

La asignatura *Diseño y Modelado de Computadores* en los planes de estudio de la Facultat d'Informàtica de la Universitat Politècnica de València

Javier Molero Prieto, Vicente Santonja Gisbert
{jmolero, visan}@disca.upv.es
Departament d'Enginyeria de Sistemes, Computadors i Automàtica
Universitat Politècnica de València

Resumen

Este artículo presenta una descripción detallada de la asignatura Diseño y Modelado de Computadores impartida en la Facultat d'Informàtica de la Universitat Politècnica de València. Entre otros aspectos, se destacan sus contenidos teóricos y prácticos, la metodología de enseñanza y bibliografía empleadas en su docencia. Por último se incluyen algunas reflexiones extraídas de la experiencia docente en la impartición de la asignatura.

1. Introducción y motivación

La evaluación y el modelado de computadores, después de estar considerada como una disciplina básica tanto en los planes de estudio de Informática de ACM e IEEE como en los de muchas universidades europeas, se generaliza en España como asignatura en los currícula de todas las nuevas escuelas de ingeniería técnica y superior de Informática.

Dentro de la titulación II (Ingeniero en Informática) que imparte la Universitat Politècnica de València aparece como asignatura optativa en el segundo semestre del cuarto curso. Toda la información técnica de la asignatura está reflejada en la Tabla 1.

| | |
|------------------------|--|
| <i>Nombre</i> | Diseño y Modelado de Computadores (DMC) |
| <i>Centro</i> | Facultat d'Informàtica |
| <i>Carácter</i> | Optativa |
| <i>Duración</i> | Un semestre (4º curso, 2º semestre) |
| <i>Alumnos (96/97)</i> | 70 |
| <i>Créditos</i> | 3 teoría, 1 problemas y 2 prácticas (2.5 horas/semana de teoría más problemas y 10 sesiones de 2 horas de laboratorio) |

Tabla 1. Datos técnicos sobre la asignatura

2. Objetivos de la asignatura

La asignatura DMC pretende complementar las asignaturas de arquitectura y redes de computadores resaltando el papel de la evaluación de prestaciones especialmente durante la fase de diseño de estos sistemas. Se presentan dos técnicas de modelado: análisis basado en redes de colas de espera y simulación discreta. Aplicando estas técnicas el alumno podrá evaluar diferentes alternativas de diseño, no sólo basándose en criterios funcionales (cualitativos) sino valorando también el impacto de éstos sobre su rendimiento (cuantitativos).

Sería preferible que la evaluación de prestaciones de los diversos sistemas informáticos se realizara en las mismas asignaturas en las que se describen estos sistemas. Sin embargo, la realidad muestra que, dado que los estudios de prestaciones requieren el dominio de técnicas de análisis pro-

babilístico y simulación discreta, en dichas asignaturas la parte cuantitativa se limita a los casos más sencillos.

Por otro lado, las asignaturas de Estadística I y II, así como la de Simulación Discreta, se dedican a revisar los fundamentos teóricos de estas dos disciplinas y su aplicación a algunos casos de ejemplo. La asignatura DMC se imparte con posterioridad a las materias básicas y simultáneamente al estudio de materias relacionadas con arquitectura y redes de computadores. Es, por tanto, el momento apropiado para enlazar los diferentes conceptos, presentando y aplicando las técnicas adecuadas a la realización de estudios de prestaciones.

3. Contenidos impartidos

La asignatura se estructura en cuatro bloques temáticos. El primer bloque revisa los conceptos básicos que se utilizarán a lo largo de la asignatura. El segundo bloque estudia la teoría de colas de espera (colas simples) y las redes de colas de espera. Así mismo se revisan los diferentes algoritmos de resolución de redes utilizando la herramienta QNAP2. El tercer bloque está dedicado a la simulación discreta, y en él se estudian las diferentes técnicas de simulación mediante los lenguajes QNAP2 y SMPL. Así mismo se plantean aquellos mecanismos de modelado más utilizados en el diseño de modelos. Por último, el cuarto bloque presenta el modelado y la evaluación de diferentes sistemas informáticos utilizando los conocimientos de los bloques precedentes: multiprocesadores y multicomputadores, redes de computadores y subsistemas de disco. La Tabla 2 presenta estos bloques y los temas que los conforman, además de la planificación temporal de cada uno de ellos.

