

LA TECNOLOGIA DE COMPUTADORES EN LAS INGENIERIAS INFORMATICAS

Josep Fernández Ruzafa, Antoni Grau

*Dept. de Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial, ESAII
Facultad de Informática de Barcelona FIB
Universidad Politécnica de Catalunya UPC
e-mail: {ruzafa, agrau}@esaii.upc.es*

RESUMEN: En el presente artículo se presenta la docencia que imparte el Departamento de ESAII en la Facultad de Informática de Barcelona en el campo de la Tecnología de Computadores. Se plantean las deficiencias que existen y se proponen soluciones para que todos los alumnos de la FIB tengan unos mínimos conocimientos en Tecnología de los Computadores a partir de la inmediata revisión de los Planes de Estudios.

1. INTRODUCCIÓN.

Desde el año 1960, en que se inicio el uso comercial de los computadores, estamos inmersos en una verdadera revolución digital, que especialmente en los últimos 10 años, esta transformado nuestra sociedad y cambiando nuestra forma de vivir. Un claro indicador de este fenómeno es que muchos de los sistemas que antes eran analógicos, ahora son digitales, por ejemplo:

- El almacenamiento y reproducción de sonido (los CD).
- La telefonía digital (tanto las centrales digitales de teléfonos, como la telefonía móvil GSM)
- El almacenamiento y reproducción de imágenes -cámaras fotográficas digitales- y de secuencias de imágenes (vídeos) -cámaras de vídeo DVD)
- Sistemas automáticos de control y gestión de diferentes elementos de un coche (carburación, sensores, ..)

En todos estos sistemas, su "cerebro" es un circuito basado en dispositivo de lógica digital (circuitos integrados de tipo "dispositivos de lógica programable" un microcontrolador o un sistema basado en un microprocesador y aquellas empresas que no sean capaces de modernizar sus productos están condenadas al fracaso.

En este contexto socioeconómico, es obligación de las Universidades formar técnicos que permitan a nuestro sector industrial seguir la evolución tecnológica. No hemos de ser un país que tan sólo "consume" tecnología, sino ser un país que también "genera" tecnología.

De aquí la necesidad de formar ingenieros capaces de diseñar e implementar sistemas digitales (*hardware*) a medida para dar solución a una aplicación o problema concreto, los llamados sistemas empotrados (*embeded systems*). La tendencia actual, dadas las características de las demandas, es la utilización de sistemas conectables en red (Bus USB, *Can*, *Ethernet*, ...) para

incrementar la modularidad del sistema, facilitar su acceso desde un computador remoto y facilitar la expansión del sistema. De esta forma, cada vez más la complejidad y las prestaciones del sistema están pasando del *hardware* al *software*. De aquí el interés que sean ingenieros en informática, con una amplia base en la tecnología de la programación, los encargados de desarrollar estos sistemas en vez de ingenieros en electrónica, que a pesar de tener una amplia base en electrónica digital, muy a menudo presentan deficiencias en el desarrollo de sistemas basados en microprocesadores y en la tecnología de la programación.

Para que un ingeniero informático pueda desarrollar estas competencias, es necesario ampliar la formación en tecnología de la programación, ingeniería del *software* y arquitectura de computadores con una formación en tecnología de computadores: diseño, implementación de sistemas digitales (en el sentido más amplio: electrónica digital, PLD, FPGA, microcontroladores, sistemas basados en microprocesadores, computadores industriales), y su configuración y/o programación.

1.1. Objetivos de una formación en tecnología de computadores

El objetivo general de una formación de ETIS es dar al alumno una competencia en la construcción, implantación, utilización y mantenimiento de un sistema informático. Dentro del área de TC, el alumno ha de ser capaz de trasladar las mismas destrezas y aptitudes en el ámbito de los sistemas digitales. Este objetivo genérico lo podemos concretar en los siguientes objetivos básicos:

- Comprender los conceptos de la electrónica en general y de la electrónica digital y la microelectrónica en particular.
- Reconocer el proceso de fabricación de circuitos integrados.
- Manejar los instrumentos básicos de un laboratorio de electrónica.
- Usar las herramientas de CAD para el diseño de circuitos electrónicos.
- Diseñar sistemas basados en lógica digital y decidir que tipo de dispositivos utilizar para su implementación.
- Analizar el comportamiento y funcionamiento de un sistema digital.
- Comprender y reconocer los conceptos de periféricos y de interfaz.
- Decidir e integrar que elementos deben formar parte de un sistema que da solución a una aplicación concreta.
- Confeccionar una documentación técnica de un sistema.
- Estar habituado a trabajar en equipo y tener capacidad de comunicación con los clientes y los miembros del equipo.

