

La asignatura Periféricos e Interfaces Industriales en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de la Universidad Politécnica de Valencia

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

Resumen:

En este artículo se presenta la asignatura Periféricos e Interfaces Industriales. Ésta pertenece al área de conocimiento de Arquitectura de Computadores y se imparte en el tercer curso de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI) de la Universidad Politécnica de Valencia. Tras la presentación de la misma se analizará el temario que se sigue, tanto desde el punto de vista de la teoría como de prácticas, la forma de evaluación y la problemática de esta asignatura dentro de la titulación.

1. Introducción

En la actualidad la automatización de procesos industriales es un área de gran trabajo e investigación. Es por ello que en una titulación como la de Ingeniería Técnica en Electrónica Industrial, una parte de las asignaturas se preocupen de las aplicaciones de la informática en el ámbito industrial.

En los planes de estudio de la EUITI aparece el concepto de *bloque de intensificación* como un conjunto de asignaturas optativas por las que se decanta el alumno para especializarse en un área concreta. De esta forma, la asignatura Periféricos e Interfaces Industriales (PEIIND) se integra junto con otras en uno de los *Bloques de Intensificación*, concretamente en el denominado bloque de *control*. Este bloque tiene como objetivo primordial la formación de ingenieros técnicos en el marco de la automatización y control de procesos. Por ello, además de toda la teoría de control vista en otras asignaturas, ésta intenta dar una visión de cómo implementar realmente esos sistemas de control basados en un microprocesador.

2. Datos de la asignatura

Según el Plan de Estudios actual (B.O.E de 22 de diciembre de 1992), la asignatura PEIIND,

que se imparte en el sexto cuatrimestre, posee 9 créditos totales (4.5 teóricos + 4.5 prácticos). De estos créditos se ha hecho la siguiente subdivisión:

Lección Magistral (LM):	3.0 créditos
Seminarios (SE)	1.5 créditos
Prácticas de aula (PA) (Problemas)	3.0 créditos
Prácticas de laboratorio (PL)	1.5 créditos

En la práctica, las tres primeras (LM + SE + PA) se imparten en las aulas de la EUITI y distintos seminarios o laboratorios del departamento, y la última (PL) en los laboratorios del departamento.

El número de alumnos en los cuatro últimos cursos (desde que empezó esta asignatura en el plan de estudios) en los que se ha impartido esta materia es aproximadamente igual a 150. Éstos se dividen en dos grupos de aula y seis de laboratorio. Estos grupos de prácticas se organizan en un laboratorio equipado en los últimos años con 10 puestos de trabajo al que le corresponden tres alumnos por puesto.

3. Asignaturas relacionadas con la Informática en el plan de estudios

Dentro de una titulación en electrónica industrial, el número de asignaturas relacionadas con la informática es, como se puede suponer, relativamente escaso. Si nos centramos aún más en el área de Arquitectura y Tecnología de Computadores, encontraremos un número muy bajo de éstas.

Concretamente, en los planes de estudio de electrónica industrial encontramos en primer curso una asignatura denominada *Fundamentos de In-*

formática, en la que explican las nociones básicas de la programación. En segundo curso (cuarto cuatrimestre) se imparte la asignatura *Informática Industrial I*, que tiene como objetivo principal dar a conocer las ideas principales de la aplicación de la informática en el ámbito industrial, concretado en el uso de ordenadores personales.

A continuación, en el primer cuatrimestre del tercer curso, se imparte la asignatura *Informática Industrial II*, que sienta las bases para el desarrollo de sistemas de control y automatización industrial en entornos industriales basados en microcontroladores.

Son estas dos últimas asignaturas las únicas que tiene relación con Periféricos e Interfaces Industriales. De hecho, las tres son impartidas por el mismo Departamento y se engloban dentro del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores.