| | |
|--|-------------|
| <i>Bloque I. Conceptos básicos</i> | |
| Tema 1. Introducción al modelado y evaluación de prestaciones | 1 semana |
| <i>Bloque II. Modelos de colas de espera</i> | |
| Tema 2. Teoría de colas de espera | 2.5 semanas |
| Tema 3. Redes de colas de espera. Resolución analítica con QNAP2 | 3 semanas |
| <i>Bloque III. Simulación discreta y técnicas de modelado</i> | |
| Tema 4. Introducción a la simulación | 0.5 semanas |
| Tema 5. Técnicas de simulación | 1 semana |
| Tema 6. Mecanismos de modelado con QNAP2 | 1 semana |
| Tema 7. Mecanismos de modelado con SMPL | 1 semana |
| <i>Bloque IV. Modelado y evaluación de sistemas informáticos</i> | |
| Tema 8. Ejemplo de estudio detallado de un sistema | 1 semana |
| Tema 9. Modelado de multiprocesadores y multicomputadores | 1 semana |
| Tema 10. Modelado de redes de computadores | 1 semana |
| Tema 11. Modelado de matrices de discos (RAID) | 1 semana |

Tabla 2. Contenidos teóricos y temporización

El contenido de cada tema individual se recoge en las Tablas 3, 4 y 5. Aunque no se indica, dentro de cada tema se incluye la resolución de cuestiones y problemas en clase. Los temas genéricos del bloque III referidos a la simulación se incluyen en el temario de la asignatura porque hay una parte de los alumnos matriculados en ella que no han cursado la asignatura optativa Simulación Discreta.

| | |
|---|--|
| <i>Tema 1. Conceptos básicos</i> | |
| 1. Introducción | |
| 2. El modelado de computadores | |
| 3. El proceso de modelado | |
| 4. Técnicas de evaluación | |
| 5. Aproximación sistemática al proceso de modelado y evaluación de prestaciones | |

Tabla 3. Contenidos por temas del Bloque I

Tema 2. Teoría de colas de espera

1. Introducción
 2. Características de un modelo de colas
 3. Notación de Kendall
 4. Relaciones fundamentales
 5. El proceso de Poisson
 6. Procesos de nacimiento y muerte
 7. Estudio de colas simples
-

Tema 3. Redes de colas de espera. Resolución analítica con QNAP2

1. Introducción
 2. Tipos de redes
 3. El proceso de salida. Teorema de Burke
 4. Redes en forma de productos
 5. Análisis de redes abiertas sin retroceso
 6. Redes de Jackson. Consecuencias del teorema de Jackson
 7. Análisis de redes cerradas. Algoritmo de convolución
 8. Redes BCMP
-

Tabla 4. Contenidos por temas del Bloque II

Tema 4. Introducción a la simulación

1. Conceptos previos
 2. Problemática de la simulación
 3. Lenguajes de simulación
 4. Tipos de simulación
 5. Simulación discreta
 6. Generación de números y variables aleatorias
-

Tema 5. Técnicas de simulación

1. Introducción
 2. Desarrollo de un programa de simulación
 3. Técnicas de verificación y de validación
 4. Eliminación del periodo transitorio
 5. Método de las réplicas independientes
 6. Método de las submuestras
 7. Método de regeneración
 8. Método espectral
-

Tema 6. Simulación con QNAP2

1. Introducción
 2. Restricciones de la simulación
 3. Parámetros de la simulación
 4. Técnicas de simulación
 5. Resultados de la simulación
 6. Mecanismos de modelado
-

Tema 7. Simulación con SMPL

1. Introducción
 2. Definición del modelo
 3. Generación y planificación de sucesos
 4. Trazas
 5. Presentación de resultados
-

Tabla 5. Contenidos por temas del Bloque III

| |
|--|
| <i>Tema 8. Ejemplo de estudio detallado de un sistema</i> |
| 1. Descripción del sistema |
| 2. Objetivos del estudio |
| 3. Resolución analítica |
| 4. Resolución con QNAP2 |
| 5. Resolución con SMPL |
| 6. Conclusiones del estudio |
| <i>Tema 9. Modelado de multiprocesadores y multicomputadores</i> |
| 1. Introducción |
| 2. Nivel de abstracción y modelo de carga |
| 3. Multiprocesadores con red crossbar |
| 4. Multiprocesadores con un bus |
| 5. Multiprocesadores con varios buses |
| 6. Multicomputadores |
| <i>Tema 10. Modelado de redes de computadores</i> |
| 1. Introducción |
| 2. Modelado de una red de área local ethernet |
| 3. Modelado de una red pública de datos |
| <i>Tema 11. Modelado de matrices de discos (RAID)</i> |
| 1. Introducción |
| 2. Arrays de discos: niveles RAID |
| 3. Modelado de RAID 0 y RAID 1 |
| 4. Modelado de arrays de discos con arquitectura híbrida |

