

La enseñanza de Estructura de Computadores en el EEES

Fermín Sánchez, Agustín Fernández y Josep Llosa

Departament d'Arquitectura de Computadors
Facultat d'Informàtica de Barcelona



Licencia Creative Commons

Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma **licencia** 2.5 España de **Creative Commons**.

Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/es/> o envíe una carta a Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

Licencia Creative Commons

Eres libre de:

- copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:

- **Atribución.** Debes reconocer la autoría de la obra en los términos especificados por el propio autor o licenciante.
- **No comercial.** No puedes utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Licenciamiento Recíproco.** Si alteras, transformas o creas una obra a partir de esta obra, solo podrás distribuir la obra resultante bajo una licencia igual a ésta.
- Al reutilizar o distribuir la obra, tienes que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.
- Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor

Advertencia

- **Los derechos derivados de usos legítimos u otras limitaciones reconocidas por ley no se ven afectados por lo anterior.**
- Esto es un resumen legible por humanos del texto legal (la licencia completa)

Índice

- Competencias Profesionales
- Objetivos Formativos
- Organización y metodología Docente
- Método de evaluación
- Créditos ECTS y dedicación personal
- Resultados
- Conclusiones

Competencias Profesionales

- Tipos de competencias
 - Técnicas
 - Transversales
 - Deontológicas

- Tipos de competencias
 - Específicas: técnicas + deontológicas₁
 - Genéricas: transversales + deontológicas₂

Competencias Profesionales de EC2

- **Competencias Técnicas**
 - Capacidad de implementar código crítico siguiendo criterios de valor estratégico, urgencia, rendimiento y seguridad. En particular, capacidad de diseñar software que se ejecute con el máximo rendimiento sobre una arquitectura concreta
 - Capacidad de evaluar los requerimientos hardware que debe tener el sistema informático de una organización
- **Competencias Transversales: Mejorar la**
 - Capacidad para resolver problemas
 - Adquisición de hábitos de trabajo y estudio
 - Capacidad de trabajo en equipo
 - Capacidad de razonamiento crítico
 - Capacidad de análisis y síntesis
 - Capacidad de organización y planificación
 - Capacidad para tomar decisiones
- **Competencias Deontológicas**
 - No se trabajan

Objetivos

- De los alumnos
 - Aprobar
- De los profesores
 - Que los alumnos aprendan
- De todos
 - **Que los alumnos aprendan y, por tanto, aprueben**

- Metodología docente
 - **EL QUE NO APRENDA, NO APROBARÁ**

Objetivos formativos de EC2

Generales

- Capacidad de desarrollar aplicaciones en C que integren rutinas en ensamblador
- Capacidad de describir cómo se realiza en una máquina real la comunicación con los dispositivos básicos de entrada/salida
- Capacidad de explicar las implicaciones de una configuración de entrada/salida en el rendimiento del computador
- Capacidad de evaluar el rendimiento de una determinada configuración de entrada/salida
- Capacidad de evaluar los esquemas básicos de memorias cache
- Capacidad de evaluar el rendimiento de un esquema real de memoria principal
- Capacidad de justificar la existencia de una jerarquía de memoria y de explicar su funcionamiento

Objetivos formativos de EC2

Específicos de Lenguaje Máquina

- Capacidad de realizar programas de hasta 25 líneas en ensamblador IA32
- Capacidad de utilizar un depurador (*debugger*) para eliminar errores en un programa escrito en ensamblador y/o C
- Capacidad de enlazar programas escritos en ensamblador con programas escritos en C en un entorno de trabajo Linux
- Capacidad de describir cómo se almacenan las estructuras de datos complejas y cómo acceder a ellas de forma eficiente
- Capacidad de traducir a ensamblador un código escrito en C y realizar optimizaciones simples sobre dicho código

