

La asignatura Tecnología Informática en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia

F. Rodríguez, J.C Campelo, A. Perles, A. Martí
Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)
Universidad Politécnica de Valencia
e-mail: {prodrig, jcampelo, aperles, amarti}@disca.upv.es

Resumen

En este artículo se presenta la problemática relacionada con la asignatura Tecnología Informática, perteneciente al área de Arquitectura de Computadores, en una titulación en la que la misma tiene poca presencia. Se imparte en el último curso de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial (ETSII) de la Universidad Politécnica de Valencia.

Tras la presentación de los datos del plan de estudios se analiza el temario de la asignatura, tanto desde el punto de vista de la teoría como de prácticas, la metodología de evaluación y la relación con las demás asignaturas del área y del área de electrónica.

1 Introducción

Cada día más las industrias españolas incluyen sistemas de automatización en los procesos de producción. Estos sistemas suelen estar basados en sistemas con microprocesadores o microcontroladores; el efecto final de cara a la docencia es una cada vez mayor exigencia de las industrias de titulados capaces de enfrentarse a este tipo de sistemas: diseño, interconexión y mantenimiento.

En la titulación de Ingeniería Industrial, sin perder de vista su carácter generalista, se ha adoptado el sistema de *bloques de intensificación* para formar especialistas en los sectores más demandados por la sociedad en cada momento.

Uno de estos bloques de intensificación corresponde a la especialidad de Sistemas Electrónicos y Automáticos, donde se integra la asignatura de Tecnología Informática como asignatura de obligado cumplimiento para el alumno especialista.

Esta intensificación tiene como objetivo cubrir el hueco creado en la formación de los ingenieros industriales con la aparición de nuevas tecnologías en el campo de la electrónica y

automática para el control de los procesos industriales. La asignatura *Tecnología Informática* (TECINF) intenta dar una visión de cómo implementar en la práctica los sistemas de control basados en un microprocesador.

2 Plan de estudios

Según el plan de estudios actual (puesto en marcha en el año 1993) la titulación de ingeniero industrial tiene una estructura 2+3, reservando 62 créditos en los últimos 3 cuatrimestres para el bloque de intensificación en Sistemas Electrónicos y Automáticos.

La asignatura TECINF se imparte en el último cuatrimestre, y está dotada con 4 créditos totales (2.4 teoría + 1.6 prácticas). El número de alumnos de la intensificación está restringido a 45.

La presencia de asignaturas relacionadas con el área de arquitectura de computadores es muy escasa en esta titulación, como se puede ver en la figura 1.

En esta figura se puede apreciar la relación que con TECINF tienen las demás asignaturas del plan de estudios. Cada asignatura va acompañada de los créditos totales. Su ubicación en el eje vertical es función del cuatrimestre en el que se imparte, mientras que la columna en la que se coloca intenta calificar a grosso modo el tipo de asignatura de que se trata: en la columna de la izquierda las asignaturas de programación, en la columna siguiente las asignaturas pertenecientes únicamente al área de arquitectura de computadores y en la columna derecha las asignaturas con competencias exclusivas del Departamento de Ingeniería Electrónica.

También se han destacado, de estas asignaturas, aquellas que pertenecen a la intensificación de Sistemas Electrónicos y Automáticos, y que por tanto son de obligado cumplimiento para todos los alumnos de la especialidad.

- Comprender la importancia de la programación en un lenguaje de alto nivel por su sencillez de diseño, depuración y mantenimiento.

4 Temario

El programa de la asignatura consta de los siguientes temas:

1. Introducción
2. Seminario: "Programación en lenguaje C con los microcontroladores MCS-51. Uso de emuladores en el desarrollo de aplicaciones empotradas"
3. Sensores y actuadores. Adaptación de señales y protecciones. Necesidad de los drivers y drivers inteligentes.
4. Generalidades de los buses. Jerarquía y necesidad de normalización.
5. Comunicación serie RS-232 / RS-485. El puerto serie en el PC. El puerto serie en los microcontroladores MCS-51.
6. El bus serie I²C. Procedimientos de arbitraje y sincronización. Ejemplo de dispositivo I²C: las tarjetas chip.
7. El bus ISA. Desarrollo de tarjetas de expansión para el PC. Mapeado de dispositivos en el espacio de entrada/salida y en el espacio de memoria.
8. El bus centronics. Usos estándar y no estándar. Control digital con el puerto de la impresora.