Tabla 6. Contenidos por temas del Bloque IV

Las sesiones de prácticas duran dos horas y se hacen en grupos de dos alumnos. Hay 10 prácticas (ver Tabla 7), que en total representan los dos créditos destinados a laboratorio. La primera hora y media el alumno sigue las instrucciones reseñadas en el boletín de prácticas y va respondiendo a las cuestiones que allí se le plantean. En la última media hora se realiza una autoevaluación que consiste en el desarrollo de alguna cuestión directamente relacionada con la práctica que acaba de realizar. Al acabar la práctica cada grupo entrega un boletín de prácticas con las cuestiones contestadas y la autoevaluación para ser después corregidas y calificadas por los profesores. Con posterioridad el boletín se devuelve al grupo para que revisen las posibles correcciones.

| |
|--|
| <i>Bloque II. Modelos de colas de espera</i> |
| Práctica 1. Introducción a las colas simples |
| Práctica 2. Adquisición de material informático |
| Práctica 3. Modelo del servidor central monoclasa |
| Práctica 4. Modelo del servidor central multiclase |
| <i>Bloque III. Simulación discreta</i> |
| Práctica 5. Introducción a la simulación |
| Práctica 6. Mecanismos de modelado con QNAP2 |
| Práctica 7. Mecanismos de modelado con SMPL |
| <i>Bloque IV. Modelado y evaluación de sistemas informáticos</i> |
| Práctica 8. Sistemas multiprocesador |
| Práctica 9. Redes de área local |
| Práctica 10. Arrays de discos |

Tabla 7. Distribución de las prácticas

4. Prerrequisitos y conexión con otras asignaturas

Aunque no es obligatorio haber cursado ninguna asignatura para matricularse en ésta, se recomiendan las siguientes como prerrequisitos:

- Estadística I (1er curso, 2º semestre). Asignatura troncal.
- Estadística II (2º curso, 1er semestre). Asignatura obligatoria.
- Evaluación de sistemas informáticos (3er curso, 1er semestre). Asignatura troncal.
- Simulación discreta (3er curso, 2º semestre). Asignatura optativa.

Esta asignatura se relaciona directamente con las siguientes asignaturas troncales que se imparten en el mismo curso:

- Arquitectura de Computadores I (4º curso, 1er semestre).
- Arquitectura de Computadores II (4º curso, 2º semestre).
- Redes de Computadores I (4º curso, 1er semestre).
- Redes de Computadores II (4º curso, 2º semestre).

La Figura 1 muestra gráficamente la interrelación entre todas estas asignaturas.