Una formación de ciclo largo tendrá unos objetivos más amplios y más variados. Dentro de la EI existen varios perfiles o competencias profesionales. Entre ellas podemos identificar claramente la tecnología de computadoras o más ampliamente la informática industrial. El objetivo general de una formación en TC dentro de la EI es dar al alumno una competencia en el diseño y evaluación de sistemas digitales, así como en su construcción, implantación, utilización y mantenimiento. Como se puede ver, únicamente las dos primeras destrezas y conocimientos separan la formación del ETIS de la del EI. Este objetivo genérico lo podemos concretar en los objetivos básicos de la ETIS, más lo siguientes objetivos específicos de la EI:

- Identificar los problemas inherentes de la utilización de un sistema digital en un entorno industrial.

- Desarrollar una especificación del sistema a partir de la información indicada por el cliente y la propia búsqueda de información.
- Diseñar e implementar, tanto el hardware como el software, sistemas basados en microcontroladores o microprocesadores y decidir de que elementos debe estar formado.
- Usar las herramientas de CAD/CAE para el diseño de sistemas digitales: lenguajes de descripción de hardware, entornos de desarrollo para PLD, FPGA, microcontroladores y microprocesadores.
- Juzgar que funciones del sistema han de ser realizadas en hardware o en software.
- Evaluar las diferentes alternativas para la implementación de un sistema, y decidir cual es la más adecuada según los criterios definidos.
- Comprender el funcionamiento y la tecnología asociada a los periféricos multimedia.
- Evaluar y contrastar el comportamiento y funcionamiento de un sistema digital.
- Organizar y dirigir un equipo de trabajo.

Estos objetivos serán conseguidos mediante el trabajo realizado a lo largo de las diferentes asignaturas que forman el perfil TC. Por sus características algunos de estos objetivos serán trabajados más en clases de teoría y problemas, y otros en clases de laboratorio. En los dos próximos capítulos se repasarán que contenidos consideran los autores, que se han de incluir en teórica y en práctica dentro de la formación en TC.

2. LOS CONOCIMIENTOS DENTRO DE LA FORMACIÓN EN TECNOLOGIA DE COMPUTADORES.

Los conocimientos necesarios para alcanzar los objetivos que se han fijado en la ETIS y en la EI están recogidos en la tabla 1.

Comunes a las ETIS y EI	Específicos a la ETIS	Específicos a la EI
Electrónica básica	Test y mantenimiento de sistemas digitales	Lenguajes de Descripción de hardware
Electrónica digital		Diseño de sistemas basados en microcontroladores y microprocesadores
Microelectrónica básica		Sistemas multimedia
Diseño e implementación de circuitos lógicos.		Computadores, periféricos y buses industriales
Análisis de sistemas digitales		
Periféricos y interfaces estándar		

Tabla 1. Conocimientos en las ETIS y EI

3. DOCENCIA EN LA FACULTAD DE INFORMÁTICA DE BARCELONA (FIB)

En la FIB, la docencia relativa a la Tecnología de Computadores siempre ha correspondido al departamento de ESII (Ingeniería de Sistemas, Automática e Informática Industrial), el cual

estuvo presente (bajo el nombre de TC, Tecnología de Computadores) en la fundación de la FIB.

Ya en el inicio de los estudios de la carrera de informática, se vio de forma imprescindible la impartición de materias con contenidos de tecnología, aspecto que da una visión más real a los alumnos sobre cómo se han diseñado y fabricado muchas de las máquinas y dispositivos electrónicos que se usan de forma habitual y cotidiana.

Después de varios cambios en los Planes de Estudios, la configuración que existe hoy en día referente a asignaturas de Tecnología de Computadores en la FIB es el que se muestra en la figura 1.