4. Objetivos de Periféricos e Interfaces Industriales

Los objetivos principales de la asignatura PEIIND se pueden clasificar como:

- Profundizar en los conocimientos básicos adquiridos en las asignaturas Informática Industrial I e Informática Industrial II relativos al desarrollo de sistemas basados en microprocesadores. Concretamente, desde un punto de vista industrial, el microprocesador empleado en estas asignaturas es un *microcontrolador*, elemento de amplia difusión como base constructiva de sistemas de control.
- Profundizar en los conocimientos básicos adquiridos en las asignaturas Informática Industrial I y II sobre el uso de computadores personales (PC's) en el ámbito del control y automatización industrial.
- Conocer cómo funcionan los distintos tipos de periféricos más utilizados en los sistemas industriales, sobre todo aquéllos que se utilizan con microcontroladores.
- Conocer distintas formas de interconectar correctamente los distintos elementos periféricos. Esto nos va a permitir hacer llegar al sistema microprocesador las señales del proceso a

controlar así como generar las señales necesarias hacia los actuadores del proceso.

- Conocer el funcionamiento de los buses más utilizados y difundidos en el mercado.
- Dar a conocer las bases de las comunicaciones en los entornos industriales.

Un último objetivo general sería aquel que fundamenta la existencia de prácticas y que será concretado cuando tratemos los objetivos de las mismas. Se podría enunciar como sigue:

- Adquirir una formación práctica, con ejemplos reales en el laboratorio, en la que se apliquen los conocimientos aprendidos.

5. Programa de la asignatura

En la siguiente tabla podemos apreciar el programa de la asignatura, diferenciando las lecciones teóricas (A), los seminarios que se imparten (S) y las sesiones prácticas de laboratorio (L).

Programa resumido de PEIIND	
Núm.	Nombre del Tema
A1	Introducción a los periféricos e interfaces industriales
A2	Descripción del microcontrolador 8051. Revisión
S1	Programación en C para microcontroladores de la familia i8051. Revisión. Uso de emuladores en el desarrollo de aplicaciones basadas en microcontroladores
L1	Práctica de introducción. Descripción del sistema de prácticas. Compilación, enlazado y emulación de un programa. Juego de led's
L2	Temporizadores e interrupciones en el microcontrolador 8051
A3	Entrada-Salida digital
S2	Interfaz de periféricos i8255
L3	Control de motores: corriente continua, paso a paso. Visualizadores de 7 segmentos
L4	Microinterruptores. Convertidor analógico digital. Control de la velocidad de un motor en función de una tensión externa
A4	Introducción a los buses

A5	Interfaces paralelas. El bus del PC
A6	Interfaces paralelas. El bus Centronics
A7	Bus I ² C
L5	Control de tarjetas <i>chip</i> desde el microcontrolador 8051
A8	Introducción a las comunicaciones
S3	Redes locales industriales. Sistemas distribuidos de control industrial
A9	Comunicación serie
L6	Comunicación serie entre microcontroladores

6. Las prácticas: un aspecto fundamental

Las prácticas de la asignatura PEIIND, como se puede desprender del temario presentado, tienen un marco que continúa con lo que se le ha explicado al alumno en asignaturas previas (básicamente Informática Industrial I y II). Así, en estas asignaturas y la presente se analiza la aplicación de microcontroladores en los sistemas de control y automatización industrial. De todos es conocido el enorme auge que tiene el uso de microcontroladores, desde los más sencillos de 4 bits, pasando por los mayoritarios de 8 bits, los potentes de 16 y los de más altas prestaciones de 32 bits. Creemos, por tanto, que el alumno debe conocer y saber realizar aplicaciones que tengan a uno de los más populares microcontroladores de 8 bits como núcleo de funcionamiento. Esta creencia se fundamenta en la cada vez mayor demanda realizada por empresas del sector de técnicos que sepan desarrollar aplicaciones industriales que tengan como órgano de control un microcontrolador. Por esto en esta asignatura se intentan realizar prácticas que, además de cubrir los aspectos teóricos de la misma, presenten una forma **real** de trabajo para los futuros titulados.