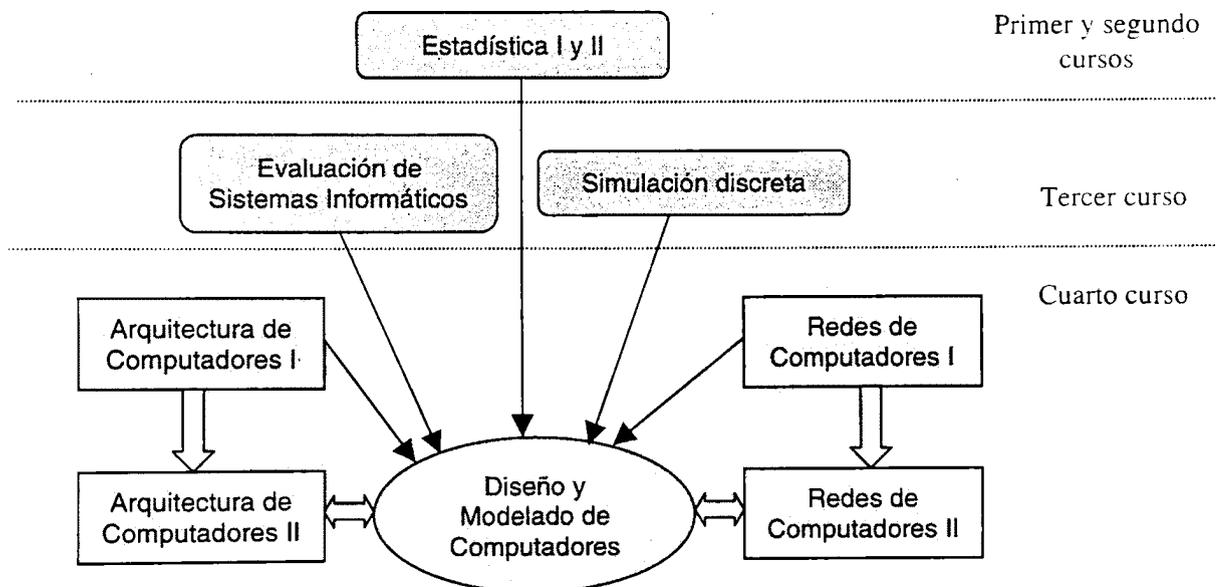


Figura 1. Relación con otras asignaturas

La asignatura Diseño y Modelado de Computadores está enmarcada en el Proyecto de Innovación Docente (PID) número 7011 de esta universidad. Está previsto para el curso que viene disponer de un libro docente como material de apoyo que estamos desarrollando en la actualidad. Este curso se ha facilitado una versión preliminar de este libro con el objetivo de poder corregir los posibles errores que en él se encuentren.

5. Métodos de enseñanza empleados

Por regla general el método de exposición de contenidos es la clase magistral. La asignatura se imparte en dos sesiones: una de hora y media y otra de una hora de duración. En todo momento se intentan extraer ejemplos reales que tengan relación con la materia que se está explicando y que motiven el interés del alumno. Por otro lado se dedica una parte del tiempo dedicado a teoría a explicar en qué va a consistir la práctica de cada semana y la relación con la materia de teoría.

7. Material didáctico

El material didáctico empleado difiere según el tema que se está explicando. En principio se hace aconsejable el uso de transparencias en los bloques I, III y IV, dado que es necesario dibujar muchos esquemas gráficos con la consiguiente pérdida de tiempo. Para el bloque II es más efectivo el uso de la pizarra, dado que se trata de un bloque con mucha carga estadística y es más asimilable si el alumno va siguiendo en sus propias notas el ritmo que impone el profesor.

Para explicar los lenguajes QNAP2 y SMPL se realizan sendos seminarios haciendo uso de presentaciones que incluye la posibilidad de animación mediante un cañón de vídeo. La Figura 4 muestra algunas de las transparencias utilizadas y de las que disponen los alumnos para seguir las explicaciones. Por otro lado, ya se encuentra disponible un programa multimedia para el aprendizaje individual de SMPL y se está desarrollando en la actualidad el correspondiente a QNAP2.

