

LAS ASIGNATURAS DE ARQUITECTURA DE COMPUTADORES EN LA TITULACIÓN DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACIÓN.

Miguel A. Mateo Pla¹, Julio Pons Terol¹

¹*Departamento de Informática de Sistemas y Computadores (DISCA)*
e-mail: {mimateo, jpons}@disca.upv.es

RESUMEN: La implantación de los planes de estudio de 1996 en la titulación de Ingenieros de Telecomunicación alcanzó en el curso 1999/2000 el 7º y 8º cuatrimestre (4º curso). Como consecuencia se han impartido por primera vez las asignaturas de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos I y II (ACSO1 y ACSO2).

En este artículo se presenta el trabajo realizado durante este primer año de docencia. Partimos de los objetivos y el plan de docencia planteado en septiembre de 1999, desarrollándose a continuación la historia del curso, con los problemas y satisfacciones observados por los profesores.

1.- INTRODUCCIÓN.

En el curso 1999-2000 se han impartido, por primera vez, los cuatrimestres séptimo y octavo, correspondientes a cuarto curso, del plan de estudios de 1996 de la titulación de Ingenieros de Telecomunicación en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación (ETSIT) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV).

En cuarto curso, pero en el plan de estudios de 1990, se impartía la asignatura de Arquitectura de Computadores y Sistemas Operativos, una asignatura de 10 créditos, distribuidos en 7,5 de teoría y 2,5 de prácticas, impartidos en 25 semanas de clase.

En el plan del 96 no existen asignaturas anuales por lo que en principio la asignatura se divide en dos ACSO1 y ACSO2. Los profesores de la anterior asignatura son los encargados de poner en marcha estas nuevas asignaturas, barajándose dos posibilidades: dividir el temario de la asignatura anterior o aprovechar el cambio de plan para modificar tanto el temario como las prácticas. Con la experiencia obtenida en los años de docencia en ACSO, los profesores optan por esta segunda opción.

Tomando como punto de partida del presente artículo el momento en que se toma esta decisión, se describe el entorno de la asignatura, los objetivos que se persiguen en las nuevas asignaturas, el desarrollo de los mismos y las conclusiones obtenidas tras la finalización del curso.

2.- DATOS DE LAS ASIGNATURAS

Las asignaturas ACSO1 y ACSO2 tienen una carga de 4,5 créditos cada una de ellas. Estos créditos se reparten en 2 de teoría, 1 de problemas de aula y 1,5 créditos de prácticas.

Los semestres docentes se suponen de 15 semanas en la UPV, lo que significa que un alumno recibe cada semana 2 horas de docencia en aula y 1 hora de laboratorio.

Según esa distribución los alumnos dispondrían de 15 sesiones de prácticas de 1 hora, pero esta duración parece poco apropiada para una sesión de prácticas. Por este motivo se acuerda distribuir las horas de prácticas en 7 sesiones de 2 horas, equivalente para los alumnos a una sesión cada 15 días. Se reserva una sesión adicional para recuperaciones y evaluaciones.

Los alumnos que se matriculan de las asignaturas han podido cursar las siguientes asignaturas:

- Programación. Troncal de semestre 1. Asignatura que se centra en los fundamentos de la programación en Pascal y C.
- Fundamentos de computadores. Troncal de semestre 2. Introducción al HW de un computador.
- Introducción a los ordenadores personales. Optativa de semestre 2. Conceptos medios y avanzados de la programación a bajo nivel de computadores personales con MS-DOS.
- Sistemas electrónicos digitales. Troncal de semestre 5. Estudio de un sistema microprocesador con especial énfasis en la entrada salida. Utilización del ensamblador de Motorola 68000 en la programación de dispositivos.
- Programación Avanzada. Optativa de semestre 6. Programación de aplicaciones en Internet basándose en lenguaje Java.

Aunque los alumnos conocen parte de las unidades funcionales del computador, desconocen en gran medida como funciona la CPU y posibles formas de mejorar las prestaciones de un computador.

Así mismo, los alumnos tienen un desconocimiento casi completo sobre Sistemas Operativos, y las implicaciones de la arquitectura del computador y la estructura del procesador en el diseño de los mismos.