Mientras que en otras asignaturas las prácticas se realizan bien con ayuda de simuladores software de microcontroladores o placas de evaluación de diversos fabricantes, el enfoque de la asignatura PEIIND es acercarse al alumno más a la realidad. En este sentido, las prácticas de la asignatura se realizan con sistemas *reales* y con la ayuda de *emuladores* del microcontrolador. Al contrario que un simulador y de las placas de evaluación, el alumno tiene delante de sí un sistema basado en un 8051 real, que se basa en:

- Placa principal constituida por el 8051, memoria RAM (32 KB), memoria EPROM (64 KB), entrada salida-serie RS-232 y RS-485 y entrada salida paralelo mediante el puerto 1 del microcontrolador.
- Placa de expansión de entrada-salida paralelo, constituida por 2 circuitos 8255 y su lógica de decodificación. De esta forma se dispone de 6 puertos paralelos a los que se conectarán distintos periféricos.
- Pequeñas placas que implementan distintas funciones que se irán describiendo al comentar cada una de las prácticas. Así, disponemos, entre otras, de placas que implementan sencillas tiras de leds, visualizadores de 7 segmentos, convertidores D/A, etapas de potencia de motores de corriente continua y paso a paso, módulos de acceso a tarjetas chip, etcétera.

El uso de emuladores presenta grandes ventajas respecto a otras formas de realizar aplicaciones basadas en microcontroladores. Ahora el alumno no está ante una simulación ni ante una placa de evaluación más o menos cerrada. En este caso, se le explica (en la primera práctica) cómo está formado el sistema. Así, el alumno puede tomarlo como ejemplo en sus propios desarrollos. El emulador, como simplemente substituye al 8051 que se pondría en la realidad, implica que si el programa funciona correctamente en él, cuando se substituya por el componente definitivo no va a haber ningún problema. Esta forma es más cercana a la que se usa en la realidad por las empresas que realizan este tipo de desarrollos.

En este punto también tenemos que indicar que la dotación del laboratorio, que en la actualidad está dotado con 10 puestos de trabajo constituidos por

- ordenador tipo PC/AT
- emulador de microcontrolador 8051
- sistema de prácticas
- fuente de alimentación

ha sido posible gracias a un proyecto PIE (*Proyecto de Innovación Educativa*) concedido a la asignatura para desarrollar equipos de prácticas propios. Efectivamente, los equipos de prácticas descritos basados en el microcontrolador 8051, placas de expansión, placas con distintos periféricos, etcétera, están todos diseñados en la propia universidad (como parte de un proyecto final de

carrera) y se han fabricado en una empresa de circuitos impresos cercana a Valencia. Esta fabricación y diseño propio ha permitido abaratar enormemente el coste frente a equipos externos.

En el último curso, con la idea de no tener ningún material externo a la Universidad, se ha desarrollado un emulador de bajo coste para reemplazar a los utilizados hasta la actualidad. El emulador ya se ha concluido y demostrado su funcionalidad en las prácticas (ha sido realizado en un proyecto final de carrera dirigido por los autores de este artículo) con lo que, en cuanto los que están actualmente en uso presenten algún fallo serán substituidos por los nuevos. De esta forma, no dependeremos de distribuidores externos, asistencia técnica, servicios de reparación y, lo más importante, un coste moderado.

7. Problemática de la asignatura

Destacamos en este apartado los problemas o deficiencias que presenta el plan de estudios actual desde el punto de vista de esta asignatura.

Como hemos mencionado anteriormente, al ser muy pocas las asignaturas relacionadas con el ámbito informático en la titulación, el alumno presenta una serie de deficiencias que hacen difícil la completa consecución de los objetivos previstos de la asignatura. De esta forma observamos dos aspectos a mejorar en las asignaturas previas a la nuestra:

- Conocimiento y destreza en la programación

Aunque el alumnado ha pasado por algunas asignaturas donde le enseñan a programar, la distancia temporal entre las distintas asignaturas que requieren el uso de la programación y la falta de un hábito continuo hace que lleguen a esta asignatura presentando serias deficiencias, que retrasan el correcto avance en los distintos temas al tener que emplear muchas horas en la explicación de código.

- Destreza en el diseño digital

De igual forma, el aprendizaje pero no uso continuado de técnicas de diseño digital hace que se tengan que repasar muchos conceptos básicos que se deberían tener asimilados.

