

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

Unidad responsable: 340 - EPSEVG - Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú  
Unidad que imparte: 709 - EE - Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Curso: 2017  
Titulación: MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL (Plan 2012). (Unidad docente Obligatoria)  
Créditos ECTS: 5 Idiomas docencia: Catalán, Castellano

### Profesorado

Responsable: Balduí Blanqué Molina  
Otros: Balduí Blanqué Molina

### Horario de atención

Horario: Consulta en el apartado de horarios de la escuela o por cita previa usando el correo electrónico en horario lectivo.

### 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 cuales 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:

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

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 informática 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 (práctiques) 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 accionamientos 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.



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

### Horas totales de dedicación del estudiantado

Dedicación total: 125h	Horas grupo grande:	22h 30m	18.00%
	Horas grupo mediano:	0h	0.00%
	Horas grupo pequeño:	22h 30m	18.00%
	Horas actividades dirigidas:	0h	0.00%
	Horas aprendizaje autónomo:	80h	64.00%

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

### Contenidos

<p>1. Introducción al accionamientos eléctricos aplicados al control de velocidad, posición y par.</p>	<p>Dedicación: 6h Grupo grande/Teoría: 2h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Actividades dirigidas: 1h Aprendizaje autónomo: 1h</p>
<p>Descripción: Introducció als tipus d'accionaments, sistemes elèctrics i mecànics.</p>	
<p>2. Modelado dinámico, Simulación y Control de las máquinas eléctricas basicas (Continua e Inducción).</p>	<p>Dedicación: 16h Grupo grande/Teoría: 6h Grupo pequeño/Laboratorio: 6h Actividades dirigidas: 2h Aprendizaje autónomo: 2h</p>
<p>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.</p> <p>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. Pudiendose observar a que se deben las similitudes y las diferencias. Práctica 1-2-3</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distinguir los diferentes tipos de modelado, relacionados con los parámetros que se desean analizar u observar en la simulación.</li> <li>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.</li> <li>3. Comparar los resultados obtenidos y mejorarlos para una aplicación concreta.</li> <li>4. Comprender como interactuan entre si las diferentes variables eléctricas y mecánicas, para saber como controlarlas.</li> <li>5. Ajustar los diferentes bloques que intervienen en el funcionamiento del accionamiento.</li> <li>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.</li> </ol>	

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

<p>(CAST) Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.</p>	<p>Dedicación: 11h 40m          Grupo grande/Teoría: 5h          Grupo pequeño/Laboratorio: 3h 20m          Actividades dirigidas: 1h 40m          Aprendizaje autónomo: 1h 40m</p>
<p>Descripción:          Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.</p>	
<p>4. Modelat i control d'accionaments no convencionals.</p>	<p>Dedicación: 6h          Grupo grande/Teoría: 1h          Grupo pequeño/Laboratorio: 1h          Actividades dirigidas: 2h          Aprendizaje autónomo: 2h</p>
<p>Descripción:          Modelat i control d'accionaments de Reluctància Autoconmutats.          Modelat i control d'accionaments lineals.</p>	

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

### Planificación de actividades

<p>E1. Ejercicios de concepto (20%)</p>	<p>Dedicación: 5h Grupo grande/Teoría: 1h Actividades dirigidas: 2h Aprendizaje autónomo: 2h</p>
<p><b>Descripción:</b> 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.</p> <p><b>Material de soporte:</b> Se realizarán en aula informática con Matlab/Simulink. También el estudiante podrá traer su portátil. Guión del ejercicio obtenido del campus digital. Se podrán realizar en laboratorios de motores eléctricos con convertidores industriales. Se entregarán dispositivos discretos de medida (encoders, resolvers, sensores hall de corriente, etc) Se utilizará una Plataforma DSPACE. Laboratorio abierto con acceso libre para el desarrollo.</p> <p><b>Descripción de la entrega esperada y vínculos con la evaluación:</b> 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</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> 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.</p>	
<p>Ep. Examen parcial (20%)</p>	<p>Dedicación: 2h Grupo grande/Teoría: 2h</p>
<p><b>Descripción:</b> 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 aplicació, obteniendo las características pedidas en el ejercicio.</p> <p><b>Material de soporte:</b> 1) Examen tipo test en una hoja única. 2) Enunciado de los ejercicios a simular.</p> <p><b>Descripción de la entrega esperada y vínculos con la evaluación:</b> 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)</p>	

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

E_lab. Evaluación de prácticas (20%)	Dedicación: 1h Grupo grande/Teoría: 1h
Ef. Exàmen final (20%)	
Dedicación: 2h Grupo grande/Teoría: 2h	
<p>Descripción:</p> <p>Esta actividad consta de dos ejercicios que se realizan de modo individual y puntua un 30% de la nota de la asignatura:</p> <p>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.</p> <p>2) Simulación del motor síncrono y motor de Reluctancia Autoconmutado en una aplicación, obteniendo las características pedidas en el ejercicio.</p>	
ET. Trabajo práctico (20%)	Dedicación: 7h Grupo pequeño/Laboratorio: 2h Grupo mediano/Prácticas: 5h
<p>Descripción:</p> <p>Trabajo en equipo de puesta en marcha de un accionamiento aplicado.</p>	

### 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 de realización de las actividades

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.

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

### 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 : recent advances and trends. Oxford: Academic, 2006. 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.

#### Otros recursos:

- Laboratorio de máquinas eléctricas AL001.

#### Enlace web

[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE\\_for\\_ElectricSystems.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdf)

[http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE\\_for\\_ElectricSystems.pdf](http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdf)