

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Unitat responsable:	340 - EPSEVG - Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
Unitat que imparteix:	709 - EE - Departament d'Enginyeria Elèctrica
Curs:	2016
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUTOMÀTICS I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL (Pla 2012). (Unitat docent Obligatoria)
Crèdits ECTS:	5
Idiomes docència:	Català, Castellà

### Professorat

Responsable:	Balduí Blanqué Molina
Altres:	Balduí Blanqué Molina

### Horari d'atenció

Horari:	Consultar a l'apartat d'horaris del web de l'escola o mitjançant cita prèvia per correu electrònic en horari lectiu.
---------	--

### Capacitats prèvies

Coneixement de Màquines Elèctriques, principis de funcionament i equacions fonamentals.  
Coneixements d'Electrònica de potència a nivell bàsic de convertidors d'estat sòlid més utilitzats en motors.  
Dispositius semiconductors aplicats a convertidor i els circuits associats al condicionament de la mesura, el senyal i la seva protecció.  
Teoria de sistemes, diagrames de blocs, anàlisi de sistemes i disseny de controladors i drivers.  
Coneixements de Matlab/Simulink

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. CC03 - Capacitat per modelar qualsevol tipus de maquina electrica i simular el seu comportament electromecanic.
2. CC04 - Capacitat de determinar i dissenyar l'accionament electric mes eficient per la diferents aplicacions de control de moviment
4. CG02 -Capacitat d'aplicar les tecniques de control i regulacio de les maquines electricques pel control del moviment.
5. CG03 -Capacitat per conjugar diversos blocs funcionals electronics per aconseguir un sistema complex.
6. CG01 - Capacitat per investigar, dissenyar, desenvolupa i caracteritzar la dinamica de sistemes complexes que han de ser controlats per arribar a certes prestacions de funcionament exiget a nivell operatiu i a nivell de seguretat, tenint en compte les restriccions dels components i possibilitat d'errades en el sistema de control
7. CC01 - Capacitat per investigar, disenyar, desenvolupar i caracteritzar els sistemes de control avançats que permetran al sistema dinamic tenir un comportament d'acord a les prestacions de funcionament exigides
8. CG04 -Capacitat per investigar, dissenyar i desenvolupar i implementar els metodes de simulacio pel control de sistemes electronics, automatics i robotics

Transversals:

3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

### Metodologies docents

Classes en grups grans: En aquestes classes s'impartirà la teoria utilitzant el mètode; expositiu combinat amb la classe expositiva i la participativa per adquirir els coneixement, habilitats i competències pròpies de l'assignatura.

També s'utilitzaran tècniques de gestió de projectes àgils, utilitzant metodologies como SCRUM per abordar l'estudi i muntatge d'accionaments en un entorn de treball d'equip multidisciplinar.

Es realitzaran activitats de curta durada com problemes, exposicions, activitats de síntesi, autoavaluacions i avaluacions entre companys.

A l'aula informàtica s'il·lustraran els conceptes teòrics amb exemples de simulació, molt intuitius i orientats a l'autoaprenentatge, per millorar l'assimilació dels conceptes avançats de l'assignatura.

Classes en grups petits: En aquestes activitats es desenvoluparan les pràctiques de laboratori utilitzant una metodologia basada en problemes(PBL) on per aconseguir dur a terme els projectes (pràctiques) s'organitzaran els estudiants en equips de treball estructurats. Els equips de treball s'hauran d'auto-organitzar i planificar, mitjançant l'aprenentatge cooperatiu amb els coneixements i recursos existents, per aconseguir dur a terme la feina encomanada. En la mesura del que sigui possible s'utilitzarà la metodologia AGILE, fent servir diferents eines per abordar l'estudi i muntatge d'accionaments treballant en equip.

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Aprofundir en el modelat i en el control d'accionaments elèctrics. En concret utilitzant motors de continua, asíncrons, síncrons i de Reluctància Autoconmutats.
2. Es dedicarà especial atenció en el modelat de totes les etapes que componen l'accionament i en la seva simulació utilitzant programes comercials com Matlab/Simulink. (Convertidor de potència, drivers, sensors, interfaces, etc)
3. A les pràctiques de laboratori s'introduirà als estudiants en les particularitats del control d'accionament més utilitzats actualment a l'indústria, introduint les tècniques de prototipatge ràpid (DSPACE) per la seva implementació real utilitzant DSP's.