Los aspectos negativos que afectan a esta y otras asignaturas se derivan fundamentalmente de

la puesta en práctica de los nuevos planes de estudio. Sin querer entrar en detalles, y dejando de lado los aspectos positivos que éstos tienen en cuanto a la gran libertad que tiene el alumno para confeccionar su propio currículum y otros aspectos, debemos tener en cuenta algunas consecuencias poco beneficiosas:

- El excesivo número de asignaturas optativas, incluso en el primer curso, dificulta la elaboración de un horario concentrado bien en sesiones de mañana o de tarde. El resultado general es que el alumno pasa gran parte del día en la Escuela o Facultad, lo que restringe las posibles horas dedicadas al estudio en casa, salas de estudio o biblioteca.
- Dado que la mayoría de asignaturas cuentan con horas de laboratorio, es frecuente que se produzcan solapamientos de horario, con lo que al alumno se le plantea el dilema entre asistir a una sesión u otra. Por otro lado, la coordinación de horas de laboratorio entre muchas asignaturas por parte de los profesores es una tarea muy difícil, por no decir casi imposible.
- Cuando un alumno suspende alguna asignatura la coordinación con el resto de asignaturas se hace más problemática. Ya no sólo debe ajustar su horario con asignaturas de un curso sino con asignaturas de cursos diferentes.

Como consecuencias derivadas directamente de los puntos anteriores destacamos dos:

- Son muy pocos los alumnos que utilizan las horas de consultas y tutorías de los profesores. Sólo a pocos días del final este número aumenta de forma desproporcionada.
- En muy contadas excepciones los alumnos consultan la bibliografía recomendada, basando su estudio únicamente en los apuntes y notas tomadas en clase.

Desde otro punto de vista nos encontramos con el siguiente problema: la falta de bibliografía concreta en el campo de la informática industrial. Básicamente la bibliografía existente tiene, o bien un componente informático excesivo, que desde el punto de vista de una ingeniería técnica industrial es excesivo, o bien está bastante alejado de la informática centrándose demasiado en aspectos muy físicos. Lograr encontrar bibliografía enfocada en un punto intermedio entre la informática y la electrónica es, por tanto, complicado. Debido a esto ha

sido necesario confeccionar un libro de la asignatura para aunar los conceptos que, en muchos casos, se obtienen de manuales de fabricantes, hojas de especificaciones, diseños realizados y la bibliografía clásica.

8. Evaluación de la asignatura

En cuanto a la evaluación de la asignatura indicar la realización de un examen final dividido en dos partes. En la primera de ellas, con un peso del 40% de la nota, se realizan una serie de preguntas teóricas sobre los conceptos de la asignatura. La segunda, y más importante, tiene un peso del 60% de la nota final. En esta parte se da a resolver alumno un problema real, es decir, tiene que realizar todo el sistema de control necesario para solucionar el problema: elegir el tipo de procesador, periféricos, circuitos necesarios para la interconexión de los distintos periféricos, etcétera, así como presentar el esquema de la programación a realizar. Creemos que este tipo de examen es un reflejo bastante fidedigno de lo que se va a encontrar el alumno en su vida profesional.

En cualquier caso, además del examen final, el alumno ha de haber realizado las prácticas.

9. Tipos de trabajos prácticos planteados

La falta de tiempo de los alumnos es una constante en los nuevos planes de estudio. Aún así, la propuesta de trabajos prácticos voluntarios puede despertar en el alumno una motivación para el estudio y ampliación de conocimientos en algún aspecto concreto de la asignatura que sea de su agrado. En esta línea se proponen trabajos sobre los siguientes aspectos:

- Documentación histórica sobre la evolución tecnológica
- Desarrollo de los ejemplos analizados en el aula
- Documentación sobre nuevos estándares
- Análisis de nuevos procesadores para control industrial
- Comunicaciones industriales

10. Bibliografía de la asignatura

La lista de libros recomendados en la asignatura se indica a continuación:

- [1] *Periféricos e interfaces industriales*. J.C Campelo, F Rodríguez y V. Torres. Editorial SPUPV. 1997
- [2] *Microcontroladores MCS-51: arquitectura y programación*. J.C. Campelo, A. Perles y F. Rodríguez. Editorial SPUPV. 1998
- [3] *Microcomputer interfacing*. H. Stone. Editorial Addison Wesley 1983.
- [4] *Solucionario del programador para IBM PC/XT y AT*. R. Jourdain. Editorial Anaya. 1988
- [5] *Redes de computadoras*. A. Tanenbaum. Editorial Prentice-Hall. 1996
- [6] *PC Interno: programación de sistemas*. M. Tischer. Editorial Marcombo. 1996
- [7] *Control electrónico con el PC*. P. Oguic. Editorial Paraninfo. 1996