

Motivando a los estudiantes en prácticas relacionadas con Estructura de los Computadores

F. J. Fernández, A. Cañas, A. F. Díaz, M. Anguita, H. Pomares, A. Prieto

Dpto. de Arquitectura y Tecnología de Computadores

Universidad de Granada

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática

e-mail: {javier, acanas, afdiaz, manguita, hector}@atc.ugr.es, aprieto@ugr.es

Resumen

En este trabajo se presentan diferentes actividades docentes desarrolladas durante los últimos cursos en las prácticas de varias asignaturas del área de Arquitectura de Computadores en la Universidad de Granada, destinadas a motivar al estudiante en cada asignatura concreta y en el área en general. Se destaca, por sus excelentes resultados de cara a la motivación, la actividad consistente en el diseño, montaje y evaluación de un ordenador financiado por los propios estudiantes y sorteado entre los mismos al finalizar el curso.

1. Introducción

La asignatura de Estructura de los Computadores tiene una importante función motivadora hacia otras asignaturas del área de Arquitectura de Computadores en los planes de estudio de Informática, dado su carácter troncal y su frecuente ubicación en 1^{er} ó 2^o curso. Según la adscripción de materias a áreas de conocimiento en cada universidad, puede suceder que la única asignatura del área de Arquitectura que cursen los estudiantes después de Estructura en 2^o sea Arquitectura en 5^o, tres años después. Durante esos tres años el estudiante puede desligarse completamente de los conocimientos del área si no escoge ninguna optativa de la misma, para encontrarse en 5^o con una o dos troncales que debe cursar obligatoriamente y con una cuestionable motivación. La forma correcta de resolver el problema es conseguir una alta motivación en las asignaturas de Estructura procurando que los estudiantes no salgan de ellas sin haber aprendido, como sugiere [15].

Las actividades aquí descritas han sido diseñadas para conseguir una mayor motivación del estudiante hacia las siguientes asignaturas (y hacia el área en general) en la Universidad de Granada:

- *Estructura de los Computadores* (EC), en 2^o de Ing. Técn. en Inform. de Gestión (ITIG) y Sistemas (ITIS).
- *Estructura de los Computadores I* (EC1) y 2 (EC2), en 2^o de Ing. Informático (II).
- *Introducción al Diseño de Computadores* (IDC), en 3^o de ITIS.
- *Arquitecturas de Sistemas Basados en Microprocesadores* (ASBM), optativa en 3^o de ITIG e ITIS.
- *Procesadores Integrados* (PI), en 4^o curso de Ing. Electrónico (IE).

Las propuestas de innovación consisten principalmente en un proyecto sobre el montaje de un PC, y en una serie de mejoras en el resto de las prácticas, sin olvidar la aplicación de las TIC: materiales en formato hipermedia, tutorías electrónicas, páginas web de las asignaturas y uso de una plataforma virtual de desarrollo propio [4].

En la mayor parte de las actividades prácticas descritas se ha seguido un modelo de “aprendizaje por proyectos” para fomentar la autoformación de los estudiantes, al estilo de [13].

2. Proyecto sobre el montaje de un PC

Dentro del marco de la *Primera Propuesta de Actuaciones 2002* de la UGR [16], se solicitó un Proyecto de Innovación Docente en el que han participado siete profesores del departamento, consistente en el diseño, montaje y evaluación de un PC por parte de los estudiantes.

Esta actividad se ha desarrollado en algunas de las asignaturas mencionadas (EC en ITIG, ASBM en ITIS, y EC2 en II). Se trata de conseguir que los estudiantes puedan responder a las típicas preguntas *¿este ordenador que he escogido es bueno?, ¿la relación precio-prestaciones es correcta?, ¿se puede comprar más barato en otro lugar?, ¿me lo puedes escoger (o comprar) tú?*, y contribuir a su formación como futuros profesionales informáticos.

