

La Incorporación de los Nuevos Planes de Estudio de Ingeniería Informática. Visión Particular de la Asignatura Fundamentos Tecnológicos de los Computadores (FTC)

M.L. Rico Soliveres , S.A. Cuenca Asensi
Departamento de Tecnología Informática y Computación
Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante
Tef: (96) 590 36 81 Fax: (96) 590 36 81
e-mail: sergio@dtic.ua.es y rico@dtic.ua.es

RESUMEN.- Presentamos el trabajo desarrollado alrededor de la asignatura Fundamentos Tecnológicos de los Computadores (FTC) con unas características particulares en las titulaciones de Informática, con el objetivo de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Pensamos que la introducción de los Nuevos Planes de Estudio es el marco ideal para realizar cualquier renovación de la docencia en vías de mejorar su calidad. Sirve también este trabajo como reflexión de las implicaciones producidas por la incorporación de los Nuevos Planes, planteando la problemática particular que se ha producido en nuestra universidad para la asignatura en estudio.

1. INTRODUCCION

Ante la introducción de los nuevos planes de estudio en las titulaciones de informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Alicante, nos hemos propuesto realizar una revisión curricular y metodológica en una de las asignaturas que conforma el nuevo plan, con el fin de adaptar su contenido a los nuevos estudios y mejorar la calidad de aprendizaje. La incorporación de los nuevos planes de estudio ha planteado unos cambios en la forma tradicional de impartir la docencia. Entre ellos podríamos destacar el carácter semestral de las asignaturas, el alto grado de clases prácticas y la gran cantidad de asignaturas optativas ofertadas. Estos aspectos van a marcar en gran medida muchos de los aspectos que conforman el proceso enseñanza-aprendizaje y van a influir en la configuración de los contenidos de las distintas asignaturas que se imparten y en el método de transmitir los conocimientos.

Nuestra propuesta se centra en la asignatura Fundamentos Tecnológicos de los Computadores (FTC), troncal en los estudios de II¹, ITIG e ITIS [1] [2] [3]. Los objetivos que perseguimos con esta renovación de la docencia son:

- Mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje con la incorporación de nuevas tecnologías educativas (simuladores software, internet,...)
- Utilizar estas nuevas tecnologías, además de para acelerar el aprendizaje, como motivación para el alumno
- Mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos al introducir el factor de interrelación con otras asignaturas en la fase formativa

¹ II Ingeniería Informática, ITIG ITIS Ingeniería técnica en informática de Gestión y Sistemas respectivamente

- Formar al alumno en la realidad laboral incorporando herramientas de simulación utilizadas ampliamente por profesionales
- Integrar los conocimientos teóricos en el modelo personal de instrucción
- Elaborar un modelo de enseñanza vertical, de tal forma que la instrucción posterior se vaya asentando sobre unos conocimientos básicos totalmente asimilados por los alumnos.

Para lograr la consecución de todos estos objetivos, hemos basado nuestro estudio en dos aspectos, el diseño de los nuevos contenidos de la asignatura y el planteamiento de la metodología a utilizar. Para ello se ha enmarcado la asignatura en el contexto de los Nuevos Planes de Estudio y las características de las titulaciones donde se va a cursar, se ha estudiado las interrelaciones con otras asignaturas del nuevo plan y se ha hecho hincapié en la problemática particular de la asignatura. A partir de los datos obtenidos, se han configurado las líneas maestras a seguir en la elección de los contenidos y se han establecido los requisitos mínimos que han cubrir y los objetivos que perseguimos con su impartición. Junto a todo esto hemos tenido presente que con los Nuevos Planes carece de sentido una metodología centrada exclusivamente en la lección magistral. Con la inclusión del alto porcentaje de clases prácticas se ha de buscar una combinación metodológica que despierte en el alumno su sentido crítico y le ayude en la mejora de su receptividad. Se han establecido los métodos de docencia a seguir justificando en cada caso su utilización.