Objetivos formativos de EC2

Específicos del sistema de memoria

- Capacidad de describir las características de los diferentes tipos de DRAM
- Capacidad de explicar las implicaciones (tiempo de respuesta, complejidad, coste, etc.) de la implementación hardware de los diferentes esquemas de memoria cache
- Capacidad de seguir una traza de referencias a memoria, indicando aciertos y fallos de cache, TLB y página. La traza puede ser explícita o estar implícita en un programa escrito en C o ensamblador
- Capacidad de evaluar configuraciones de memoria cache que incluyan prebúsqueda, *buffers* de escritura, varios niveles de cache, cache de víctimas, cache no bloqueante y optimizaciones en el tiempo de servicio en caso de fallo
- Saber evaluar el impacto de realizar transformaciones simples en un programa escrito en C en una jerarquía de memoria determinada
- Capacidad de explicar los conceptos básicos de memoria virtual: traducción de direcciones, fallo de página, implementación de la tabla de páginas, TLB y fallo de TLB
- Capacidad de explicar la relación entre la memoria virtual y la cache cuando se realiza la traducción de direcciones

Objetivos formativos de EC2

Específicos del sistema de entrada/salida

- Capacidad de explicar el funcionamiento de los mecanismos de sincronización de entrada/salida en un computador real
- Capacidad de explicar las implicaciones que tiene la transferencia vía DMA en un sistema con jerarquía de memoria
- Capacidad de explicar las características de los diferentes tipos de buses y sus sistemas de arbitraje: síncronos o asíncronos, serie o paralelo, ciclo partido o completo, arbitraje centralizado o distribuido
- Capacidad de justificar la existencia de una jerarquía de buses y de evaluar el ancho de banda de cualquier bus de la jerarquía
- Capacidad de describir los buses estándar de un PC compatible y relacionarlos con los periféricos que soportan
- Capacidad de explicar el concepto de RAID y de calcular el rendimiento de un sistema RAID de un solo nivel (RAID 0 – RAID 6)

Objetivos formativos

- **¿Son muchos?**
- **¿Son muy ambiciosos?**

Organización y Metodología docente

- Clases de Teoría y Problemas conjuntas
 - 4 horas semanales
 - Problemas a medida que avanza la teoría y son necesarios
 - Planteados con antelación y resueltos en la pizarra por los propios alumnos, con debate posterior de la solución
 - Colección de problemas con número de enunciados razonable (70-80)
 - Todo el curso en transparencias (disponibles desde el primer día)
 - *Breaks* insertados en las transparencias
 - Alumnos **no** disponen de las soluciones (transparencias del profesor sí)
 - Profesor usa la pizarra cuando es necesario
- Clases de laboratorio
 - 1 hora semanal
 - 1 práctica en cada sesión (10 sesiones)
 - Entorno de máquina real: Linux+PCs compatibles
 - Grupos de dos, pero evaluación individual
 - Informe previo a entregar (2-3 horas de preparación)
 - Informe posterior en algunas prácticas
 - Enunciados disponibles con suficiente antelación
 - Perfectamente sincronizadas con las clases de teoría

Organización y Metodología docente

- El primer día se explica al estudiante lo que se espera de él
- Hay transparencias de “repaso” de asignaturas previas
- Estas transparencias (y otras) **NO** se explican en clase
- Se evalúan conocimientos de asignaturas previas
- Evaluación formativa + evaluación sumativa
- **Forum**
 - Cada semana (los jueves) se pone el enunciado de un problema
 - Durante el fin de semana, los estudiantes lo resuelven y cuelgan su propuesta de solución
 - Los estudiantes discuten las soluciones en el forum
 - Los profesores intervienen sólo si **no** hay consenso o hay errores (dando indicaciones. En ningún caso resuelven el problema)
 - Si no hay participación en el foro por parte de los estudiantes, tampoco la hay por parte de los profesores

Método de evaluación: Evaluación sumativa

- La **nota de la asignatura** tiene 2 componentes:
 - Nota de contenidos prácticos (peso 20%)
 - Evaluación subjetiva del profesor en cada sesión. NO HAY EXAMEN
 - Nota de contenidos teóricos (peso 80%)
 - evaluación continua o
 - examen final
- **EVALUACIÓN CONTINUA**
 - Permite **evitar** el examen final
 - 3 controles en horas de clase (C1, C2, C3)
 - Para superarla: **al menos una** de las siguientes condiciones
 - $C1, C2 \text{ y } C3 \geq 5$
 - $(C1 + C2 + C3)/3 \geq 6$
 - En los controles y en el examen final la “teoría” vale entre el 30 y 40%