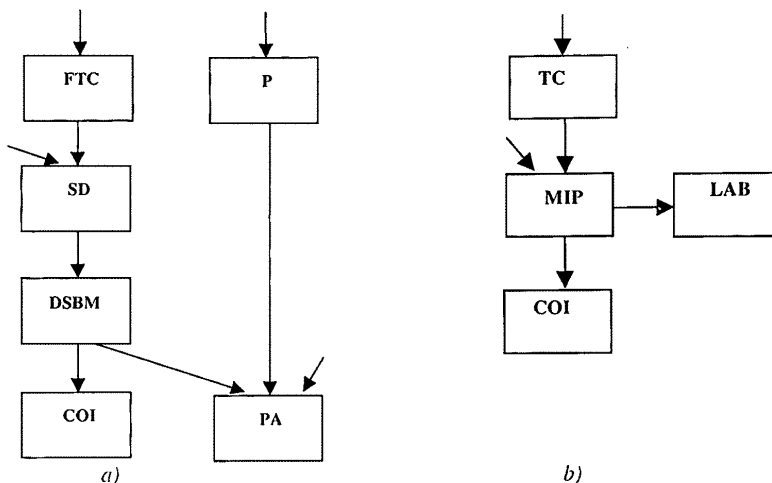


Figura 1. Asignaturas de Tecnología de Computadores en la FIB: a) actualidad; b) propuesta del Departamento de ESAII.

El bloque de asignaturas del departamento de ESAII, correspondientes a Tecnología de Computadores, puede ser cursado a partir del 3er cuatrimestre con el único requisito de haber aprobado la fase de Selección (y con ella Física) y Estructura de Computadores I (EC-I, solo para Periféricos P, PA significa Periféricos Avanzados).

A continuación, detallamos cada asignatura para comprender mejor cuales son los objetivos que se persiguen y su metodología.

Asignatura FTC. Fundamentos Tecnológicos de los Computadores. Asignatura de 6 créditos divididos en 3 cr. de teoría, 1.5 cr. de problemas y 1.5 cr. de laboratorio. El único requisito es Física. Los objetivos docentes son básicamente la adquisición de un nivel básico de conocimientos en el campo de la ingeniería de sistemas informáticos por lo que respecta a *hardware*. A tal efecto se estudian las tecnologías de fabricación de los principales dispositivos de estado sólido, se analizan familias lógicas de uso común para alcanzar una capacidad de análisis de los elementos y sistemas electrónicos de incidencia en el campo de la informática. El temario a grandes rasgos es:

- 1) evolución tecnológica de los ordenadores;
- 2) estado sólido: semiconductores, unión PN, diodos;
- 3) transistores bipolares: efecto transistor, polarización, amplificación, conmutación;

- 4) transistores de efecto campo: transistores JFET, MOS y circuitos;
- 5) circuitos integrados digitales: integración, tecnología de fabricación, principales familias, alta escala de integración, situación actual y perspectivas.

Las clases teóricas se complementan con prácticas de laboratorio con el fin de completar los objetivos de carácter experimental: adiestramiento en la utilización del instrumental de medida habitual asociado a los equipos informáticos así como el conocimiento y familiarización con la tecnología electrónica.

Cada cuatrimestre hay unos 90 alumnos de los cuales 60 son alumnos que cursan la asignatura de forma obligatoria (técnicos de sistemas).

Asignatura SD. Sistemas Digitales. Asignatura de 7.5 créditos. El requisito básico es FTC. Los objetivos docentes son básicamente la adquisición de una base sólida de utilización de funciones lógicas elementales y complejas y el diseño de circuitos combinatoriales y secuenciales. Se introducen las herramientas de descripción y simulación para ayudas al diseño y verificación de sistemas digitales con la máxima eficiencia y fiabilidad.

El temario a grandes rasgos es:

- 1) sistemas digitales: caract. generales, cableado, programable, aplicaciones;
- 2) circuitos SSI y MSI: familias actuales, interfaces y componentes;
- 3) implementación de sistemas lógicos: con SSI, MSI, ROM, PLD;
- 4) circuitos secuenciales básicos: biestables, análisis y diseño de sistemas síncronos y asíncronos;
- 5) circuitos impulsionales: derivadores, retardadores, secuenciadores;
- 6) diseño e implementación de sistemas digitales: selección de tecnología y escala, herramientas CAD de ayuda al diseño. Normas y estándares.

Las clases teóricas se complementan con prácticas de laboratorio donde se utilizaran herramientas informáticas para la implementación de *hardware*. En las prácticas se diseña e implementan sistemas digitales con lógica combinatorial y un sistema secuencial.

Cada cuatrimestre hay unos 30 alumnos cursando la asignatura de forma optativa.