2. LAS ASIGNATURAS DE TECNOLOGIA EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE LAS UNIVERSIDADES ESPAÑOLAS

Antes de diseñar el proyecto curricular para la nueva asignatura conviene echar un vistazo a las asignaturas afines que se enmarcan dentro de los planes de estudio de otras universidades significativas. En la totalidad de estas existe consenso a la hora de dedicar al menos una asignatura a los fundamentos tecnológicos, las diferencias surgen en tres aspectos: número de asignaturas tecnológicas obligatorias, carga docente asignada, curso en el que se imparten. En cuanto a la primera cuestión las opciones van desde la asignatura única (UP Cataluña, UP Valencia, UA Madrid y U Alicante) hasta varias asignaturas dedicadas (UP Madrid, U Zaragoza, U Granada). La asignación de créditos también presenta dos tendencias; la primera alista donde la carga docente oscila entre los 12cred. (6+6) de la UP de Madrid hasta los 9cred. (repartidos en dos asignaturas) en la U de Zaragoza. La segunda más moderada de 6cred. como es el caso que nos ocupa en la U. de Alicante, (también en la UP Valencia). Por último los planes de estudio se dividen al 50% en cuanto al curso en el que se imparten este tipo de asignaturas, 1º ó 2º.

A modo de conclusión podemos decir que en la mayoría de las universidades se cuenta con un número de créditos superior a 7 o bien se dispone de una segunda asignatura que completa los contenidos de fundamentos tecnológicos, mientras que sólo en casos concretos como es el de la U. de Alicante la asignatura es única y los créditos menos de 6.

3. FTC EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA U. DE ALICANTE

En los nuevos planes de estudio de la UA la asignatura de FTC es troncal y de duración cuatrimestral, como ya hemos mencionado tiene asignada una carga docente de 6 créditos, 3teóricos y 3 prácticos, lo que se traduce en 2 horas semanales para cada apartado (teoría y laboratorio). A la hora de establecer los contenidos y objetivos de la asignatura debemos tener en cuenta varias circunstancias que plantean la necesidad de nuevos enfoques

lejos de lo que han venido siendo las asignaturas tradicionales de corte Tecnológico/Electrónico:

- Por un lado el hecho de ser FTC la única asignatura obligatoria de cariz electrónico, supone el que en ella se deban sentar las bases para las posteriores asignaturas de carácter Tecnológico/Arquitectura. Parece pues lo más apropiado plantear los objetivos en términos de estudio de familias lógicas y electrónica digital más que en un conocimiento exhaustivo de componentes y sus aplicaciones del tipo analógico.
- Por otro lado el enfoque eminentemente práctico de los nuevos planes de estudio, así como la carga lectiva de la asignatura, unido a la duración cuatrimestral de la misma limita en gran medida los contenidos y el grado de profundidad que es posible alcanzar, acentuando el carácter aplicado de la asignatura. La asignación de créditos de teoría que se traduce en 2 horas semanales (30 horas totales), es a todas luces insuficiente si se quiere abordar con garantías los objetivos mínimos de la asignatura. Es por tanto necesario hacer un esfuerzo en el sentido de adaptar los contenidos electrónicos tradicionales para llegar a un equilibrio entre la profundidad y el grado de aplicabilidad. En este sentido se ha eliminado el estudio de los modelos para pequeña señal y el análisis en frecuencia de los dispositivos y circuitos. Del mismo modo se realiza la aproximación a las tecnologías prescindiendo, en lo posible, de las justificaciones puramente físicas.
- Además nos encontramos con una asignatura que presenta un excesivo número de alumnos (alrededor de 900 organizados en 5 grupos de teoría y 23 grupos de prácticas) lo cual presenta graves problemas de organización y coordinación, colaborando en la asignatura 3 profesores de teoría y 7 de laboratorio. Es por tanto imprescindible para la buena marcha de la asignatura que los objetivos y los contenidos estén perfectamente delimitados. Se añade a esto la escasez de recursos materiales a la hora de organizar las sesiones de laboratorio, por lo que para evitar, en la medida de lo posible, la disminución de la calidad docente se han aumentado el número de sesiones prácticas, y se ha dedicado especial interés en la preparación de estas.
- Por último cabe resaltar el esfuerzo adicional que por parte de los alumnos, de primer año en su mayoría, supone el hecho de enfrentarse a una materia totalmente novedosa, donde los métodos y planteamientos se hallan muy lejos de parecerse a lo que están acostumbrados. El hecho se hace más patente en los alumnos de I.T.I.Gestión, ya que estos no cursan la asignatura de Fundamentos Físicos de la Informática. Se añade a esto el vacío que hasta hace muy poco tiempo ha venido existiendo en cuanto a libros de texto apropiados, siendo estos en la mayoría de los casos, o muy técnicos o con un enfoque demasiado amplio más propio de estudios de ingeniería electrónica y similares. En este sentido considero de particular interés todos aquellos apoyos didácticos que faciliten y aceleren la comprensión y asimilación de los contenidos, como pueden ser seminarios sobre contenidos básicos (teoría de circuitos, componentes pasivos básicos...), la elaboración de unos apuntes adaptados a la asignatura, la utilización de simuladores electrónicos para la resolución de problemas empleando modelos ideales de los dispositivos, etc...