3.- OBJETIVOS DE LAS ASIGNATURAS.

Los objetivos generales que se desean cubrir entre las dos asignaturas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Completar los conocimientos sobre la estructura y funcionamiento de los computadores adquiridos en asignaturas de cursos anteriores.
- Definir el concepto moderno de arquitectura y distinguir los parámetros que influyen sobre las prestaciones de la misma.
- Enumerar los aspectos fundamentales del juego de instrucciones de un computador.
- Comprender las técnicas de segmentación y aplicarlas a la unidad de instrucción del computador. Comprender y aplicar las técnicas de gestión dinámica de instrucciones para alcanzar altas prestaciones.
- Conocer y comprender la arquitectura de los computadores superescalares y de los supercomputadores actuales.
- Conocer y comprender la visión de usuario y la de programador de los sistemas operativos y su integración con la arquitectura de computadores.

- Distinguir los niveles de utilización de un sistema operativo.
- Describir el funcionamiento de componentes fundamentales de un sistema operativo.
- Conocer, comprender y utilizar las llamadas al sistema de UNIX.
- Conocer, comprender y saber resolver el problema de la sincronización de procesos concurrentes.
- Conocer y evaluar algoritmos de planificación de procesos, tanto de propósito general como de tiempo real.
- Conocer y comprender las funciones de la gestión de memoria.
- Conocer y comprender la organización y la programación de los sistemas de entrada/salida, centrándose en los sistemas de ficheros.
- Enumerar los requisitos de una aplicación en tiempo real.
- Conocer el concepto de redes de estaciones de trabajo, siendo capaces de utilizarlas para la resolución de problemas sencillos.

La distribución de estos objetivos entre las dos asignaturas se realiza de forma que ACSO1 reúna todos aquellos relacionados con la estructura del computador y los temas generales de introducción. ACSO2 se centra en los objetivos relacionados con los sistemas operativos y los conceptos avanzados con mayor relación con ellos (sistemas de tiempo real y redes de estaciones de trabajo). Esta división permite realizar una planificación temporal en la que al alumno se le presentan los conceptos relacionados entre sí en una secuencial temporal lógica.

Los objetivos no se pueden alcanzar sin la realización de prácticas adecuadas. Este hecho hace que las prácticas adquieran una especial significación. Las prácticas preparadas para las asignaturas las podemos clasificar en dos tipos, según se orienten a:

- Afianzar conceptos. El alumno compara resultados obtenidos en prácticas con los conceptos introducidos en las clases teóricas.
- Adquirir habilidades. El alumno consigue nuevas habilidades que le preparan en su desarrollo profesional.

Más de la mitad de las prácticas impartidas en el curso han sido preparadas especialmente para estas asignaturas. De la desaparecida ACSO se recuperan aquellas prácticas que se actualizaron en los dos últimos años de docencia y que han tenido unos resultados claramente satisfactorios.

4.- ACSO1.

En esta asignatura se da un mayor peso a la parte correspondiente a la arquitectura del computador. Se trata de conectar los conceptos de la arquitectura de computadores con los de sistemas operativos, aunque estos últimos ocupan algo de un 10% del tiempo de teoría.

Esta distribución cambia en prácticas, en las que se utiliza en torno al 50% del tiempo para cada uno de estos apartados.

a) Temario.

La organización del temario de ACSO1 y su duración prevista es:

U. Temática 1: Conceptos de Arquitectura de computadores	
T1. Unidades funcionales del computador	4h
T2. Introducción a los sistemas operativos	2h
T3. Concepto de Arquitectura	4h
T4. Diseño del juego de instrucciones	2h
U. Temática 2: Computadores segmentados	
T5. Unidades segmentadas	4h
T6. Unidades de instrucción segmentadas	5h
U. Temática 3: Arquitecturas Avanzadas	
T7. Computadores superescalares	5h
T8. Multiprocesadores	4h

1

En la duración de los temas se incluye tanto la teoría como los problemas de aula, por eso el total de horas estimado es 30 horas. Otro dato importante es que las tres unidades temáticas tienen un peso y duración similar, lo que se corresponde con los objetivos planteados.

b) Practicas.