Asignatura DSBM. Diseño de Sistemas basado en Microprocesadores. Asignatura de 9 créditos. El requisito básico es SD. Los objetivos docentes son la presentación de los elementos que forman un sistema microprocesador, su conexionado al bus y la utilización como solución a aplicaciones. También se da una visión descriptiva de los sistemas microprocesadores avanzados y sistemas multiprocesadores.

El temario a grandes rasgos es:

- 1) sistemas digitales programables: microprocesador y microcomputador;
- 2) memoria, E/S: puertos programables, interrupciones, interfaces;
- 3) transferencia de datos: serie, paralelo, estándares, DMA, relojes;
- 4) microcomputadores integrados: arquitecturas, E/S, aplicaciones;
- 5) procesadores especializados y sistemas multimicroprocesador.

Las clases teóricas se complementan con prácticas de laboratorio en las cuales se implementará una aplicación que usa un microcomputador.

Esta asignatura se imparte anualmente con unos 30 alumnos cursando la asignatura de forma optativa.

Asignatura COI. Computadores Industriales. Asignatura de 9 créditos. Los objetivos docentes es el estudio de las características que se requieren en un ordenador para ser implantado en un entorno industrial. Se aprenden a diseñar tarjetas con interficies para compatibilizar buses y adaptarse a las necesidades industriales.

El temario a grandes rasgos es:

- 1) requerimientos de la industria: tiempo real, autómatas, concepto de bus;
- 2) entorno industrial: ruido, acoplamiento, inmunidad, aislamiento, ejemplos de diseño;
- 3) interficies: adquisición de datos, control de potencia, E/S, monitorización
- 4) configuración del ordenador industrial: especificaciones de un diseño, sistemas operativos en tiempo real, selección del bus, memoria.

Esta asignatura tiene un alto contenido de sesiones de laboratorio para implementar un sistema microprocesador industrial completo. Esta asignatura se imparte anualmente con unos 20 alumnos cursando la asignatura de forma optativa.

Ninguna de las asignaturas de Tecnología de Computadores, las cuales configuran el perfil de Informática Industrial, son obligatorias en la titulación de Ingeniería en Informática, hecho más que sorprendente. Solamente hay dos asignaturas (FTC y P) que son obligatorias en la titulación de Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, no siéndolo entre otras ni Sistemas Digitales ni DSBM, aspecto que vuelve a sorprender.

4. PROPUESTA DE MEJORA EN LOS CONOCIMIENTOS A IMPARTIR

Después de la presentación del estado actual y sus deficiencias, creemos que los alumnos han de tener un mayor grado de conocimiento de Tecnología de Computadores mediante una reforma del Plan de Estudios. En la figura 1.b) se propone un nuevo esquema fundiendo las asignaturas actuales y actualizando los temarios. La asignatura TC (Tecnología de Computadores) es la fusión de FTC y SD, mientras que MIP (Microprocesadores y Periféricos) es la mezcla de DSBM y P. Se crea una asignatura específica de laboratorio [JEN98].

La FIB reconoce un perfil (competencia profesional) en Informática Industrial [GUI99, pág. 21] pero no se expide ningún documento acreditativo ni certificado. Desde el departamento de ESAIL venimos pidiendo a la FIB y a su decano como máximo representante, que se reconozca que la Tecnología de Computadores es una área de merecido aprendizaje por parte de cualquier ingeniero superior informático. Este reconocimiento lo exigimos de 2 formas:

- paso de optatividad a obligatoriedad en la ingeniería superior de las asignaturas de nueva creación TC (Tecnología de Computadores) y MIP (microprocesadores y Periféricos).
- reconocimiento explícito (con acreditación) del perfil de Ingeniero en Informática Industrial. Este perfil está siendo reclamado también desde amplios sectores de la industria tecnológica en Catalunya.

En estos momentos se está llevando a cabo una reforma de los Planes de Estudio en la FIB y creemos que es el mejor momento (y el marco indicado) para “arreglar este error histórico” y crear el perfil en II con asignaturas obligatorias para los titulados superiores.

REFERENCIAS

- [GUI99] Guía Docente de la Facultad de Informática de Barcelona, Universidad Politécnica de Catalunya, curso 99-00.
- [JEN98] Casals, A., Martínez, A.B. y Grau A., “La Formación en Informática Industrial”, JENUI’98, Andorra, Julio, 1998, p. 230-235.