3.1 Diseño curricular

Todos los aspectos anteriormente tratados confieren a esta asignatura de un rasgo singular dentro del gran abanico de universidades españolas, requiriendo por nuestra parte un gran esfuerzo para conseguir dotar a los alumnos de un conocimientos básicos sobre la materia que les sirvan de base para la captación gradual de nuevos conceptos a lo largo de sus estudios, independientemente de la titulación que estén cursando.

En resumen, se pretenden tres grandes líneas de actuación:

1. **Desarrollar habilidades;** sobre todo de análisis, pero también a nivel de diseño.
2. **Desarrollar actitudes críticas;** tanto a la hora de enfrentarse a un problema como a la hora de evaluar las prestaciones y desventajas de un diseño.
3. **Proveer al alumno de conocimientos necesarios** para desenvolverse en el área de las tecnologías actuales.

TEMA	CONTENIDOS
I. Introducción (1.5 h)	Unidad 1.1 Génesis histórica de la tecnología de computadores Unidad 1.2 Materiales Semiconductores. Constitución de la materia. Modelo de Bandas de energía. Conducción en los materiales semiconductores Unidad 1.3 La unión P-N. La unión P-N en equilibrio. La unión P-N fuera del equilibrio térmico. Corrientes.
II. Diodos Semicond. (4.5 h)	Unidad 2.1 Curvas características y modelos. Característica tensión-corriente del diodo. Especificaciones fundamentales. Aproximaciones lineales. Circuitos equivalentes.Técnicas de análisis de circuitos con diodos. Circuitos rectificadores. Circuitos recortadores Unidad 2.2 El diodo en conmutación. Curvas experimentales del diodo en conmutación. Tiempos de respuesta. Ampliación del modelo. Capacidades asociadas a las uniones. Implementación de funciones lógicas básicas. Matrices de diodos Unidad 2.3 Diodos especiales. El diodo zener. Curva característica. Especificaciones fundamentales. Aplicaciones: Circuito recortador, regulador. El diodo electroluminiscente LED. Aplicaciones. El diodo Schottky
III. El Transistor Bipolar (6 h.)	Unidad 3.1 Estructura y formas de funcionamiento. Estructura interna del transistor. Justificación física del modo de funcionamiento normal. Corrientes. Deducción de la ecuación de corrientes en zona activa. Efecto de amplificación Unidad 3.2 Curvas características. Polarización. Curvas características. Zonas de funcionamiento. Modelo aproximado, circuitos equivalentes. Especificaciones fundamentales. Polarización del transistor. Análisis de circuitos básicos.Aplicaciones: excitador de diodo LED, configuración Darlington Unidad 3.3 El transistor bipolar en conmutación. Curvas experimentales del transistor en conmutación. Tiempos de respuesta. Ampliación del modelo.Estudio de la puerta inversora con carga capacitiva. El transistor Schottky. Función de transferencia del circuito inversor. Implementación funciones lógicas básicas
IV. El Transistor de efecto de campo MOS (4 h.)	Unidad 4.1 Estructura interna y formas de funcionamiento. Estructura y funcionamiento del MOS. Acumulación y depleción Unidad 4.2 Curvas características. Polarización. Curvas características. Zonas de funcionamiento. Modelo aproximado, circuitos equivalentes. Especificaciones fundamentales. Polarización del transistor MOS. Análisis de circuitos básicos Unidad 4.3 El transistor MOS en conmutación. Inversor con carga pasiva.El transistor MOS como carga activa. Inversor con carga activa Función de transferencia del inversor.
