



Máster en Ingeniería Electrónica 67229 - Modelado y control de sistemas electrónicos de potencia

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Abelardo Martínez Iturbe** amiturbe@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Se recomienda estar cursando o haber cursado la asignatura obligatoria "Sistemas Electrónicos Avanzados". Además se recomienda tener conocimientos de

- Electrónica analógica
- Electrónica industrial
- Electrónica de potencia
- Máquinas eléctricas

El estudio y trabajo continuado son muy recomendables para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura.

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 (el cual podrá ser consultado en la página web del centro).

A título orientativo:

- **Período de clases:** primer cuatrimestre (Otoño).
- **Clases de teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas clases de teoría y/o problemas-casos en el aula.
- **Sesiones prácticas de laboratorio:** el estudiante realizará sesiones prácticas de laboratorio y entregará trabajos asociados a las mismas.
- **Entrega de trabajos:** se informará adecuadamente en clase de las fechas y condiciones de entrega.
- **Examen:** habrá un examen de 1ª convocatoria y otro de 2ª convocatoria en las fechas concretas que indique el centro.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1: Conoce y es capaz de diferenciar modelos de gran señal, modelos promediados y modelos linealizados de los sistemas de potencia.
- 2:
Es capaz de obtener los modelos dinámicos de los de convertidores electrónicos de potencia
- 3:
Conoce los métodos de modelado de promediado en el espacio de estado, promediado del circuito y promediado del interruptor. Sabe obtener del modelo canónico de circuito
- 4:
Sabe analizar las funciones de transferencia obtenidas. Sabe medir la función de transferencia, diseñar el controlador, conoce el efecto del filtro de entrada en la función de transferencia. Sabe especificar el filtro de entrada.
- 5:
Es capaz de simular sistemas electrónicos de potencia industriales.
- 6:
Es capaz de describir, en coordenadas de PARK y de CLARK la dinámica de sistemas eléctricos de potencia.
- 7:
Es capaz de diseñar y controlar sistemas de electrónica de potencia para el intercambio bidireccional de energía.
- 8:
Es capaz de diseñar y controlar sistemas electrónicos de potencia para el control de máquinas eléctricas.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

“Modelado y control de sistemas electrónicos de potencia” es una asignatura que forma parte de la materia optativa “Electrónica para sistemas de potencia” del Máster Universitario en Ingeniería Electrónica. Es una asignatura de 5 créditos ECTS que equivalen a 125 horas totales de trabajo del estudiante.

En la asignatura se desarrolla en dos partes,

a) la primera aborda el análisis, modelado, diseño y caracterización experimental de los elementos utilizados en el ámbito de la electrónica de potencia. De forma específica, la asignatura se centra en los elementos de los convertidores conmutados, en sus modelos de gran y pequeña señal con el objeto de poder integrarlos en esquemas de control en lazo cerrado.

b) en la segunda parte se orienta al alumno hacia la aplicación. Se abordan los sistemas electrónicos de potencia para el control de máquinas eléctricas y los sistemas electrónicos de potencia para el control del intercambio bidireccional de energía. La exposición teórica se realizará una vez que *los alumnos* hayan *ubicado* e *identificado el problema* que se trata de resolver. Las prácticas de laboratorio servirán para validar los aspectos más relevantes de la formación.

Teniendo en cuenta que el ámbito de la asignatura es un máster de investigación, se tratarán temas teóricos y se trabajará con herramientas avanzadas que permitan abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de los sistemas electrónicos de potencia.

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 de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos del diseño sistemas para aplicaciones de electrónica de potencia y en el conocimiento de las técnicas de análisis, simulación y principales ámbitos en que se aplican estos sistemas.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura se enmarca dentro de la materia optativa “Electrónica para sistemas de potencia” del máster. En el contexto actual: los sistemas electrónicos de gran potencia juegan un papel determinante en la optimización y mejora de los sistemas que gestionan la energía eléctrica y es una de las tecnologías clave que permitirá alcanzar los objetivos de Kioto. Los sistemas electrónicos de gran potencia están presentes en aerogeneradores, tracción ferroviaria, propulsión naval, generación hidráulica, interconexión de redes eléctricas, industria pesada (acerías, cementeras, papeleras, etc...), etc... Por todo ello prácticamente todos los programas de I+D+I promovidos por las diferentes instituciones identifican la Electrónica de Potencia como una de las tecnologías clave en el desarrollo sostenible del futuro.

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

1:

COMPETENCIAS BÁSICAS:

CB6. Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7. Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB10. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida auto dirigido o autónomo.

2:

COMPETENCIAS GENERALES:

CG1. Capacidad para el modelado físico-matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la Ingeniería Electrónica y campos multidisciplinares afines.

CG2. Capacidad para proyectar y diseñar productos, procesos e instalaciones en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

CG4. Capacidad para abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

3:

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

CE3. Capacidad de analizar y diseñar componentes y sistemas electrónicos de potencia avanzados para el procesamiento de energía con alta eficiencia.

CE4. Capacidad de especificar, caracterizar y diseñar componentes y sistemas electrónicos complejos en aplicaciones industriales y domésticas.

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

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster en Ingeniería Electrónica, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas, así como abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito del diseño de sistemas electrónicos potencia, o desempeñar adecuadamente una labor profesional en el mencionado ámbito.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:
Examen final escrito (30%):

Estará compuesto por la resolución de casos prácticos que incluyen cuestiones teórico-prácticas y problemas. Se realizará en las convocatorias oficiales. Se valorará la corrección de las respuestas y los desarrollos de análisis, diseños y resultados numéricos.

Calificación (C1) de 0 a 3 puntos, supondrá el 30% de la calificación global del estudiante. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima en este apartado de 1.5 puntos sobre 3.