2.1. Objetivos

- Dominar, al menos durante un cuatrimestre, los precios de los diversos componentes.
- Tener una idea de primera mano acerca de la velocidad a la que evolucionan los mismos, y de los márgenes con que trabajan los comercios del ramo.
- Dominar la información disponible: manuales online de fabricantes, foros, sitios web, etc.
- Aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en la asignatura, y mejorar la percepción de su utilidad por parte de los estudiantes.

- Permitir a los estudiantes conocer las distintas destrezas de sus compañeros en un entorno competitivo pero controlado.
- Mejorar la relación estudiante-profesor, y la de los estudiantes entre sí.

2.2. Contenido

Los alumnos siguen todos los pasos que implican la adquisición y construcción de un ordenador por piezas. El proyecto se ha subdividido en cuatro apartados, cada uno de los cuales permite subir la nota del examen de teoría hasta 1 punto:

- *Póster PC*: esta innovación se introdujo hace dos cursos y es en cierto modo independiente de los siguientes tres apartados, por lo que se describe más adelante (Sección 3.1, Figura 4). En este curso se ha utilizado como ejercicio preparatorio para el resto del Proyecto PC.
- *Recolección de publicidad*: cada estudiante realiza un par de diseños de computador a partir de las piezas sueltas (salvo el monitor), aportando una demostración del precio de los componentes y su compatibilidad (Figura 1).

GA-7VXXP Motherboards Socket A
VIA KT400-K235 chipset
 • Socket A for AMD Athlon™ XP™ Athlon™ Duron™ 2000/2600/3300 MHz FSB processors
 • 1 LINK DIRECT RAID
 • Non-Bridge VIA KT400 Southbridge VIA IDE2
 • VIA 8K v-Link architecture (833MHz)
 • VIA VT8235 IEEE 1394 controller
 • Super I/O (ITE I8706P)
 • 2x IDE2
 • 2x IDE1
 • Promise P022078 ATA-133 RAID controller
 • Realtek 100MB Ethernet 10/100MB LAN controller
 • ACP Realtek AL5650 8-channel sound chip
 • Dual BIOS
MEMORIA
 • Type: DDR2 (PC3200) **DDR2 512MB** / DDR2 (PC1900) / DDR2 (PC1600) / Max
 • Max capacity: 16 to 3GB by 3 DIMM slots
CONEXIONES
 • **USB 2.0**
 • 1 x eSATA
 • 1 x eSATA
 • 4 **COMPUARTS**
 • 1 x IEEE 1394 controller
 • 2 x Serial USB 2.0 controller (by front USB slots)
 • Memory Stick / Security Digital (MMC) / Smart Card Reader connector
NEAR PANEL
 • PS/2 Keyboard / Mouse
 • 2 x USB 2.0 ports
 • 2 x COM ports
 • 1 x RJ45 LAN port
 • Audio (1 x Line-in / 1 x Line-out / 1 x Mic) connector
 • 1 x JPBAT
CPU SETTINGS
 • CPU FSB adjustable via BIOS (1 MHz increment)
 • CPU multiplier by DFP Switch
 • CPU Voltage adjustable via BIOS

PC-ONLINE: Lista de precios
PC-ONLINE.NET
 Tu tienda de informática en internet
 C/ Sevilla 4 18003 Granada
 http://www.pc-online.net
 TLF: 95877200 FAX: 95825746
 MICHIPROCESADORES

CPU AMD K7 ATHLON XP 1800+	98,90
PCU AMD K7 ATHLON XP 2000+	120,90
CPU AMD K7 ATHLON XP 2200+	185,90
CPU AMD K7 DURON A 1.3GHz SocketA	48,10
CPU INTEL PENTIUM M (512K) 2.4GHz	184,60
CPU INTEL PENTIUM M (512K) 2.4GHz	243,10

