



Guía docente

340601 - MCME-R1009 - Modelado y Control de Máquinas Eléctricas

Última modificación: 03/04/2024

Unidad responsable: Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú

Unidad que imparte: 709 - DEE - Departamento de Ingeniería Eléctrica.

Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL (Plan 2012). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024

Créditos ECTS: 5.0

Idiomas: Catalán, Castellano

PROFESORADO

Profesorado responsable: Balduí Blanqué Molina

Otros: Balduí Blanqué Molina

CAPACIDADES PREVIAS

Conocimientos de máquinas eléctricas así como de su principio de funcionamiento y ecuaciones fundamentales.

Conocimientos de electrónica de potencia a nivel básico de los convertidores de estado sólido más usados en motores .

Dispositivos semiconductores aplicados a convertidores y los circuitos asociados al acondicionamiento de la medida, la señal y su protección.

Teoría de sistemas, diagramas de bloques, análisis de sistemas y diseño de controladores y drivers.

Conocimientos de Matlab/Simulink

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

1. CC03 - Capacidad para modelar cualquier tipo de máquina eléctrica y simular su comportamiento electromecánico.
2. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.
4. CG02 - Capacidad de aplicar las técnicas de control y regulación de las máquinas eléctricas para el control de movimiento.
5. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.
6. CG01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar la dinámica de sistemas complejos que deben ser controlados para alcanzar ciertas prestaciones de funcionamiento exigentes a nivel operativo y a nivel de seguridad, teniendo en cuenta las restricciones de sus componentes y la posibilidad de fallos en el sistema de control.
7. CC01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar los sistemas de control avanzados que permitirán al sistema dinámico tener un comportamiento acorde a las prestaciones de funcionamiento exigidas.
8. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos, automáticos y robóticos

Transversales:

3. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Clases en grupo grande: En estas clases se impartirá la teoría usando el método; expositivo, combinando la clase expositiva con la participativa orientada a la resolución de problemas, para adquirir los conocimientos, habilidades y competencias propias de la asignatura.

También se utilizarán técnicas de gestión de proyectos ágiles, usando metodologías como SCRUM para abordar el estudio y montaje de los accionamientos en un entorno de trabajo de equipo multidisciplinar, aportando las mejores soluciones de aplicación.

Se realizarán actividades de corta duración con problemas, exposiciones, actividades de síntesis, autoevaluaciones y evaluaciones entre compañeros.

En el aula informàtica se ilustrarán los conceptos teóricos con ejemplos de simulación muy intuitivos y orientados al autoaprendizaje, para mejorar la asimilación de los conceptos avanzados de la asignatura.

Clases en grupos pequeños: En estas actividades se desarrollarán las prácticas de laboratorio utilizando una metodología basada en problemas (PBL) donde para conseguir finalizar los proyectos (pràctiques) se organiza a los estudiantes en equipos de trabajo estructurados.

Los equipos de trabajo se tendrán que autoorganizar y planificar mediante el aprendizaje cooperativo con los conocimientos y recursos existentes, para conseguir obtener como resultado el trabajo requerido. En la medida de lo posible se utilizará la metodología AGILE, haciendo servir diferentes herramientas para abordar el estudio y montaje de los accionamientos trabajando en equipo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Profundizar en el modelado y en el control de los accionamientos eléctrico.
2. Se prestará especial atención al modelado de todas las etapas que constituyen un accionamiento y su simulación utilizando programas comerciales como Matlab/Simulink. (Convertidor de potencia, drivers, sensores, interfaces, etc)
3. En las prácticas de laboratorio se introducirá a los estudiantes en las particularidades del control de los accionamiento más utilizados actualmente en la industria, introduciendo las técnicas de prototipado rápido (DSPACE) para la implementación real usando DSP's.

EN GENERAL:

Las aplicaciones usando accionamientos eléctricos requieren de controles de posición, velocidad y par. Hoy en día las aplicaciones en procesos industriales automatizados y el transporte como vehículos eléctrico y trenes utilizan un control preciso y eficiente del movimiento. Un correcto diseño de todo el conjunto minimiza el consumo de energía así como el tamaño y el peso de las máquinas que lo accionan. En esta asignatura se tratan los diferentes sistemas utilizados en el movimiento de accionamientos (motores, sensores, convertidores, protocolos, estándares y métodos de control) para una amplia variedad de sectores industriales.

