



# Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática 62638 - Análisis y optimización de sistemas dinámicos. Aplicación a problemas de fabricación y tráfico

Guía docente para el curso 2010 - 2011

Curso: 1, Semestre: 0, Créditos: 4.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- Cristian Florentín Mahulea [cmahulea@unizar.es](mailto:cmahulea@unizar.es)
- Manuel Silva Suárez [silva@unizar.es](mailto:silva@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

#### Manuel Silva Suárez

[silva@unizar.es](mailto:silva@unizar.es)

#### Cristian Florentin Mahulea

[cmahulea@unizar.es](mailto:cmahulea@unizar.es)

### Actividades y fechas clave de la asignatura

- Inicio de las clases: febrero
  - Sesiones prácticas: en laboratorio y horario por determinar
  - Entrega de trabajos: junio (día por determinar)
- 

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Conoce conceptos básicos de lenguajes y técnicas de construcción de modelos de eventos discretos.

- 2:** Conoce y utiliza diversas técnicas de resolución de problemas de análisis y de optimización de sistemas discretos
- 3:** Es capaz de emplear herramientas para el estudio del comportamiento cualitativo y cuantitativo, así como la optimización de los sistemas dinámicos de eventos discretos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura consta de 4 créditos ECTS o 100 horas de trabajo del alumno. El Máster en Ingeniería de Sistemas e Informática tiene un bloque de asignaturas que forma al alumno en análisis formal de sistemas de eventos discretos impartido por profesores del grupo de Ingeniería de Sistemas de Eventos Discretos (GISED). Dentro de este bloque, la presente asignatura proporciona herramientas matemáticas formales básicas para el modelado, verificación y resolución de problemas de ingeniería de sistemas discretos en los que la optimización, tanto paramétrica como dinámica, desempeña un papel fundamental. Se hace énfasis en la formulación de modelos matemáticos y en las principales técnicas para su resolución, así como en dos importantes y complementarios dominios de aplicación: los sistemas de manufactura y los de tráfico rodado.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

La complejidad de los sistemas discretos concurrentes, hace que el análisis-verificación y la optimización de los mismos no sean tareas triviales. Por ello, se realiza una presentación a la vez descriptiva y formal de distintos problemas de análisis-verificación, optimización y control que se encuentran en muy diversas actividades de tipo industrial, centrando el ámbito aplicativo en los sistemas de manufactura y de tráfico rodado. Se consideran varios temas de análisis estructural (basados en teoría de grafos y programación matemática) y optimización, bajo un enfoque teórico-práctico. Entre estos, el estudio de la vivacidad, o el cálculo del (un) estado inicial (sub)óptimo. De este modo, el estudiante podrá desarrollar habilidades para resolver esta clase de problemas, pero considerando los fundamentos en que se basan las técnicas de resolución. Ello permitirá trabajar desde una base que posibilite su aproximación a temas de investigación. Los ejercicios pretenden familiarizar al alumno con la implementación de técnicas de análisis-verificación y de optimización empleando, esencialmente, el entorno de MATLAB.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Dentro del bloque de Ingeniería de Sistemas de Eventos Discretos, la presente asignatura proporciona herramientas matemáticas formales básicas para el modelado, verificación y resolución de problemas de ingeniería de sistemas discretos en los que la optimización, tanto paramétrica como dinámica. Se hace énfasis en la formulación de modelos matemáticos y en las principales técnicas para su resolución.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1:** Perfeccionar sus capacidades en el modelado de sistemas de eventos discretos concurrentes.

- 2: Aplicar técnicas de análisis formal para estudiar sus propiedades estructurales y comportamentales, tanto de tipo cualitativo (lógico) como cuantitativo (prestaciones).
- 3: Progresar en la identificación y formulación de problemas de optimización.
- 4: Aplicar métodos para la resolución de problemas de optimización, teniendo en cuenta las limitaciones computacionales intrínsecas (aplicación preferente a sistemas de manufactura y de tráfico).