PLACAS BASE

PI K7 ELITE GROUP SIS NEW DOR (Socket)	68,90
PI K7 GIGABYTE GA7VXP DOR 333 (Socket-Bus)	119,82
PI K7 GIGABYTE GA7VXP DOR 333 RAID (Socket-Bus)	144,97
PI K7 INTEL AN-2 2400MHz (Socket)	59,97
PI PV ELITE GROUP SDR DOR (Socket-REED)	74,10
PI PV GIGABYTE EP5675 (RAID) socket 7 (Socket SDR-Bus)	178,10
PI PV GIGABYTE K8R DOR 333 (Socket)	101,72
PI PV LEX DOR (Socket)	89,19
PI PV INTELLE A 8K DOR (Socket)	61,10

TARJETAS GRAFICAS

GRAFICA ATI RADEON 7500 64MB TV	71,33
GRAFICA ATI RADEON AGP 64MB TV	43,38
GRAFICA GEFORCE MX400 64MB SDR TV	49,40
GRAFICA GEFORCE MX400 64MB SDR TV	72,33
GRAFICA MATHBOX MILLENNIUM AGP G10 32MB DII	119,82
GRAFICA NVIDIA TNT2 32MB PCI TV	49,64
GRAFICA NVIDIA TNT2 MAX 32MB TV	36,92
GRAFICA SIS AGP 8MB	18,18

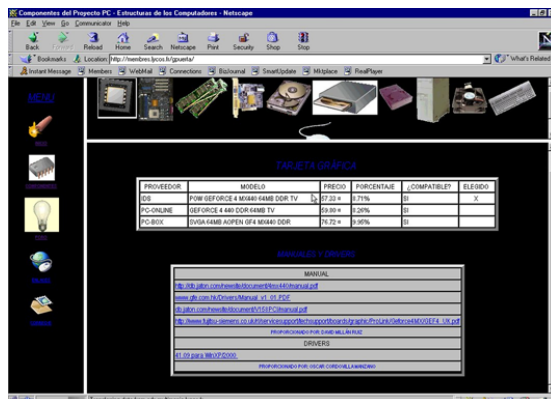
MEMORIAS

DDMM DDR (256MB) PC266	56,40
DDMM DDR (256MB) PC266	70,20
DDMM DDR (256MB) PC333	75,76
DDMM DDR (512MB) PC266	132,60
DDMM DDR (512MB) PC333	145,60
DDMM DDR (1GB) PC333	166,77
DDMM SDR (256MB) PC133	26,00
DDMM SDR (512MB) PC133	91,87
SDMM CMB DOR	25,39

DISCOS DUREOS

CARCASA EXTERNA USB PARA HDD 2.5"	45,50
-----------------------------------	-------

Figura 1. Ejemplo de publicidad: (izda.) web de Gigabyte, en donde se resalta la compatibilidad de los componentes escogidos; (dcha.) web de PC-Online Granada, donde el estudiante ha destacado los precios oficiales de los mismos. Siendo documentos “oficiales” públicamente accesibles, las URL proporcionadas permiten la comprobación.



PROVEEDOR	MODELO	PRECIO	PORCENTAJE	COMPATIBLE?	ELEJIDO
OC	POWER FORCE 4 MB 4860 48MB DDR TV	57,00 €	0,71%	SI	X
PC-ONLINE	DEF ORICE 4 686 DDR 48MB TV	59,90 €	0,24%	SI	
PC-BOX	DIANA 686B SUPER 014 686MB DDR	74,00 €	0,06%	SI	

MANUAL

[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#1](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#2](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#3](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#4](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#5](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#6](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#7](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#8](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#9](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#10](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#11](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#12](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#13](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#14](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#15](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#16](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#17](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#18](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#19](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#20](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#21](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#22](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#23](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#24](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#25](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#26](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#27](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#28](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#29](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#30](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#31](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#32](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#33](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#34](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#35](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#36](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#37](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#38](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#39](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#40](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#41](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#42](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#43](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#44](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#45](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#46](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#47](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#48](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#49](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#50](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#51](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#52](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#53](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#54](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#55](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#56](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#57](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#58](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#59](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#60](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#61](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#62](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#63](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#64](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#65](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#66](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#67](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#68](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#69](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#70](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#71](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#72](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#73](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#74](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#75](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#76](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#77](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#78](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#79](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#80](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#81](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#82](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#83](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#84](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#85](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#86](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#87](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#88](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#89](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#90](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#91](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#92](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#93](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#94](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#95](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#96](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#97](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#98](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#99](#)
[http://www.compart.com/Manual/Manual.htm#100](#)