La asignatura pretende ofrecer una visión amplia de todo el conjunto aplicado a procesos industriales reales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	80,0	64.00
Horas grupo grande	22,5	18.00
Horas grupo pequeño	22,5	18.00

Dedicación total: 125 h

CONTENIDOS

1. Introducción al accionamientos eléctricos aplicados al control de velocidad, posición y par.

Descripción:

Introducció als tipus d'accionaments, sistemes elèctrics i mecànics.

Competencias relacionadas:

CC04. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Actividades dirigidas: 1h

Aprendizaje autónomo: 1h

2. Modelado dinámico, Simulación y Control de las máquinas eléctricas básicas (Continua e Inducción).

Descripción:

El modelado y la simulación de los accionamientos eléctricos nos permiten comprobar el funcionamiento de estos sin la necesidad de disponer de ellos físicamente, aunque los resultados son aproximados en función de la precisión del modelo. En este punto se mostrarán los diferentes sistemas de modelar que existen para accionamiento eléctricos y se presentarán los primeros modelos de máquina de continua y motor de inducción, realizando la simulación de estos de forma análoga a lo que se experimentará en el laboratorio.

Objetivos específicos:

1. Distinguir los diferentes tipos de modelado, relacionados con los parámetros que se desean analizar u observar en la simulación.
2. Saber configurar un accionamiento básico completo (Convertidor, drivers, sensores, motor, carga, etc) tanto en la simulación como en el laboratorio emulando o usando una aplicación real.
3. Comparar los resultados obtenidos y mejorarlos para una aplicación concreta.
4. Comprender como interactúan entre si las diferentes variables eléctricas y mecánicas, para saber como controlarlas.
5. Ajustar los diferentes bloques que intervienen en el funcionamiento del accionamiento.
6. Proponer y comprobar diferentes soluciones para un modelado orientado a resultados (En función de que se quiere observar; velocidad, rendimiento, corriente de bus, rizado de par, etc) evaluando el coste que esto tiene y los recursos necesarios para ello.

Actividades vinculadas:

Ejercicios de conceptos básicos : Se realizan aplicando la simulación para dar apoyo experimental a los conceptos teóricos explicados en la clase de teoría. Alguno de estos ejercicios serán del tipo E1 evaluable y otros del mismo tipo, pero no evaluables. Prácticas de laboratorio: Donde se obtienen los parámetros de los motores que se va a modelar y luego simular. Además también se contrastan los resultados dinámicos obtenidos en la simulación con los obtenidos en el laboratorio. Pudiéndose observar a que se deben las similitudes y las diferencias. Práctica 1-2-3

Competencias relacionadas:

CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.

CC04. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.

CC03. CC03 - Capacidad para modelar cualquier tipo de máquina eléctrica y simular su comportamiento electromecánico.

CG04. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos, automáticos y robóticos

Dedicación: 16h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h



(CAST) Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.

Descripción:

Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.

Dedicación: 11h 40m

Grupo grande/Teoría: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 20m

Actividades dirigidas: 1h 40m

Aprendizaje autónomo: 1h 40m

4. Modelat i control d'accionaments no convencionals.

Descripción:

Modelat i control d'accionaments de Reluctància Autoconmutats.

Modelat i control d'accionaments lineals.

Competencias relacionadas:

CG01. CG01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar la dinámica de sistemas complejos que deben ser controlados para alcanzar ciertas prestaciones de funcionamiento exigentes a nivel operativo y a nivel de seguridad, teniendo en cuenta las restricciones de sus componentes y la posibilidad de fallos en el sistema de control.

CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.

CG02. CG02 - Capacidad de aplicar las técnicas de control y regulación de las máquinas eléctricas para el control de movimiento.

CC04. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.

CC03. CC03 - Capacidad para modelar cualquier tipo de máquina eléctrica y simular su comportamiento electromecánico.

CC01. CC01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar los sistemas de control avanzados que permitirán al sistema dinámico

tener un comportamiento acorde a las prestaciones de funcionamiento exigidas.