V. Caracterís. generales de las Familias Lógicas (1.5 h)	Unidad 5.1 Características estáticas. Características de transferencia. Características de entrada y salida. Márgenes de ruido en continua. Disipación de potencia Unidad 5.2 Características dinámicas. Tiempos de propagación, retardo y transición Frecuencia máxima de funcionamiento. Disipación de potencia en conmutación Unidad 5.3 Otras características importantes. Elección de los niveles lógicos.Producto consumo-tiempo de propagación.Flexibilidad lógica.
VI. Familias Bipolares (6 h.)	Unidad 6.1 Familias históricas. DCTL, RTL,DTL Unidad 6.2 Familia lógica transistor-transistor . Puerta TTL básica. El transistor multiemisor. Estudio de la puerta básica TTL estándar (serie 54/74).Etapas de salida. Salida en colector abierto. Salida triestado. Características funcionales de la familia TTL estándar.Subfamilias TTL. Unidad 6.3 Otras familias bipolares importantes. ECL.Análisis de la puerta ECL

	estándar (serie 10K). Ventajas y limitaciones. III. Análisis de la puerta básica III. Ventajas y limitaciones
VII. Familias MOS (4 h.)	Unidad 7.1 Familias nMOS y pMOS. Puertas básicas nMOS y pMOS. Funcionamiento. Ventajas e inconvenientes de cada tecnología. Modelo simplificado para el análisis de circuitos MOS. Puerta NOR. Puerta NAND. Puerta de transmisión. Unidad 7.2 Familia CMOS. Puerta básica CMOS. Funcionamiento. Características funcionales de la familia CMOS serie 4000. Circuitos lógicos CMOS: NAND, NOR, puerta con salida triestado, puerta de transmisión. Subfamilias CMOS Unidad 7.3 Comparación entre familias. Tablas resumen comparativas. Comparación respecto a las características estáticas. Comparación respecto a las características dinámicas. Producto potencia-retardo de propagación.
VIII. Interfaces, Memorias y circuitos VLSI (2.5 h)	Unidad 8.1 Compatibilidad entre familias. Condiciones de compatibilidad entre familias. Interfaces entre familias lógicas. Interface CMOS/TTL. Interface NMOS/TTL. Interface NMOS/CMOS. Interconexión con ECL. Circuitos integrados adaptadores de nivel Unidad 8.2 Memorias y circuitos VLSI. Células básicas de memoria. memorias de sólo lectura: ROM, PROM, EPROM. memorias de acceso aleatorio: DRAM, SRAM. Circuitos LSI y VLSI. Matrices de puertas. Células estándar. Arrays programables. Microprocesadores y microcomputadores

Tabla 1.- Contenidos y temporización de la asignatura

Las prácticas en la asignatura de Fundamentos constituyen el 50% de la carga docente, son por tanto una parte fundamental en el desarrollo de los contenidos; las sesiones de prácticas van a ser un tiempo dedicado, no sólo al refuerzo de los conceptos estudiados, sino también al aprendizaje de nuevos métodos y herramientas de trabajo así como de contenidos que por su naturaleza no pueden ser tratados con toda la amplitud y profundidad durante las clases puramente teóricas.