Figura 2. Ejemplo de actualización del equipo. Cada cambio aceptado por el profesor implica que los responsables correspondientes busquen el nuevo manual PDF y soliciten la actualización de las respectivas URL al webmaster.

- Diseño y compra del PC:** dado un diseño inicial de un PC con un coste precalculado, si el número de estudiantes que se comprometen a realizar este apartado (y el siguiente) es suficientemente elevado como para que la cuota sea reducida (máximo 12 €), se procede a solicitar sucesivas modificaciones en el diseño, cambiando componentes siempre dentro del presupuesto total.

Las intervenciones se formalizan en un foro de discusión donde quede constancia del autor, fecha y hora de cada propuesta, con el objeto de asignar una puntuación según la calidad de cada modificación.

Se puede obtener parte de la puntuación por tareas administrativas asociadas: gestión de las cuotas, del foro, de una página web actualizada que refleje en cada instante el diseño actual (Figura 2), aportación de manuales impresos, transporte para realizar la compra, etc.

- Montaje y sorteo del PC:** los componentes se traen al centro, los estudiantes se reparten en grupos de tamaño adecuado (≈ 10), y se procede en sucesivas sesiones a montar el ordenador (Figura 3), instalarle un sistema operativo y ejecutar algunos programas *benchmark* habituales para estimar sus prestaciones, así como alguna aplicación con la cual verificar su correcto funcionamiento.

Para calmar la inquietud que este apartado puede despertar en parte del estudiantado, el profesor puede recomendar la lectura previa de algún libro con ilustraciones como [11], [14] o cualquier otro documento de la extensa literatura y sitios web existentes [3].

El sorteo puede realizarse en cualquier fecha posterior al montaje por parte del último grupo. Es conveniente que sea un acto público, al objeto de evitar discusiones por el resultado. Participan en el mismo todos los estudiantes que hayan pagado



Figura 3. Ejemplo de montaje. Se organizan grupos de un tamaño apropiado (5 grupos de 11 en nuestro caso) y se procede a montar el PC, instalar un SO, ejecutar algunas aplicaciones y algunos programas *benchmark*.

la cuota, independientemente de su calificación.

El ordenador se compra sin monitor, dada la enorme diferencia de precios según el fabricante y las prestaciones del mismo. Durante las sesiones de montaje se puede usar el monitor del profesor o algún otro disponible en el departamento. En este curso el Vicerrectorado ha aportado un monitor que también ha sido añadido al PC para su sorteo.

2.3. Evaluación de la experiencia

Se ha observado que los estudiantes pierden el miedo a las entrañas del ordenador, pueden hablar con propiedad y conocimiento de causa sobre precios y prestaciones, y aprenden a discutir públicamente utilizando fuentes documentales. Por su parte, el profesor mejora su imagen ante el estudiantado y reutiliza en la asignatura el esfuerzo de actualizarse sobre precios y prestaciones.

Se ha desarrollado un cuestionario que se pasó tras el sorteo del PC en la asignatura EC de ITIG, y los resultados son muy positivos: los 56 estudiantes que pagaron la cuota quedaron muy satisfechos con la experiencia y fuertemente interesados no sólo por la asignatura EC sino por otras optativas que pudieran ampliar sus conocimientos del área.

En futuras ediciones se debe reforzar la puntuación del apartado de “diseño” frente al de “montaje”. Los estudiantes no dudan en señalar este último como el más importante; claramente es el que produce una mayor motivación, pero dominar las modestas habilidades manuales que requiere dicho montaje no es el núcleo cognoscitivo que trata de transmitir la asignatura de Estructura.