Método de evaluación: Evaluación formativa

- **Controles sorpresa**

- Se realizan en horas de clase sin aviso previo
- Autocorrección de los alumnos (por otros alumnos)
- Duran entre 1 y 2 horas
- Puede haber preguntas de teoría y/o problemas, y también preguntas de las prácticas de laboratorio
- **No influyen negativamente en la nota final de la asignatura**
- Ayudan a llevar la asignatura al día
- Sirven para que el alumno conozca su nivel ...
- ... y para que el profesor
 - pueda relajar algunas de las restricciones de puntuación (por ejemplo, nota de controles ≥ 5 para aprobar)
 - subir la nota de un alumno que está "justo"
 - Un 4,9 es Suspenso
 - Un 6,9 es Aprobado
 - Un 8,9 es Notable
 - Un 9,9 es Sobresaliente

Créditos ECTS y dedicación personal

- EC2 tiene asignados 6 créditos ECTS (1 ECTS = 25-30 horas)
- 6 créditos ECTS = **150 - 180** horas
 - Asistencia a clase: $13 \times 4 = 52$ horas
 - Asistencia a prácticas: 10 horas
 - Preparación de prácticas (previa y posterior): 20 horas
 - Evaluación: 3 horas (examen final)
 - Llevar asignatura al día: 5 horas/semana
 - $13 \times 5 \text{ h/sem} = 65$ horas
 - Estudio FUERA DE CLASE (web, apuntes, libros)
 - Gestión: Bajar material de la página web, consultar novedades, etc.
 - Consultar y participar regularmente en el Forum
 - **Total estimado: 150 horas**
- Dedicación total del estudiante
 - Proyecto ECTS (semana a semana, 8% respuestas)
 - declarada: 116-130 horas
 - estudiantes con nota > 7 : 130-150 horas
 - Encuestas oficiales ($>90\%$ respuestas): 130-195 horas

Resultados

- El laboratorio no es obligatorio, pero prácticamente todos los alumnos asisten regularmente
- >25% estudiantes dejan de asistir a clase antes del primer control
 - Trabajan fuera de la universidad
 - No les gusta tener que estudiar para llevar la asignatura al día
 - Prefieren que sea el profesor el que resuelva los problemas, y no ellos
 - Prefieren dedicar el tiempo a asignaturas más "difíciles"
 - Consideran que con estudiar las transparencias es suficiente
 - La mayoría no presentan 2º y 3er control (suspendidos en el 1º)
 - No aprueban la evaluación continua, y la mayoría tampoco el final
- El trabajo de corrección de los profesores
 - No ha aumentado
 - Se ha distribuido a lo largo del curso

Curso	Núm. Alum.	Aprob. EC	Aprob. total	Susp. total	NP
2004/05 Q1	262	65,6%	71,4%	25,6%	3,1%
2004/05 Q2	196	73,0%	82,7%	12,2%	5,1%
2005/06 Q1	236	52,1%	73,7%	16,9%	9,3%
2005/06 Q2	177	46,9%	67,8%	20,9%	11,3%
2006/07 Q1	180	56,1%	78,3%	14,4%	7,2%
2006/07 Q2	142	38,7%	59,1%	28,1%	12,6%

Conclusiones

- Asignatura diseñada desde las competencias profesionales y los objetivos formativos
 - contenidos
 - metodología docente
 - método de evaluación
- La metodología docente y el método de evaluación facilitan al alumno el llevar la asignatura al día, pero
 - No todos los alumnos están dispuestos a estudiar de forma activa
 - No estudian la parte de teoría, sólo la parte práctica: cómo se resuelven los problemas
- El alumno “descubre” que trabajar regularmente le reporta buenos resultados, y “aprende” para otras asignaturas
 - SO usa un método de evaluación parecido
 - Tiene un 92% aprobados, 97,66% de los presentados
 - ... a pesar de los profesores 😊
- EC2 bien valorada por los estudiantes (3,7 en una escala de 1 a 5)