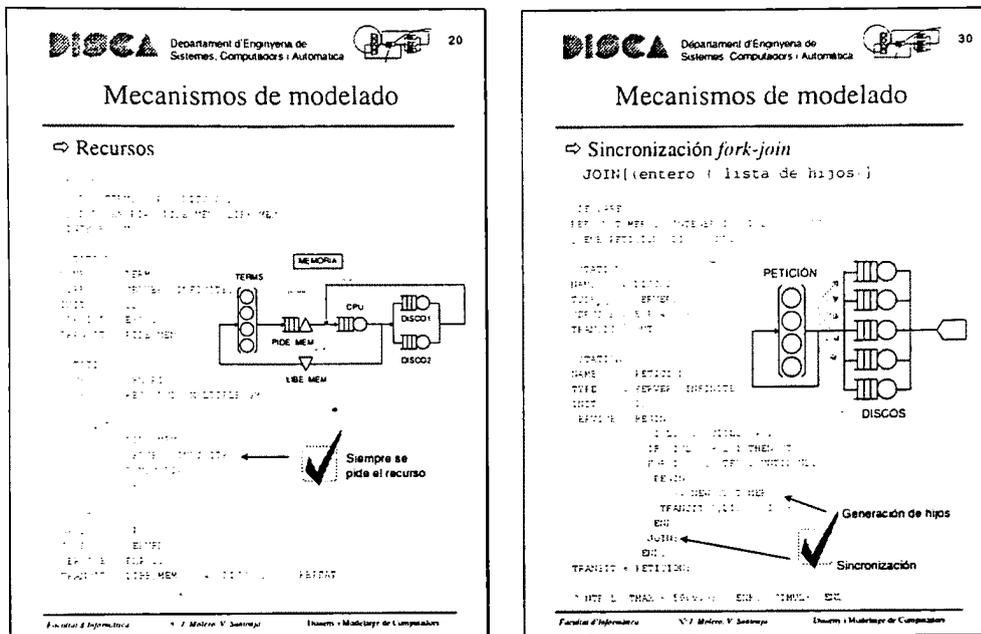


Figura 4. Detalles de transparencias sobre QNAP2

8. Tipos de trabajos prácticos planteados

Dentro de la asignatura se permite la realización de trabajos prácticos voluntarios. Sin embargo, la escasez de tiempo disponible por los alumnos hace que sean muy pocos los decididos a realizar un trabajo de este tipo. Estos trabajos consisten generalmente en la ampliación y mejora de algún modelo propuesto en clase o uno que el alumno tenga interés en analizar.

Algunos de los trabajos de modelado y evaluación de prestaciones que se han propuesto han tratado los siguientes aspectos:

- Protocolos de coherencia de memoria cache en multiprocesadores
- Políticas de gestión de cache
- Arquitecturas multiprocesador tolerantes a fallos
- Redes de computadores con paso de testigo
- Redes de área local industriales
- Protocolos de acceso al medio con detección de portadora
- Subsistemas de disco RAID 3 y 5

9. Método de evaluación

La nota de la asignatura se divide en un 80% dedicado a la teoría y un 20% dedicado a la parte práctica. La teoría se evalúa mediante un examen final que consta de cuestiones breves sobre aspectos concretos explicados en clase y en otros relacionados con lo explicado en las sesiones de laboratorio. La asistencia a prácticas es obligatoria y cada autoevaluación entregada puntúa un máximo de 0.2 puntos. Para aprobar la asignatura es imprescindible superar la prueba teórica.

10. Conclusiones

Este curso es la primera vez que se imparte esta asignatura, por lo que todavía no disponemos de suficientes elementos de juicio que nos permitan valorar de una manera objetiva su repercusión en el alumnado. Sin embargo, contamos con el precedente de la asignatura Diseño y Modelado de Computadores de 5º curso (especialidad Sistemas Físicos) con carácter anual recogida en el anterior plan de estudios y que este año es el último que se imparte. A lo largo de los últimos cursos ha venido observándose un alto porcentaje de alumnos presentados (cerca del 90%) y un número elevado de aprobados (alrededor del 75%).

Aún así, podemos concluir a través de las conversaciones con los alumnos en clase de teoría y de laboratorio que la asignatura es de su interés, valorando positivamente la planificación de las prácticas y el hecho de que no haga falta entregar una memoria por cada práctica realizada. Además, según su opinión la realización de la autoevaluación les motiva especialmente para aprovechar al máximo el tiempo disponible en la sesión de laboratorio.

11. Bibliografía de la asignatura

- [1] *Probability, Statistics and Queueing Theory with Computer Science Applications*. A.O. Allen. Editorial Academic Press. 1990
- [2] *The Art of Computer Systems Performance Analysis*. R. Jain. Editorial John Wiley & Sons. 1991
- [3] *Fundamentals of Performance Modeling*. M.K. Molloy. Editorial Macmillan. 1989
- [4] *Simulation Modeling and Analysis*. A.M. Law, W.D. Kelton. Editorial McGraw-Hill. 1991
- [5] *Simulating Computer Systems*. M.H. MacDougall. Editorial MIT Press. 1987
- [6] *Probability and Statistics with Reliability, Queueing and Computer Science Applications*. K.S. Trivedi. Editorial Prentice-Hall. 1982
- [7] *Performance Models of Multiprocessor Systems*. M.A. Marsans, G. Balbo, G. Conte. Editorial MIT Press. 1986
- [8] *Modelling of Computer and Communication Systems*. I. Mitrani. Editorial Cambridge University Press. 1987
- [9] *QNAP2 version 9.3 User's Guide*. Simulog. 1996.
- [10] *Modelado de sistemas informáticos*. J.J. Serrano, R. Ors, V. Santonja, J. Molero, P. Gil. Servicio de Publicaciones de la UPV. Tomos I y II. SPUPV-94.689 y SPUPV-94.615. 1994
- [11] *Modèles de Systèmes et de Réseaux*. S. Fdida, G. Pujolle. Tomes 1 et 2. Editorial Eyrolles. 1989
- [12] *High-Performance, Reliable Secondary Storage*. ACM Computing Surveys, vol. 26, num. 2, June 1994
- [13] *A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)*. D.A. Patterson, G. Gibson, R.H. Katz. Proceedings of ACM SIGMOD, December 1988