De nuevo aparecen tres grandes líneas de actuación:

1. **Reforzar y completar** conocimientos.
2. **Desarrollar habilidades** y aprender nuevos métodos y técnicas para trabajar en el laboratorio, tanto en implementación como en simulación.
3. **Revisar** la tecnología e instrumentación básica disponible en la actualidad.

PRACTICAS	SESIONES
Instrumentación electrónica básica	I. Circuitos con componente pasivos II. Instrumentación para señal alterna. Carga y descarga del condensador.
Introducción a la simulación electrónica	III. Introducción al programa PSPICE
Estudio de los diodos semiconductores	IV. Curvas de transferencia de circuitos con diodos V. Diodos especiales VI. El diodo en conmutación. Simulación
Estudio del transistor bipolar	VII. Polarización VIII. El transistor bipolar en conmutación. Simulación
Tecnologías de circuitos digitales integrados I	IX. Familias discretas X. Familia lógica TTL XI. Simulación de la familia lógica no saturante ECL
Tecnologías de circuitos digitales integrados II	XII. Familias lógicas MOS XIII. Estudio detallado de la familia CMOS XIV. Memorias MOS. Simulación de una RAM estática

Tabla 2.- Sesiones prácticas

3.2 Metodología

La segunda línea de actuación que proponemos se refiere al método utilizado para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje, y con ello proponemos una combinatoria metodológica que comparta lecciones magistrales, discusión en grupos, y enseñanza programada. Para ello ha sido necesario un estudio cuidadoso de la interrelación de los métodos a utilizar y los contenidos de las enseñanzas. Debido al carácter técnico del área de formación, se han establecido unos objetivos concretos a conseguir con cada método aplicado y con la materia a tratar, delimitando cuidadosamente los distintos niveles de profundización que esperamos que los alumnos adquieran en el aprendizaje de la tecnología de los computadores.

3.2.1 Lección magistral

La lección magistral es un método de enseñanza sobre el que se han vertido muchas y acertadas críticas (pasividad por parte del alumno, imposibilidad de feedback,...). Igualmente se le conceden algunas ventajas que no podemos despreciar y que resultan de gran utilidad en una asignatura de primer curso con pocos créditos teóricos: selección y exposición ordenada de los elementos a tratar, ahorro de tiempo al profesor en la transmisión de conocimientos y al estudiante en la búsqueda y depuración de estos, visión unificadora e integradora de los contenidos, etc.. [4] [5]. Para lograr un mejor aprendizaje de los conceptos adquiridos y para favorecer el espíritu crítico de los estudiantes, las lecciones magistrales se enfocan de manera que cada cierto tiempo se puedan introducir en ellas momentos de discusión. Esto sirve para desarrollar y profundizar en los conceptos explicados al facilitar que los alumnos analicen unos problemas, encuentren soluciones y puedan desarrollar generalizaciones.

En aras de una mayor efectividad y con el fin de evitar que el alumno tome apuntes en clase se le facilita de una copia escrita de las lecciones. Estos apuntes son de gran valor para el mejor aprendizaje de los alumnos, pero no se pretende que reemplacen la bibliografía existente ni las lecciones magistrales, por si solo estos apuntes son insuficientes. Con ellos además se favorece el feedback al tener los alumnos y el profesor una base común sobre la que confrontar las dudas surgidas, ayudando por tanto a que se realice una mejor comunicación y permitiendo al profesor conocer la efectividad de sus enseñanzas. Junto con estas copias escritas se le proporciona al alumno una serie de ejercicios de autoevaluación que les sirve para conocer el estado de su aprendizaje y el aprovechamiento de las asignaturas.