3. Mejoras en el resto de las prácticas

Además del proyecto de montaje de un PC, en los últimos años se ha intentado mejorar el resto de las prácticas de las asignaturas enumeradas en la Sección 1. El objetivo principal ha sido elaborar prácticas atractivas que motiven al estudiante sin descuidar los aspectos pedagógicos. Muchas de ellas utilizan hardware real, necesidad ya destacada en [8].

Cada estudiante o pareja de estudiantes realiza una o varias de las siguientes prácticas, dependiendo de la asignatura:

- Póster sobre la arquitectura de un PC.
- Práctica de ensamblador de 80x86.
- Práctica de microprogramación.
- Práctica de entrada/salida (E/S) con PCLab y SoundBlaster.
- Práctica de E/S con el microcontrolador 8051.
- Práctica con procesadores de señales digitales (DSP).

A continuación se describen tales prácticas y se indican las asignaturas en las que se realizan.

3.1. Póster sobre la arquitectura de un PC

Se realiza en las mismas asignaturas que el Proyecto PC (EC en ITIG, ASBM en ITIS, y EC2 en II). Cada estudiante saca una foto del interior de su PC y añade la información técnica que pueda encontrar sobre los distintos componentes y sus prestaciones, al estilo de los trabajos de infografía encontrados en revistas del ramo (Figura 4). Se puede recomendar el uso de programas de información del sistema como el AIDA 32 [10] para ayudar a los estudiantes menos avezados a completar con éxito esta actividad.

3.2. Práctica de ensamblador de 80x86

Constituye el núcleo principal de prácticas en las asignaturas EC en ITIG e ITIS, EC1 en II, y PI en IE. Utilizamos la arquitectura 80x86 por su disponibilidad tanto en los centros como por parte de los estudiantes —con otros microprocesadores sería necesario el uso de simuladores—.

Hace varios años, cada estudiante o pareja escribía 5 ó 6 programas de menos de 100 líneas. Los estudiantes consideraban estos pequeños programas retos asequibles debido a su corto enunciado y relativamente rápida implementación. Sin embargo, detectamos que la motivación era escasa debido a no poder realizar programas vistosos, que requieren más líneas, y a que realizar un cuarto o quinto programa se convertía en una tarea repetitiva.

Actualmente se realiza una única práctica obligatoria por pareja (los estudiantes muy motivados pueden realizar más) de unas 1000 ó 1500 líneas de código. Las 6 ó 7 prácticas disponibles son pequeños proyectos relacionados con sonido, gráficos, juegos o comunicaciones. Cada proyecto cuenta con un detallado guion en el



Figura 4. Ejemplo de póster sobre la arquitectura del PC. Para obtener la máxima calificación se debiera haber añadido información sobre la estructura de buses (FSB, DDR, PCI, *North-SouthBridge*) y sus respectivas velocidades.

que se marcan unos requisitos mínimos y se proponen diversas mejoras optativas para aumentar la calificación. El profesor asigna a cada pareja uno de los proyectos con el objeto de que la distribución sea más o menos uniforme. Una pareja puede intercambiar el proyecto asignado con otra, o bien plantearse un proyecto alternativo de similar complejidad.

Debido a la magnitud de los objetivos marcados, se dedica más de medio cuatrimestre a su realización. En las dos primeras semanas se realiza una introducción progresiva en la que el profesor supervisa la confección de subrutinas sencillas que puedan añadirse posteriormente al proyecto. Transcurridas varias semanas los estudiantes suelen haber cubierto los requisitos mínimos, y puesto que comienzan a dominar el lenguaje ensamblador y su programa empieza a hacer algo llamativo, suelen dedicar voluntariamente un esfuerzo considerable a realizar algunas mejoras de las propuestas en el guion o sugeridas por ellos mismos.