CG04. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos, automáticos y robóticos

05 TEQ. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Dedicación: 6h

Grupo grande/Teoría: 1h

Grupo pequeño/Laboratorio: 1h

Actividades dirigidas: 2h

Aprendizaje autónomo: 2h

ACTIVIDADES

E1. Ejercicios de concepto (20%)

Descripción:

En esta actividad se reforzarán, mediante la simulación, desarrollando en el laboratorio o haciendo ensayos, los conceptos explicados en las clases presenciales, consolidando y reforzando los objetivos específicos. Para ello en algunas de las sesiones se realizarán ejercicios presenciales en clase para ilustrar conceptos explicados, de forma individual o en grupos reducidos que pueden ser evaluables como ejercicio de concepto.

Objetivos específicos:

Adquirir los conocimientos necesarios per a una correcta interpretació dels continguts desenvolupats a les sessions de grups grans, resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura i desenvolupament de les competències específiques. Desenvolupament de la competències CG7 Capacitat de promoure l'aprenentatge autònom.

Material:

Se realizarán en aula informàtica con Matlab/Simulink. También el estudiante podrá traer su portatil. Guión del ejercicio obtenido del campus digital. Se podran realizar en laboratorios de motores eléctricos con convertidores industriales. Se entregaran dispositivos discretos de medida (encoders, resolvers, sensores hall de corriente, etc) Se utilizará una Plataforma DSPACE. Laboratorio abierto con acceso libre para el desarrollo.

Entregable:

Se entregará un informe de resultados siguiendo lo que dice el guión y la suma de todos los ejercicios otorgará un 20% de la nota final. Inicialmente hay prevista la realización de cuatro ejercicios con un peso de 5% cada uno. En el caso de que se realicen más o menos ejercicios la suma de todos ellos dará un 20% sobre el total

Competencias relacionadas:

CC01. CC01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar los sistemas de control avanzados que permitirán al sistema dinámico tener un comportamiento acorde a las prestaciones de funcionamiento exigidas.
CG02. CG02 - Capacidad de aplicar las técnicas de control y regulación de las máquinas eléctricas para el control de movimiento.
CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.
CG04. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos,automáticos y robóticos
CG01. CG01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar la dinámica de sistemas complejos que deben ser controlados para alcanzar ciertas prestaciones de funcionamiento exigentes a nivel operativo y a nivel de seguridad, teniendo en cuenta las restricciones de sus componentes y la posibilidad de fallos en el sistema de control.
CC04. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.
05 TEQ. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Dedicación: 5h

Aprendizaje autónomo: 2h
Actividades dirigidas: 2h
Grupo grande/Teoría: 1h



Ep. Examen parcial (20%)

Descripción:

Esta actividad consta de dos ejercicios que se realizan de modo individual y puntua un 20% de la nota de la asignatura:

- 1) Examen Parcial tipo test de los contenidos de los temas (1,2 i 3) para accionamientos, motor de corriente continua y motor de inducción.
- 2) Simulación del motor de continua y motor de inducción en una aplicación, obteniendo las características pedidas en el ejercicio.

Material:

- 1) Examen tipo test en una hoja única.
- 2) Enunciado de los ejercicios a simular.

Entregable:

- 1) Se entregará la misma hora donde se han anotado las respuestas del test. (10% de la Nota final)
- 2) Se entregará la misma hoja de enunciado con las respuestas correctas, después de simular y con las observaciones oportunas de cada ejercicio. (10% de la Nota final)

Competencias relacionadas:

CG04. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos, automáticos y robóticos

CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.

CG02. CG02 - Capacidad de aplicar las técnicas de control y regulación de las máquinas eléctricas para el control de movimiento.

CC03. CC03 - Capacidad para modelar cualquier tipo de máquina eléctrica y simular su comportamiento electromecánico.

CG01. CG01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar la dinámica de sistemas complejos que deben ser controlados para alcanzar ciertas prestaciones de funcionamiento exigentes a nivel operativo y a nivel de seguridad, teniendo en cuenta las restricciones de sus componentes y la posibilidad de fallos en el sistema de control.

Dedicación: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h

E_lab. Evaluación de prácticas (20%)

Competencias relacionadas:

CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.

