

## **Máster en Ingeniería Industrial**

### **60821 - Evaluación y control de sistemas de producción**

**Guía docente para el curso 2015 - 2016**

**Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

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

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Por razones pedagógicas y de contenidos es recomendable que el alumno haya cursado con aprovechamiento asignaturas de Ingeniería de Control y de Matemáticas.

El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso, son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura. Es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asistencia del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello.

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico, que podrá ser consultado en la web del centro (<http://eina.unizar.es/>). La relación y fecha de las diversas actividades, junto con toda la documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (ADD, <http://add.unizar.es/>). A título orientativo, cada semana hay programadas 3 horas de clases en aula y aproximadamente cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.

---

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

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

**1:**

Modelar sistemas de producción de propósito general utilizando formalismos de sistemas de eventos discretos concurrentes. El alumno se formará en el modelado con redes de Petri de los siguientes tipos de sistemas de producción: sistemas de manufactura, sistemas logísticos, sistemas de flujo de trabajo y sistemas de planificación y control de robots móviles.

- 2:** Aplicar técnicas de análisis formal para estudiar propiedades (estructurales y comportamentales) de tipo cualitativo (lógico) y cuantitativo (temporizado), utilizando herramientas informáticas de modelado, simulación y análisis.

**3:**

Aplicar técnicas de control (supervisor) de sistemas de eventos discretos, tanto temporizados como no.

**4:**

Elaborar documentación relativa a los sistemas de eventos discretos y expresarla públicamente de forma escrita y oral.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

Una gran cantidad de procesos dinámicos creados por el hombre puede modelarse por medio de sistemas de eventos discretos. Algunos ejemplos de dichos procesos son: circuitos digitales, programas distribuidos, sistemas de manufactura, sistemas logísticos, sistemas de telecomunicaciones, etc. Varios formalismos han sido propuestos para el análisis de sistemas de eventos discretos, por ejemplo: álgebras de procesos, procesos estocásticos, autómatas y redes de Petri. En esta asignatura se utilizan principalmente las redes de Petri, por su poder de modelado y la existencia de una cantidad significativa de resultados y enfoques metodológicos de gran alcance.

La asignatura presenta las herramientas básicas y los conceptos fundamentales necesarios para poder llevar a cabo el modelado, análisis y diseño de sistemas discretos con énfasis en los sistemas de fabricación. Se estudiarán propiedades cuantitativas y cualitativas de estos tipos de sistemas considerándose casos de estudio relacionados con sistemas de manufactura, sistemas logísticos, sistemas de flujo de trabajo y sistemas de planificación y control de robots móviles. También se presentarán técnicas de estimación de estado y de control de sistemas de eventos discretos.

---

## 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:

El objetivo general de éste curso es proporcionar a los alumnos conocimientos de modelado, análisis y control de sistemas discretos concurrentes, sean distribuidos o no, con aplicación principal a los sistemas de producción. Los sistemas de producción serán entendidos de un propósito general, estudiándose aplicaciones en cuatro áreas de aplicación: sistemas de manufactura, sistemas logísticos, sistemas de flujo de trabajo (workflow) y sistemas de planificación y control de grupos de robots móviles. Empleando métodos formales basados en el paradigma de redes de Petri, el curso:

1. Introducirá los conceptos fundamentales del modelado matemático de los sistemas discretos concurrentes;
2. Presentará las técnicas básicas de análisis comportamental y estructural desde un punto de vista cualitativo (propiedades lógicas del modelo, por ejemplo, el estudio de la vivacidad) y desde un punto de vista cuantitativo (propiedades temporizadas del modelo, por ejemplo, evaluación de prestaciones);
3. Mostrará las técnicas más utilizadas de control de los sistemas discretos autónomos (no temporizados) y temporizados;
4. Se abordarán técnicas de implementación de sistemas tolerantes a fallos.

Los ejercicios pretenden familiarizar al alumno con la utilización de herramientas informáticas para analizar propiedades cualitativas y cuantitativas básicas, con las técnicas de control y detección de fallos, de los modelos de sistemas de producción, entendidos estos en un sentido general.

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

**Evaluación y Control de Sistemas de Producción** es una asignatura optativa de 6 créditos ECTS de segundo curso del Máster Universitario en Ingeniería Industrial. Los contenidos de esta asignatura se enmarcan dentro de la materia de **Automatización industrial y robótica**. El objetivo general es proporcionar a los alumnos conocimientos de modelado y análisis de sistemas discretos concurrentes, sean distribuidos o no con aplicación a los sistemas de producción.

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

1:

Competencias genéricas:

- Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de: métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc. (CG1)
- Proyectar, calcular y diseñar productos, procesos, instalaciones y plantas. (CG2)
- Dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares. (CG3)
- Realizar investigación, desarrollo e innovación en productos, procesos y métodos. (CG4)
- Realizar la planificación estratégica y aplicarla a sistemas tanto constructivos como de producción, de calidad y de gestión medioambiental. (CG5)
- Gestionar técnica y económicamente proyectos, instalaciones, plantas, empresas y centros tecnológicos. (CG6)
- Poder ejercer funciones de dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos I+D+i en plantas, empresas y centros tecnológicos. (CG7)
- Aplicar los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares. (CG8)
- Saber comunicar las conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades. (CG10)
- Poseer las habilidades de aprendizaje que permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo. (CG11)

2:

Competencias específicas:

- Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos. (CM2)
- Conocimiento y capacidad para proyectar, calcular y diseñar sistemas integrados de fabricación. (CM8)
- Conocimientos y capacidades para organizar y dirigir empresas. (CM9)
- Conocimientos y capacidades de estrategia y planificación aplicadas a distintas estructuras organizativas. (CM10)
- Conocimientos de sistemas de información a la dirección, organización industrial, sistemas productivos y logística y sistemas de gestión de calidad. (CM13)
- Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica. (CM16)
- Capacidad para el diseño, construcción y explotación de plantas industriales. (CM17)

- Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos. (CM22)

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

El uso de modelos matemáticos como instrumentos de evaluación de propiedades de sistemas discretos distribuidos es un requisito fundamental para los estudiantes de ingeniería. De aquí la relevancia de los objetivos planteados. Las competencias que se van a adquirir permitirá al alumno estudiar y analizar una clase de sistemas que no permite su consideración con formalismos de modelado inherentes a los sistemas continuos (ecuaciones diferenciales, etc.). Comportamientos descritos mediante redes de alto nivel permitirá una mejor intuición sobre el comportamiento del sistema descrito.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

De acuerdo con la normativa de la Universidad de Zaragoza la evaluación de esta asignatura es de tipo progresivo. La calificación final se basará en las siguientes evaluaciones:

1. Evaluación de las prácticas de laboratorio: realizada a lo largo del curso (en cada sesión de prácticas), en base al estudio previo, desarrollo del trabajo, elaboración de memorias o resolución de cuestiones (entre 0-30% de la nota final).
2. 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. (entre 30-100% de la nota final).
3. Prueba escrita individual: compuesta por cuestiones de tipo teórico práctico y problemas (entre 0-50% de la nota final).

**2:**

En caso de que un estudiante no haya realizado a lo largo del curso alguna de las actividades evaluadas en los puntos anteriores, cada convocatoria oficial contemplará las pruebas individuales globales a realizar que permitan evaluar dichas actividades.

---

## **Actividades y recursos**

---

### **Presentación metodológica general**

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

El proceso de enseñanza se desarrollará en cinco niveles principales:

- Clases de teoría: En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas de la asignatura, ilustrándose con ejemplos.
- Resolución de casos: En las clases de problemas se desarrollarán ejemplos relacionados con los contenidos de la asignatura.

- Trabajos: Se llevarán a cabo actividades de aprendizaje, tutelado por los profesores, a realizar a lo largo del semestre. En los trabajos se aplicarán los conocimientos y aptitudes de forma gradual, sirviendo como entrenamiento, profundización y autoevaluación.
- Laboratorio: Se desarrollarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, supervisadas por los profesores. En ellas aplicarán gradualmente sus conocimientos teóricos.
- Estudio personal continuado por parte de los alumnos.

## **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: TRABAJO PRESENCIAL:**

#### **1) Clase presencial.**

Clases magistrales de contenidos teóricos y prácticos. Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

##### BLOQUE 1: Modelado

1. Introducción a los sistemas dinámicos de eventos discretos. Conceptos básicos e interés de ésta clase de sistemas.
2. Redes de Petri: definición y ejemplos básicos de modelado.
3. Modelado de sistemas de producción con redes de Petri: sistemas de manufactura (SM), sistemas de flujo de trabajo (SFT), sistemas logísticos (SL) y sistemas de planificación y control de grupos de robots móviles (SRM).
4. Definición e interpretación de propiedades de los sistemas de producción en los modelos discretos.

##### BLOQUE 2: Evaluación y Análisis

1. Análisis cualitativo: bloqueos, vivacidad y reversibilidad (con énfasis aplicativo en SM).
2. Análisis cuantitativo: evaluación de prestaciones (con énfasis aplicativo en SL).

##### BLOQUE 3: Estimación y Control

1. Control de sistemas no temporizados: prevención y evitación de bloqueos (con énfasis aplicativo en SM).
2. Control de redes de Petri temporizadas (con énfasis aplicativo en SFT).
3. Planificación de trayectorias (con énfasis aplicativo en SRM).
4. Diagnóstico, espías y códigos para detección y corrección de fallos (con énfasis aplicativo en SM)
5. Implementación de sistemas discretos (con énfasis aplicativo en SFT).

#### **2) Clases de problemas y resolución de casos**

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Parte de esta actividad estará dedicada a los contenidos relacionados con la presentación de los casos a tratar en los trabajos de asignatura propuestos.

#### **3) Prácticas de laboratorio**

El estudiante realizará en los laboratorios del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas (Edificio Ada Byron) un conjunto de prácticas usando ordenador.

Las prácticas a realizar serán:

1. Modelado de sistemas concurrentes.
2. Análisis cualitativo asistido por ordenador de sistemas de manufactura.
3. Análisis de prestaciones de sistemas logísticos utilizando modelos estocásticos.

4. Control de sistemas de flujo de trabajo utilizando modelos “coloreados” (con concepto de tipo de datos).

5. Planificación y control de robots móviles.

**2: TRABAJO NO PRESENCIAL:**

**4) Trabajos de asignatura**

Actividades que el estudiante realizará en referencia a los trabajos de asignatura asignados.

**5) Estudio personal**

Estudio personal del estudiante, relacionado con la teoría, la realización de problemas y la preparación previa de las prácticas de laboratorio.

## **Planificación y calendario**

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

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web).

Los horarios de tutoría de los profesores del Departamento de Informática e Ingeniería de sistemas que imparten la asignatura se pueden encontrar en: <http://diis.unizar.es/ConsultaTutorias.php>

El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación. Podrá consultarse en <http://add.unizar.es>

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