2:
Prácticas de laboratorio y trabajos asociados (70%):

Se valorarán los trabajos asociados a las prácticas, así como la capacidad de montaje o simulación de circuitos electrónicos y el manejo del instrumental por parte de los estudiantes en el laboratorio.

El trabajo asociado a cada práctica de laboratorio, a entregar por los estudiantes después de la sesión práctica, se compondrá de los ejercicios preparatorios previos a la práctica, a elaborar antes de la sesión, y del informe de los resultados de la sesión práctica correspondiente.

Calificación (C2) de 0 a 7 puntos, supondrá el 70% de la calificación global del estudiante. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima en este apartado de 3 puntos sobre 7.

3:
Examen de laboratorio:

De este examen estarán eximidos los estudiantes que durante el curso hayan obtenido una calificación C2 de la parte de prácticas de laboratorio y trabajos asociados mayor o igual que 3 puntos sobre 7. El examen se realizará en las convocatorias oficiales.

Calificación (C2') de 0 a 7 puntos, supondrá el 70% de la calificación global del estudiante. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima en este apartado de 3 puntos sobre 7.

4:
Calificación global:

La calificación global de la asignatura (sobre 10 puntos) será $C1 + C2$ (ó $C2'$), siempre que $C1$ sea mayor o igual que 1.5 y $C2$ (ó $C2'$) sea mayor o igual que 3. En otro caso, la calificación global de la asignatura será el mínimo entre $C1 + C2$ (ó $C2'$) y 4. La asignatura se supera con una calificación global mayor o igual que 5 puntos sobre 10.

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 tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio, con creciente participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas del modelado y control de sistemas electrónicos de potencia.
- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y diseños representativos con la participación de los estudiantes.

- Se realizarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos en las que se realizarán simulaciones y trabajos experimentales relacionados con los temas desarrollados en clase.

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:

Actividades presenciales (2 ECTS, 50 horas):

A01 Clase magistral (22 horas)

En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la materia y se realizarán un conjunto de problemas representativos. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.

Programa de la asignatura:

- T1. Modelado exacto de convertidores estáticos.
- T2: Modelado promediado de convertidores estáticos.
- T3: Linealización de sistemas no lineales.
- T5: Sistemas electrónicos de potencia para el control de máquinas eléctricas.
- T6: Sistemas electrónicos de potencia para conversión bidireccional de energía eléctrica.

A02 Resolución de problemas y casos (12 horas)

En esta actividad se resolverá un conjunto de problemas representativos. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Los materiales que se expondrán en las clases magistrales estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente

A03 Prácticas de laboratorio (12 horas)

Las prácticas están estructuradas en 8 sesiones de 1,5 horas cada una. Los enunciados de las prácticas estarán a disposición de los alumnos a en el Anillo Digital Docente.

A06 Tutela de trabajos (2 horas)

Tutela personalizada profesor-estudiante para los trabajos docentes.

A08 Pruebas de evaluación (2 horas)

La actividad de evaluación comprende la realización del examen y la revisión de las calificaciones del examen y de los trabajos.

2:

Actividades no presenciales (3 ECTS, 75 horas):

A06 Trabajos docentes (20 horas)

En esta actividad se realizarán los trabajos relacionados con las prácticas. Los trabajos se realizarán en grupos de dos personas.

A07 Estudio (55 horas)

Esta actividad comprende tanto el estudio personal encaminado a lograr el seguimiento adecuado de la asignatura, la realización de las prácticas, la preparación del examen y las tutorías.

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). El resto de actividades se planificará en función del número de

alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

Materiales bibliográficos recomendados

1:

Materiales docentes básicos:

- Disponibles en <http://moodle2.unizar.es>
- Transparencias **de la asignatura**: son considerados los apuntes de la asignatura.
- **Guiones de prácticas**.
- **Materiales docentes complementarios**: conjunto de materiales de utilidad para la asignatura: catálogos de fabricantes, hojas de características de componentes, manuales de instrumentación de laboratorio, etc.

2:

Textos de referencia:

- Fundamentals of Power Electronics, 2ª Ed. R. W. Erickson, D. Maksimovic, Kluwer, 2001. (II Converter dynamics and control, Cap. 7, AC Equivalent Circuit Modeling, Cap. 8 Converter transfer Functions, Cap. 9 Controller Design, Cap. 10 Input filter Design, Cap. 11, AC and DC Equivalent Circuit Modelling of the Discontinuous Conduction Mode, Cap. 12 Current Programmed Control)
- A. Barrado, A. Lázaro, *Problemas de Electrónica de Potencia*. Pearson Prentice Hall, 2007. (Problemas: 6.45, 6.46, 6.48, 6.49, 6.50, 4.44, 8.20 y 8.21)
- N. Mohan, T. M. Undeland and W. P. Robbins, *Power Electronics: Converters, Applications and Design*. John Wiley & Sons, 2003.
- Pulse-width Modulated DC-DC Power Converters, Marian K. Kazimierczuk, Wiley, 2008, (Cap. 10 Small-signal Models of PWM Converters for CCM and DCM)
- Réglage de systèmes d'électronique de puissance, Hansruedi Bühler, Vol. 1 Presses Polytechniques et universitaires romandes, 1997, (Cap. 2 Modélisation des convertisseurs statiques)

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Erickson, Robert W.. Fundamentals of power electronics / Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic . - 2nd ed., 6th print. New York : Springer, 2004
- Problemas de electrónica de potencia / coordinación y revisión técnica Andrés Barrado Bautista, Antonio Lázaro Blanco . - [Reimp.] Madrid [etc.] : Pearson Educación, D.L. 2012