Las practicas planteadas para la asignatura son:

Práctica 1. Introducción al sistema operativo LINUX.	(2 ses)
Práctica 2. Programación C en LINUX.	(2 ses)
Práctica 3. Unidad de instrucción segmentada I.	(1 ses)
Práctica 4. Unidad de instrucción segmentada II.	(2 ses)

Además de estas siete sesiones (14 horas de laboratorio), se reserva una hora por grupo para la recuperación de prácticas y presentación de resultados.

La primera práctica no necesita una introducción previa de teoría y sirve para que el alumno conozca el entorno del laboratorio donde realizará las prácticas relacionadas con sistemas operativos. Para estas prácticas los alumnos dispondrán durante todo el curso de una cuenta en un servidor Linux del laboratorio docente, cuentas que utilizarán en ACSO2.

Las dos últimas prácticas se desarrollan entorno a un simulador de máquina segmentada desarrollado en la unidad docente de Arquitectura de Computadores del DISCA. Este simulador permite observar las técnicas de segmentación explicados en teoría.

5.- ACSO2.

La asignatura ACSO2 se centra en estudiar los objetivos relacionados con los Sistemas Operativos. Para esta asignatura se toma como base para teoría el libro de Andrew S. Tanenbaum y Albert S. Woodhull titulado "*Sistemas Operativos. Diseño e implementación*". El contenido de este libro se complementa en algunos temas específicos, como el caso de los sistemas de tiempo real o las redes de estaciones de trabajo.

a) Temario.

El temario de ACSO2 se organiza en cinco unidades temáticas divididas en un total de 10 temas. Los temas y su duración prevista son:

U. Temática 1: Visión del programador de un Sistema Operativo	
T1. Estructura del Sistema Operativo.	2 h
T2. Llamadas al sistema.	4 h
U. Temática 2: Gestión de procesos	
T3. Programación concurrente.	4 h
T4. Planificación de procesos.	2 h
U. Temática 3: Gestión de memoria	
T5. Multiprogramación	3 h
T6. Memoria Virtual	2 h
U. Temática 4: Gestión de ficheros	
T7. Manejadores de dispositivo	3 h
T8. Sistema de ficheros	4 h
U. Temática 5: Conceptos Avanzados	
T9. Núcleos en tiempo real.	3 h
T10. Redes de estaciones de trabajo.	3 h

Tras realizar esta primera división se teme haber sido demasiado estricto con el tiempo dedicado a los temas 2 a 8. Previendo que estos temas tengan una duración mayor de la esperada, se decide eliminar los temas 9 y 10 como temas independientes, introduciéndolos en el temario de la siguiente forma:

- El contenido del Tema 9 (Tiempo Real) se distribuye como puntos adicionales en aquellos temas en los que se tratan aspectos similares, por ejemplo, en el tema de planificación de procesos se añade un punto adicional de planificación en tiempo real.
- El contenido del Tema 10 (Redes de estaciones de trabajo) tendrá un introducción en una sesión de teoría, y posteriormente se realizará una práctica donde el alumno podrá adquirir las habilidades necesarias para la utilización de este tipo de sistemas.

Tras esta modificación, se dispone de un colchón de unas 4 ó 5 horas que se repartirán entre los temas en los que se prevé una mayor dificultad. Entre los que se destaca el Tema 2, que es necesario para poder desarrollar la segunda práctica de forma satisfactoria.

b) Prácticas.

La distribución de las horas se realiza igual que en ACSOI por lo que el alumno dispone de 7 sesiones de 2 horas, y una adicional para la presentación de resultados o recuperación.

Las prácticas planteadas para la asignatura son:

Práctica 1. Programación SHELL en LINUX.	(1 sesión)
Práctica 2. Diseño de un interprete de órdenes.	(3 sesiones)
Práctica 3. Redes de estaciones de trabajo.	(3 sesiones)

Se puede observar el reducido número de prácticas. Esto es debido a la complejidad que tienen las prácticas y a la dificultad observada en los alumnos para programar en C.

La primera de ellas sirve para profundizar en el conocimiento y manejo del sistema UNIX, introducido en ACSOI.