Dedicación: 1h

Grupo grande/Teoría: 1h

Ef. Exàmen final (20%)

Descripción:

Esta actividad consta de dos ejercicios que se realizan de modo individual y puntua un 30% de la nota de la asignatura:

- 1) Examen Parcial tipo test de los contenidos de los temas (4,5 i 6) para accionamientos, motor de continua, motor de inducción, motor síncrono y motor de Reluctancia Autoconmutado.
- 2) Simulación del motor síncrono y motor de Reluctancia Autoconmutado en una aplicación, obteniendo las características pedidas en el ejercicio.

Dedicación: 2h

Grupo grande/Teoría: 2h



ET. Trabajo práctico (20%)

Descripción:

Trabajo en equipo de puesta en marcha de un accionamiento aplicado.

Competencias relacionadas:

CC03. CC03 - Capacidad para modelar cualquier tipo de máquina eléctrica y simular su comportamiento electromecánico.

CC01. CC01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar los sistemas de control avanzados que permitirán al sistema dinámico

tener un comportamiento acorde a las prestaciones de funcionamiento exigidas.

CG03. CG03 - Capacidad para conjugar diversos bloques funcionales electrónicos para conseguir un sistema complejo.

CG01. CG01 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar y caracterizar la dinámica de sistemas complejos que deben ser controlados para

alcanzar ciertas prestaciones de funcionamiento exigentes a nivel operativo y a nivel de seguridad, teniendo en cuenta las restricciones de

sus componentes y la posibilidad de fallos en el sistema de control.

CC04. CC04 - Capacidad de determinar y diseñar el accionamiento eléctrico más eficiente para las distintas aplicaciones de control de movimiento.

CG04. CG04 - Capacidad para investigar, diseñar, desarrollar e implementar métodos de simulación para el control de sistemas electrónicos, automáticos y robóticos

CG02. CG02 - Capacidad de aplicar las técnicas de control y regulación de las máquinas eléctricas para el control de movimiento.

05 TEQ. TRABAJO EN EQUIPO: Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar ya sea como un miembro más, o realizando tareas de dirección con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

Dedicación: 7h

Grupo mediano/Prácticas: 5h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Evaluación primera prueba examen (20%). -> Tipos test (10%) y Simulación (10%)

Evaluación ejercicios de concepto durante todo el curso (20%). -> Cuatro ejercicios (5% cada uno)

Evaluación prácticas (20%) . -> Simulaciones y modelado (5%) y en laboratorio (15%)

Avaluación proyecto (20%) . -> Exposición (5%) Resolución y Resultados (15%)

Evaluación segunda prueba examen (20%). -> Tipo test (10%) y Simulación (10%)

Revaluació de tots els conceptes en un examen teòric de tres hores de duració.

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

Se realizará una primera prueba parcial (de 2 horas de duración) con un contenido que incluirá el temario hecho hasta el momento.

Se hará una segunda prueba (de 2 horas de duración) con un contenido que incluirá los módulos que no se han realizado en el primer parcial.

Se realizará una prueba de validación oral del proyecto (de 10 minutos de duración) con la presentación del trabajo (proyecto).

En caso de Revaluación se podrá optar a la primera y segunda prueba de examen en las fechas convenidas para la reevaluación (40% de l'assignatura).

NOTA : Los estudiantes que repitan la asignatura, tendran que volver a realizar las prácticas de laboratorio superando la prueba de validación oral del nuevo proyecto que cada año cambiará.



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Mohan, Ned. Electric drives : an integrative approach. Minneapolis: MNPERE, 2003. ISBN 0966353013.
- Dubey, Gopal K. Fundamentals of electrical drives. 2nd ed. Pangbourne: Alpha Science, cop. 2001. ISBN 084932422X.
- Bose, Bimal K. Power electronics and motor drives : advances and trends [en línea]. Oxford: Academic, 2006 [Consulta: 14/03/2024]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pg-origsite=primo&docID=270068>. ISBN 0120884054.
- Miller, T.J.E. Brushless permanent-magnet and reluctance motor drives. Oxford: Oxford University Press, 1989. ISBN 0198593694.

Complementaria:

- Ong, Chee-Mun. Dynamic simulation of electric machinery : using MATLAB/SIMULINK. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1998. ISBN 0137237855.

RECURSOS

Enlace web:

- http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdf />.
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdf

Otros recursos:

- Laboratorio de máquinas eléctricas AL001.