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Las propiedades comportamentales de los sistemas discretos distribuidos son con frecuencia contra intuitivas (por ejemplo, no monotonía de vivacidad o de prestaciones). Por ello, al estudiante de ingeniería se le debe ofrecer un programa en que se combinen el rigor formal y la intuición. De aquí la relevancia de los objetivos planteados. Desde un punto de vista competencial, el alumno será capaz de abordar el estudio de una clase de sistemas que no permite su consideración con formalismos de modelado inherentes a los sistemas continuos (ecuaciones diferenciales, etc.). Así mismo sabrá evaluar las potencialidades y límites de las técnicas formales de optimización, así como tendrá la oportunidad de conocer – aunque de forma simplificada – metaheurísticas que le conduzcan a soluciones sub-óptimas o simplemente factibles, cuando el cálculo de una solución óptima no es factible computacionalmente. La adquisición de las competencias se reforzará al considerar problemas industriales de manufactura y de tráfico rodado.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1: Realización en laboratorio de dos prácticas tutoradas. En ellas se utilizará la herramienta MATLAB para el análisis y la optimización de los sistemas dinámicos discretos. Tiempo total de dedicación: 10 horas.
- 2: Exposición oral (unos 30 minutos) de un tema definido a partir de uno o más artículos o capítulos de libro, que le obligue al alumno a buscar referencias más actualizadas o complementarias. Tiempo total de dedicación: 10 horas.
- 3: Realización y exposición oral de un trabajo escrito (dirigido por alguno de los profesores del curso) sobre algún tema relacionado con el curso, donde muestre creatividad y capacidad de aplicación de conceptos y técnicas presentados en el curso. El trabajo debe ser el desarrollo (eventualmente en equipo) de un caso de estudio en el que muestre la adquisición de los conocimientos y habilidades reflejados en “Resultados de Aprendizaje”. Eventualmente, ello contemplará la exposición oral de uno o más artículos que definan el estado del arte en alguno de los temas involucrados en la materia. Se estima que el trabajo deberá poder realizarse con unas 20 horas de dedicación.

### **Criterios de evaluación**

#### **Criterios de evaluación**

La asistencia continuada a clase y la realización de las dos prácticas de laboratorio puntúa como máximo 4. La segunda actividad *ut supra* se valora como máximo en 3 puntos, mientras que la tercera, de la mayor creatividad y muestra de madurez, se evalúa en otros 3 puntos.

Los estudiantes no presenciales podrán aprobar la asignatura si realizan un trabajo de unas 70h de dedicación (las 40 de la asistencia al curso + las 30 de las actividades segunda y tercera). Este trabajo deberá "obligarles" a adquirir los

conocimientos que deberían asimilar asistiendo a clase.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

1. La presentación de los contenidos de la asignatura en clases magistrales por parte de los profesores.
2. El estudio personal de la asignatura por parte de los alumnos y la presentación de los resultados en clases o seminarios.
3. El desarrollo de prácticas por parte de los alumnos, guiadas por los profesores, que desarrollan los conocimientos teóricos.

### Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:** Motivación y dominios de aplicación.
- 2:** Geometría convexa (dualidad y alternativas), Programación lineal y variantes
- 3:** Análisis estructural y verificación de modelos autónomos de eventos discretos
- 4:** Análisis estructural y verificación de modelos temporizados de eventos discretos
- 5:** Programación entera (y mixta)
- 6:** Búsqueda en árboles.
- 7:** Programación dinámica.
- 8:** Introducción a métodos meta heurísticos de optimización.
- 9:** Aproximación al control predictivo.

### Planificación y calendario

#### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases tendrán lugar los lunes de 16:00 a 18:00 (según el calendario del Máster ya publicado) durante un cuatrimestre.

### Documentos de referencia

#### Documentos de referencia

- A. Bemporad, M. Morari, and N.L. Ricker, *Model Predictive Control Toolbox for Matlab - User's Guide*, The Mathworks, Inc., 2004. [<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/mpc/>]

- S. Boyd and L. Vandenberghe, *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.  
[<http://www.stanford.edu/~boyd/cvxbook/>]
- R. David, H. Alla: *Discrete, Continuous and Hybrid Petri Nets*, Springer-Verlag, Berlin (revised-extended 2<sup>nd</sup> edition, 2010).
- F. DiCesare, G. Harhalakis, J.M. Proth, M. Silva and F. Vernadat, *Practice of Petri Nets in Manufacturing*, Chapman and Hall, London, Tokyo, Melbourne, 1993.
- R. Fletcher, *Practical Methods of Optimization*. 2<sup>nd</sup> edition, John Wiley & Sons, 1981.
- F. Glover, G.A. Kochenberger (Eds.), *Handbook of Metaheuristics*. Kluwer Academic Press, 2003.
- J.M. Maciejowski, *Predictive Control with Constraints*, Prentice Hall, Harlow, UK, 2002
- M. Silva, *Las Redes de Petri: en la Automática y la Informática*, AC, 1985.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**