3.2.2 Las prácticas

Cada unidad didáctica de laboratorio constará de varias sesiones de dos horas (Tabla 2). En función de la actividad a desarrollar en las sesiones de prácticas podemos dividirlas en dos apartados [9]:

a) **Sesiones de implementación:** en las que se realizarán montajes sencillos de circuitos ya estudiados o bien propuestos como ejercicios. Para el ensamblaje y verificación de estos circuitos se empleará la instrumentación electrónica básica, osciloscopio, multímetro, generador de señal y fuente de alimentación.

b) **Sesiones de simulación:** como herramienta de simulación se ha elegido el software de la compañía Microsim, PSPICE v6.0 disponible en su versión de evaluación. Varias han sido las razones que han llevado a considerar este simulador. Primero: a pesar del grado de complejidad y precisión que se puede alcanzar empleando este programa, su manejo mediante entorno windows y el tipo de análisis a realizar (la mayoría de los casos análisis transitorios y análisis en continua) facilita y acelera en gran medida su aprendizaje por

parte de los alumnos [6] [7] [8]. Segundo: se trata de una herramienta ampliamente aceptada y profusamente utilizada en el mundo laboral. Tercero: SPICE es el programa que se utilizará en el resto de asignaturas de carácter tecnológico, como son Diseño de sistemas digitales, Diseño de circuitos asistido por computador y Diseño de sistemas basados en microprocesador. Estas prácticas se perfilan pues, como una primera introducción al manejo del simulador.

Las prácticas se diseñan para ser desarrolladas en grupos de discusión libre en combinación con una enseñanza programada [5] [6]. El alumno dispone de un cuadernillo que dirige el trabajo de laboratorio, presentando una serie de cuestiones que permiten entender mejor y dar una visión práctica de lo tratado en teoría. Al conocer la materia sobre la que están trabajando se favorece la discusión de los grupos de alumnos al enfrentarse a un problema y tener que buscar la solución apropiada. La tarea del profesor es meramente orientativa, dirige y supervisa el trabajo realizado por cada grupo, evitando caer en una tutela excesiva que restrinja el aprovechamiento de las mismas. Las prácticas se corrigen durante la sesión, de esta forma los alumnos pueden confrontar sus posibles soluciones con la proporcionada por el profesor. El estudiante aprende por medio de tres actividades, primero al realizar el trabajo, segundo al observar los errores cometidos y defender los puntos de vista que considere acertados ante el profesor y tercero al repasar el trabajo completo y corregido por el profesor. Este tipo de prácticas son eficaces cuando el trabajo del grupo es paralelo al trabajo personal, pero dado que son prácticas semanales de dos horas de duración y de asistencia obligatoria, el alumno debe esforzarse pues en todas las sesiones el profesor entablará con ellos una discusión sobre el tema en estudio.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] Boletín Oficial del Estado, núm. 37, viernes 12 de febrero de 1993, pp. 4479-4489
- [2] Boletín Oficial del Estado, núm. 37, viernes 12 de febrero de 1993, pp. 4468-4478
- [3] Boletín Oficial del Estado, núm. 18, jueves 21 de enero de 1993, pp. 1566-1578
- [4] Pujol J., Fons J.L. "Los métodos en la enseñanza universitaria" Ediciones Universidad de Navarra. Pamplona, 1981.
- [5] Vázquez G. "Técnicas de trabajo en la universidad" Ediciones Universidad de Navarra. Pamplona, 1975.
- [6] Benitez D., Trujillo A. "Empleo de unidades didácticas para la enseñanza de la electrónica en las carreras de Informática". TAAE'94
- [7] Carpeño A., López S., Arriaga J. "PSPICE como complemento a una formación básica en electrónica". TAAE'94
- [8] Celma S., Martínez P., Gutierrez I. "SPICE una visión crítica". TAAE'94
- [9] Mora F.J., Millet J., Tormos A., García H. "Integración Hardware-Software en el laboratorio". TAAE'94