial".Froufe Quintas, Agustín. Ra-Ma, cop. 2004
7. <http://www.microchip.com/>
8. Angulo J.M., Angulo I. Microcontroladores PIC. Diseño práctico de aplicaciones. McGraw-Hill, 1999.