Como corresponde a una asignatura a caballo entre informática y electrónica, el enfoque que se sigue al explicar los conceptos de arquitectura de computadores (buses, interfaces, normalizaciones, etc.), es el de buscar siempre la conexión con el mundo que los alumnos conocen mejor y que es su objetivo profesional: la conexión de dispositivos a un sistema digital y la automatización de procesos.

A principio de curso se imparte un seminario voluntario que no está contemplado en el plan de estudios de la asignatura, y que se imparte *gratia docendi*. Su justificación es sencilla: en el momento de implantación del nuevo plan de

estudios (puesto en marcha en el año 1993) la Escuela quiso favorecer la transición de los alumnos del plan antiguo, ofreciendo convalidaciones sin pararse en exceso en los contenidos de las nuevas asignaturas; como resultado, a la mayoría de alumnos del plan viejo se les convalidaron todas las asignaturas del plan nuevo de primer curso, llegando a TECINF sin conocimientos de programación, fundamentales para la realización de las prácticas.

5 Prácticas

Para una titulación especializada en sistemas electrónicos y automáticos resulta del todo imprescindible que el alumno no sólo conozca los conceptos teóricos de los sistemas de automatización, sino que:

- Sea capaz de analizar y comprender sus bases de funcionamiento,
- Tenga capacidad para su diseño, y
- Tenga una destreza suficiente en los aspectos de programación.

Como núcleo de trabajo se ha escogido un sistema microcontrolador de 8 bits, uno de los más utilizados por las empresas del sector. Además se pone a disposición del alumno un sistema abierto, desarrollado en la propia universidad y financiado mediante un *Proyecto de Innovación Educativa*, con toda la información técnica sobre su diseño y programación al alcance de la mano.

Este sistema consta de un microcontrolador, memoria RAM y EPROM, canales de entrada/salida serie (RS/232 y RS/485) y dispositivos expansores de entrada/salida paralela (i8255) mapeados en el espacio de datos de la CPU.

Lo más importante del equipo de prácticas, además de su sencillez de manejo, es la disponibilidad de toda la información concerniente a su diseño y funcionamiento. De esta manera, el alumno puede estudiar el funcionamiento en detalle de un sistema real, el mismo con el que desarrolla las prácticas.

Sobre este sistema el alumno analiza y programa distintos subsistemas de entrada/salida para la conexión de los sensores y actuadores más comunes en la industria: motores de c.c., paso a paso, control analógico por modulación en ancho de pulso, convertidores A/D y D/A, etc.

También se utiliza este sistema para iniciar al alumno en los protocolos básicos de comunicaciones entre distintos sistemas microprocesadores.

Las prácticas planteadas son:

1. Descripción del funcionamiento y uso del sistema de prácticas. Programación de un sencillo sistema de actuadores digitales.
2. Control de motores de c.c. y paso a paso. Control de la velocidad y posición de los motores; uso de motores paso a paso como codificadores de posición.
3. Convertidores D/A y A/D. Control por modulación en ancho de pulso (PWM).
4. Comunicación serie RS-232. Protocolos básicos *stop & wait*. Control de errores y carácter *stuffing*.
5. Comunicación a través del bus I²C. Conexión de tarjetas inteligentes (tarjetas chip) a un sistema microcontrolador.

Las sesiones más complicadas (3, 4 y 5) se distribuyen en más de una sesión cada una para completar los programas especificados, cubriendo así los 1,6 créditos de prácticas previstos en el plan de estudios.

Las sesiones de prácticas son de asistencia obligatoria y se organizan en dos bloques de unos 20 alumnos cada uno. Con un laboratorio de 10 puestos, cada grupo de prácticas está compuesto por dos alumnos. Como se verá en la sección de evaluación, una parte importante de la nota final proviene del trabajo realizado en las prácticas, y el hecho de tener dos alumnos que trabajan juntos y que presentan una memoria común es un problema de difícil solución.

Para resolver esta situación y no depender de equipos externos, en el último curso se ha desarrollado (mediante un proyecto final de carrera dirigido por los autores de este artículo) un sistema emulador de bajo coste que ya ha sido concluido y que ha demostrado su eficacia. Con este sistema esperamos contar en breve con un laboratorio de 20 puestos, cada uno de los cuales constará de: i) ordenador personal, ii) emulador para el desarrollo

de los programas, iii) equipo de prácticas, iv) fuente de alimentación.

6 Evaluación

Dado el reducido número de alumnos en la intensificación (el plan de estudios establece un límite estricto de 45 alumnos), en el proceso de evaluación se añan la evaluación continua (motivación en aula, asistencia y trabajo en las sesiones de prácticas) con métodos de evaluación clásicos (examen de conceptos teóricos y evaluación de memorias de las sesiones de prácticas).