En la segunda el alumno debe poner en práctica gran parte de las llamadas al sistema descritas en el tema 2, relacionándolas con los contenidos de temas siguientes. La práctica se entrega al final del curso y las sesiones de prácticas se utilizan para resolver una serie de problemas planteados.

La práctica 3 se centra en las redes de estaciones de trabajo. El objetivo fundamental de esta práctica es que el alumno sea capaz de resolver problemas de forma paralela y distribuida mediante un sistema de redes de estaciones de trabajo. Esta práctica completa el temario de la asignatura. Como en la práctica de shell, la evaluación se realiza una vez acabado el cuatrimestre y fuera del horario normal.

6.- EVALUACIÓN Y RESULTADOS

La evaluación se realiza mediante la realización de un examen (teoría + prácticas) y la presentación de trabajos de las prácticas, siendo en conjunto el 66% correspondiente a teoría y el otro 33% a prácticas.

Para poner la nota final se dispone de dos valores: la nota de un examen y la evaluación de las prácticas (asistencia + trabajos). La idea que se persigue es que aquel alumno tenga que realizar un mínimo de trabajo en prácticas.

Los resultados son los siguientes:

	Matriculados	Presentados	Aprobados	Nota Media (var)
ACSO1	189	163	157	7.11 (1.25)
ACSO2	146	105	104	7.26 (1.16)

Estos resultados corresponden a la primera convocatoria de ACSO1 y ACSO2.

Estos valores sorprendieron gratamente al profesorado ya que son superiores a los obtenidos en exámenes de la desaparecida ACSO, teniendo en cuenta que la complejidad prevista al preparar el examen era similar a los de la asignatura del plan de 1990.

7.- CONCLUSIONES.

La labor realizada en la puesta en marcha de ambas asignaturas se ha visto recompensada con el cumplimiento de los objetivos, los resultados obtenidos por los alumnos y la motivación e interés que algunos temas han despertado en ellos.

Esta motivación ha sido mayor en aquellos temas en los que los alumnos han visto una aplicación práctica de la teoría o han visto satisfecha una duda o curiosidad anterior, por ejemplo, cuál es el funcionamiento de una antememoria.

Estas observaciones hacen suponer que si se consigue enlazar cada elemento de la teoría con una aplicación práctica del mismo, el interés de los alumnos sería mayor.

La utilización de colecciones de transparencias especialmente diseñadas para la asignatura de ACSO1, ha permitido seguir un ritmo más alto de explicación y ajustarse mejor a la

planificación inicial de la asignatura, así como facilitar la labor de sincronización entre los diferentes profesores.

En ACSO2 no se han utilizado tantas transparencias y se ha podido comprobar que los alumnos no se han sentido tan cómodos. Aunque la atención prestada fuera similar a ACSO1, la participación ha sido menor en algunos casos. Este hecho nos obliga a replantearnos el método docente seguido en ACSO2 y pensar en la realización de transparencias o apuntes para aquellos temas que todavía no los tienen.

BIBLIOGRAFÍA

- J.L. Hennessy, D.A. Patterson, Computer Architecture: A Quantitative Approach, 2ª edición, Morgan Kaufmann Publishers, 1996.
- J.L. Hennessy, D.A. Patterson, Arquitectura de Computadores: Un Enfoque Cuantitativo. McGraw-Hill, 1994.
- A.S. Tanenbaum , Albert B. Woodhull, Sistemas operativos: Diseño e implementación, 2ª edición, Prentice-Hall, 1998
- D. Culler, J.P. Singh, A. Gupta, Parallel Computer Architecture: A Hardware / Software Approach. Morgan Kaufmann Publishers, 1998.
- Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "El lenguaje de programación C"; 2a. ed. - México [etc.] : Prentice-Hall Hispanoamericana, cop. 1991.
- Silberschatz, J. Peterson, P.galvin "Sistemas Operativos: Conceptos fundamentales"; Addison Wesley 3ª edición 1994
- Remy Card, Eric Dumas, Franck Mevel. "Programación Linux 2.0: API de sistema y funcionamiento del núcleo". Gestión 2000. ISBN 8-480-88207-7.
- W.A. Halang, K.M. Sacha. "Real-time systems"; World Scientific, 1992