Algunos de los proyectos propuestos son:

- *Reproducción de sonido usando PWM*. El objetivo es reproducir por el sencillo altavoz del PC (¡sin usar la tarjeta de sonido!) un archivo de sonido digitalizado, usando modulación por anchura de pulso (PWM) [9]. El programa controla el temporizador del PC y otros circuitos para ejecutar miles de veces

por segundo una rutina de servicio de interrupción encargada de “reproducir” cada muestra de sonido. La dificultad de esta práctica queda recompensada cuando el estudiante logra oír su música favorita con calidad de radio AM en un dispositivo pensado para emitir pitidos. Entre las mejoras posibles cabe destacar por lo vistosas el dibujo de un medidor gráfico de la señal de audio o la adición de eco al sonido.

- *Trazado de líneas y aplicación a juegos*. Este proyecto consta de dos partes: en la primera se elaboran tres rutinas que tracen en la pantalla un número elevado de líneas rectas aleatorias utilizando tres algoritmos diferentes (el objetivo es comprobar cuál es más rápido); la segunda parte consiste en realizar un juego de frontón (Figura 5) o tenis usando una de las rutinas de la primera parte. Esta técnica de motivación basada en juegos también ha sido utilizada en [2] con resultados positivos.
- *Protector de pantalla*. Se trata de realizar un programa residente que apague la pantalla tras cierto período de inactividad, y vuelva a encenderla cuando se use el teclado o el ratón. Una de las mejoras consiste en incorporar alguna animación del tipo “juego de la vida” en lugar de dejar la pantalla negra.
- *Comunicación serie entre dos PC*. Consiste en realizar un programa para enviar y recibir



Figura 5. Juego de frontón realizado en ensamblador por dos estudiantes de EC1 en el curso 2001-2002.

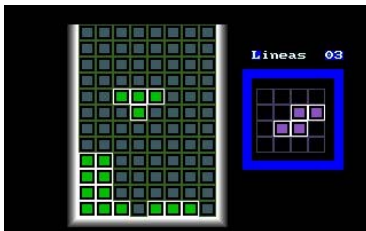


Figura 6. Juego del Tetris realizado en ensamblador por dos estudiantes de EC1 en el curso 2002-2003.

archivos por el puerto serie del PC utilizando el estándar XMODEM y un cable módem-uno construido por los propios estudiantes.

Como se ha indicado antes, algunos estudiantes prefieren sugerir otro proyecto en el que tengan especial interés en lugar del que se les haya asignado. Algunos ejemplos de trabajos realizados son una calculadora residente que trabaja en diferentes bases, un juego del Tetris (Figura 6), o incluso un magnífico juego de naves espaciales.

3.3. Práctica de microprogramación

Se realiza en las asignaturas EC1 de II e IDC de ITIS. Se utiliza la tarjeta de evaluación Am29203 de AMD (Figura 7) y cuatro herramientas desarrolladas en nuestro departamento [12][7]:

1. *Editor de microinstrucciones*, que ayuda a crear un microprograma binario detallando los campos de cada microinstrucción.
2. *Microensamblador* (Figura 8), que permite escribir un microprograma en ensamblador.
3. *Monitor*, para interactuar con la tarjeta.



Figura 7. Tarjeta de evaluación Am29203 utilizada en prácticas de microprogramación.

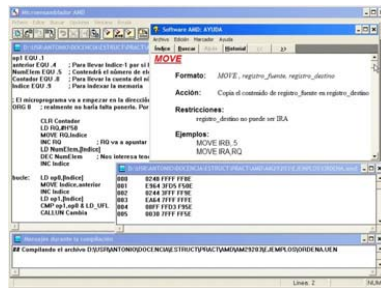


Figura 8. Microensamblador.

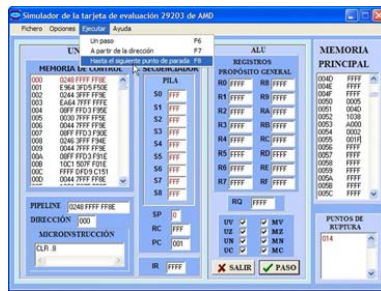


Figura 9. Simulador de la tarjeta Am29203.