La distribución de la nota se reparte entre un 60% en el examen y un 40% en las memorias de prácticas. La evaluación de las prácticas es rigurosa; a los alumnos se les exige claridad, modularidad y corrección en los programas. Esta nota "base" puede modificarse utilizando los parámetros de evaluación continua: asistencia y motivación en el aula, asistencia y trabajo desarrollado en las sesiones de prácticas, trabajos voluntarios, etc.

La posibilidad de realizar trabajos voluntarios se justifica en la necesidad de permitir al alumno profundizar en un tema concreto de su interés. Estos trabajos se plantean como una iniciación a la carrera profesional del alumno, en los que deben realizar diseños novedosos o sobre algún tema que no han visto en detalle en la carrera. El objetivo es servir de guía en el planteamiento inicial para posteriormente dejar al alumno desarrollar su capacidad personal, manteniendo únicamente contactos puntuales como seguimiento del trabajo.

Dada la elevada ocupación de tiempo entre clases magistrales y sesiones de laboratorio en el último cuatrimestre de la carrera se ofrece como incentivo añadido la posibilidad de que estos trabajos voluntarios puedan servir como punto de partida del Proyecto Final de Carrera, necesario para la obtención del título de ingeniero.

7 Conclusiones

En este apartado se destacan los problemas o deficiencias que presenta el plan de estudios actual desde el punto de vista de esta asignatura. Esta información proviene no sólo de la experiencia docente de los autores sino también de los comentarios y sugerencias de los propios alumnos.

Una vez el plan de estudios se haya estabilizado completamente (el curso 97/98 es el segundo en el que se imparte la asignatura) es de esperar que las deficiencias en los aspectos de programación se vean enormemente aliviadas.

Aparte de este punto concreto, la organización del plan de estudios y específicamente la condensación de asignaturas de la especialidad en los últimos tres cuatrimestres no permite a los alumnos una fácil asimilación de conceptos antes de utilizarlos como base en los siguientes estadios de estudio. La impresión generalizada es que el alumno debe aprenderlo todo en el último año y medio de carrera.

Por otra parte, apenas hay dos asignaturas con conceptos del área de arquitectura de computadores en cuatrimestres previos a TECINF; y en esta asignatura se exigirá al alumno el diseño y programación de subsistemas de entrada/salida o sistemas microcontroladores completos orientados a la automatización de procesos industriales. Esta situación hace especialmente difícil la enseñanza de conceptos fundamentales para la comprensión de cómo funcionan los sistemas basados en microprocesadores. La tendencia es hacia el uso y programación de estos sistemas sin entrar en los detalles de arquitectura que permiten entender cómo y porqué estos sistemas funcionan.

La coordinación de horas de laboratorio entre las muchas asignaturas es una tarea muy difícil, por no decir casi imposible. Como resultado el alumno pasa todo el día entre sesiones de aula y laboratorio, disponiendo de muy poco tiempo de estudio.

Sin embargo, no todos los aspectos son negativos. El reducido número de alumnos en la especialidad hace que el grupo sea manejable. La motivación de los alumnos es, en general, muy buena, de modo que el esfuerzo del docente por paliar las deficiencias del plan de estudios se ve recompensado por un esfuerzo similar por parte de los alumnos.

8 Bibliografía de la asignatura

La bibliografía utilizada en la asignatura se basa fundamentalmente en libros escritos por los profesores de TECINF y de asignaturas afines (como *Periféricos e Interfaces Industriales* de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica

Industrial) para recoger la información que está enormemente dispersa. La lista de libros recomendados está a continuación

"Periféricos e Interfaces Industriales". J. C. Campelo, F. Rodríguez y V. Torres. ISBN 84-7721-474-3. Ed. SPUPV-97.053, 1997.

"Microcontroladores MCS-51: arquitectura y programación". J. C. Campelo, A. Perles y F. Rodríguez. ISBN 84-7721-572-3. Ed. SPUPV-98.927, 1998.

"Control electrónico con el PC". P. Oguic. ISBN 84-283-2238-4. Ed. Paraninfo, 1997.

"Introducción a los microcontroladores. Hardware, software y aplicaciones". J.A. González Vázquez. ISBN 84-7615-803-3. Ed. McGraw-Hill, 1992

"Microcontroladores 8051 y 8052". B. Odant. ISBN 84-283-2188-4. Ed. Paraninfo, 1995.