4. Simulador de la tarjeta (Figura 9).

El estudiante realiza el siguiente trabajo:

1. Diseñar microinstrucciones binarias utilizando el editor de microinstrucciones.

2. Diseñar una arquitectura y su repertorio completo de instrucciones máquina.
3. Implementar ese repertorio de instrucciones usando el microensamblador.
4. Crear un programa para comprobar el correcto funcionamiento del repertorio diseñado primero en el simulador y después en la tarjeta real mediante el monitor.

En esta práctica lo estimulante es diseñar una arquitectura desde cero y comprobar que realmente funciona.

3.4. Práctica de E/S con PCLab y SoundBlaster

Un concepto esencial en las asignaturas relacionadas con Estructura de los Computadores es la comprensión de las tres técnicas fundamentales de E/S: programada, por interrupciones y mediante acceso directo a memoria (DMA). En la asignatura EC2 de II se realiza una práctica consistente en programar la digitalización de sonido, a bajo nivel y utilizando las tres técnicas mencionadas, en una tarjeta de adquisición de datos PCLab —estándar en plantas industriales—, o en una tarjeta de sonido SoundBlaster (en este caso no es posible usar la segunda técnica). Se utiliza el lenguaje C++, aprendido por los estudiantes en 1^{er} curso. Esta práctica resulta tan atractiva o más que la de reproducción de sonido en ensamblador.

3.5. Práctica de E/S con 8051

Se realiza en las asignaturas EC2 de II, ASBM en las ITIG e ITIS, y PI en IE. Se utilizan dos



Figura 10. Equipo MCA-51, de Alecop [1], para prácticas de E/S con 8051, conectado a la tarjeta MOTOR PP-2000, con dos motores paso-a-paso.

equipos de desarrollo diferentes, dependiendo de la práctica concreta: el MCA-51 de Alecop [1] (Figura 10) y el SBC-51 de Dynalog Micro-Systems [6] (Figura 11). Se proponen las siguientes prácticas, de las cuales cada pareja realiza una o varias:

- Control de motores paso-a-paso (Figura 10)
- Control de semáforos (Figura 11 izda.)
- Control de impresora (Figura 11 dcha.)
- Control de dos ascensores
- Visualizador de matriz de puntos
- Conexión de un teclado externo
- Convertidor A/D: balanza electrónica
- Convertidor D/A
- Protocolo de comunicación I2C

En estas prácticas la motivación proviene del hecho de trabajar con sistemas casi reales. No es lo mismo simular, por ejemplo, el control de los semáforos de un cruce de calles, que observar realmente cómo éstos se encienden y apagan.

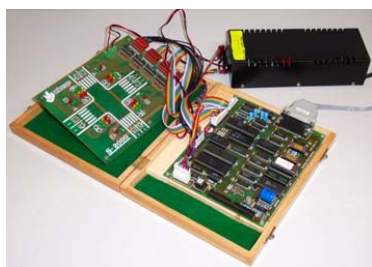


Figura 11. Equipos SBC-51 [6], de DMS, para prácticas de E/S con 8051, conectados a las tarjetas SEMAFORO-2000 (izda.) e IMPRESORA-2000 (dcha.) de Alecop.

3.6. Práctica con DSP

Esta práctica, que se realiza en ASBM en ITIG e ITIS, y PI en IE, consiste en la *Decodificación de sonido encriptado* [5]. El objetivo es decodificar en tiempo real un sonido procedente de una fuente encriptada, utilizando para ello un DSP y técnicas de tratamiento de señal. Al estudiante se le proporciona la señal de una cinta magnetofónica con sonido encriptado. A cada *kit* de desarrollo se le ha conectado un pequeño amplificador de audio con potencia suficiente para activar unos auriculares. Para descifrar el sonido se proponen cuatro formas de tratamiento de la señal codificada, cada una de las cuales produce una señal de salida con una fidelidad diferente. El estudiante desarrolla los cuatro algoritmos propuestos, verificando si el sonido reproducido corresponde a una señal perfectamente inteligible.

4. Conclusión

En el presente trabajo se ha descrito un conjunto de prácticas con hardware real que constituyen una poderosa herramienta motivadora en los estudiantes. Además, la nota adquirida en dichas prácticas les tranquiliza acerca del examen final (no se lo "juegan todo" en una única prueba).

Esta motivación puede incluso suscitar el interés por posibles asignaturas optativas que le mantengan en contacto con el área, facilitando probablemente la superación de las correspondientes troncales de cursos superiores.

Referencias

- [1] Alecop, S. Coop.: "MCA-51: Manual de Usuario V1.1". Mondragón (Guipúzcoa), enero 1992. <http://www.alecop.es>
- [2] Bueno, D., Garralón, J.; Pérez, J. M.; Maña, A.: "Aprendizaje Lúdico en Laboratorio de Programación", VII JENUI, pp. 346-350, Palma de Mallorca, 2001.
- [3] Cañas, A.: "Enlaces sobre montaje de un PC", <http://atc.ugr.es/~acanas/cad/#pc-build>
- [4] Cañas, A.; Díaz, A. F.; Rodríguez, M.; Bernier, J. L.; Prieto, A.: "Development and Evaluation of a web-based tool to support university education and administration", Inf. Society and Education: Monitoring a Revolution. Serie Sociedad de la Educación nº. 9, tomo I, pp. 473-477, 2002.
- [5] Díaz, A. F.; Rodríguez, M.; Parrilla, L.; Puntonet, C.: "Decodificación de sonido encriptado mediante la utilización de un procesador de señales digitales (DSP)", SAAEF98, Univ. Pública de Navarra, pp. 127-128, 1998.
- [6] Dynalog Micro-Systems: "SBC-51 User's Manual". <http://www.dynalogindia.com/>
- [7] Enríquez de Luna, I.: "Simulador de un computador microprogramable", proy. fin de carrera Ing. Electrónica, Univ. Granada, 2002.
- [8] González, E. J.; Alayón, S.; Piñero, J. D.; Sánchez, J. L.; Estévez, J. I.; Moreno, L.: "Combinación de Prácticas de Simulación y Reales para un Curso Anual de Arquitectura de Computadores", VII JENUI, pp. 80-85, Palma de Mallorca, 2001.
- [9] Heidenstrom, K.: "FAQ/Application notes: Timing on the PC family under DOS", 1995. <http://atc.ugr.es/~acanas/cad/programming/PC/PCTIM003.zip>
- [10] Miklós, T.: "AIDA-32: Worldwide Sysinfo Tool", <http://www.aida32.hu/>
- [11] Pilgrim, A.: "Build Your Own Pentium III PC", 2nd Ed. Osborne McGraw-Hill, 1999.
- [12] Pomares, H.; Rojas, I.; Prieto, A.; Gómez, F.; Cañas, A.: "A didactic environment for the study of microprogrammed processors", Inf. Society and Education: Monitoring a Revolution, Serie Sociedad de la Educación nº. 9, tomo I, pp. 17-22, 2002.
- [13] Rebollo, M.: "Aprendizaje activo en el aula", VII JENUI, pp. 137-142, Palma de Mallorca, 2001.
- [14] Rosenthal, M.: "Build your own PC", 3rd. Ed. McGraw-Hill, New York, 2002.
- [15] Valero-García, M.: "Cómo conseguir que los alumnos hagan más ejercicios". VIII JENUI, pp. 343-349, Cáceres, 2002.
- [16] Vicerrectorado de Planificación, Calidad y Evaluación Docente, Univ. de Granada: "Innovación Docente en la Universidad de Granada". http://www.ugr.es/~vic_plan/innovacion/innovacion.html