#### EN GENERAL:

Les aplicacions amb accionaments elèctrics requereixen controls de posició, velocitat i parell. Avui en dia les aplicacions en processos industrials automatitzats i el transport com vehicles elèctrics i trens utilitzen un control precís i eficient del moviment. Un correcte disseny de tot el conjunt minimitza el consum d'energia així com el tamany i el pes de les màquines que l'accionen. En aquesta assignatura es tracten els diferents sistemes utilitzats en el moviment dels accionaments (motors, sensors, convertidors, protocols, estàndards i mètodes de control) per un ampli ventall de sectors industrials. L'assignatura pretén oferir una visió amplia de conjunt aplicat a processos industrials reals.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	22h 30m	18.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	22h 30m	18.00%
	Hores activitats dirigides:	0h	0.00%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	64.00%

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

### Continguts

<p>1. Introducció al accionaments elèctrics aplicats al control de velocitat, posició i parell.</p>	<p>Dedicació: 6h</p> <p>Grup gran: 2h Grup petit: 2h Activitats dirigides: 1h Aprentatge autònom: 1h</p>
<p>Descripció: Introducció als tipus d'accionaments, sistemes elèctrics i mecànics.</p>	
<p>2. Modelat dinàmic, Simulació i Control de les màquines elèctriques bàsiques (Continua i Inducció).</p>	<p>Dedicació: 16h</p> <p>Grup gran: 6h Grup petit: 6h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: 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>Activitats vinculades: 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>Objectius específics: 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 interactuan 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.</p>	

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

<p>3. Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.</p>	<p>Dedicació: 11h 40m Grup gran: 5h Grup petit: 3h 20m Activitats dirigides: 1h 40m Aprentatge autònom: 1h 40m</p>
<p>Descripció: Control escalar y vectorial de las màquines elèctriques.</p>	
<p>4. Modelat i control d'accionaments no convencionals.</p>	<p>Dedicació: 6h Grup gran: 1h Grup petit: 1h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 2h</p>
<p>Descripció: Modelat i control d'accionaments de Reluctància Autoconmutats. Modelat i control d'accionaments lineals.</p>	

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

### Planificació d'activitats

<p>E1. Exercicis de concepte (20%)</p>	<p>Dedicació: 5h Grup gran: 1h Aprenentatge autònom: 2h Activitats dirigides: 2h</p>
<p><b>Descripció:</b> En aquesta activitat es reforçaran, mitjançant la simulació, desenvolupant al laboratori o fent assajos, els conceptes explicats a les classes presencials, consolidant i reforçant els objectius específics. Per això en algunes de les sessions es duran a terme exercicis presencials a classe per il·lustrar conceptes explicats, de forma individual o en grups reduïts que poden ser avaluable com exercici de concepte.</p> <p><b>Material de suport:</b> Guió de l'exercici obtingut al campus digital. Es realitzaran a l'aula informàtica amb Matlab/Simulink. També l'estudiant podrà portar el seu portàtil. Es poden realitzar als laboratoris de motors elèctrics amb convertidors industrials. S'entregaran dispositius discrets de mesura (encoders, resolvers, sensors hall de corrent, etc) S'utilitzarà la Plataforma DSPACE. Laboratori obert amb accés lliure per desenvolupar.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> S'entregarà un informe de resultats seguint el que diu el guió i la suma de tots els exercicis otorgarà un 20% de la nota final. Inicialment hi ha previst fer quatre exercicis amb un pes de 5% cadascun. En el cas de que es realitzin més o menys exercicis, la suma de tots aquests, donarà un 20% sobre el total.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Adquirir els coneixements necessaris 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 competència CG7 Capacitat de promoure l'aprenentatge autònom.</p>	
<p>Ep. Exàmen parcial (20%)</p>	<p>Dedicació: 2h Grup gran: 2h</p>
<p><b>Descripció:</b> Aquesta activitat consta de dos exercicis que es realitzen de forma individual i puntua un 20% de la nota d'assignatura: 1) Examen Parcial tipus test dels continguts dels temes (1,2 i 3) per accionaments, motor de corrent continu i motor d'inducció. 2) Simulació del motor de continua i motor d'inducció a una aplicació, obtenint les característiques demanades a l'exercici.</p> <p><b>Material de suport:</b> 1) Examen tipus test en un únic full. 2) Enunciat dels exercicis a simular.</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> 1) S'entregarà el mateix full on s'anoten les respostes del test. (10% de la Nota final) 2) S'entregarà el mateix full d'enunciat amb les respostes correctes després de simular i les observacions oportunes de cada exercici. (10% de la nota final)</p>	

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

### Objectius específics:

- Identificar i comprendre els elements bàsics que constitueixen un accionament.
- Determinar la millor configuració de qualsevol de motor de continua o inducció a una aplicació amb control.
- Descriure les característiques dels elements que constitueixen un accionament.
- Interpretar els resultats obtinguts amb diferents condicions de càrrega i consigna.
- Descriure els resultats obtinguts.
- Analitzar el comportament i proposar una acció que millori el comportament.

### E\_lab. Evaluació de pràctiques (30%)

Dedicació: 1h  
Grup gran: 1h

#### Descripció:

Les pràctiques consten d'un informe previ, d'un estudi al laboratori i d'un informe final

### Ef. Exàmen final (30%)

Dedicació: 2h  
Grup gran: 2h

#### Descripció:

Aquesta activitat consta de dos exercicis que es realitzen de forma individual i puntua un 30% de la nota d'assignatura:

- 1) Examen Parcial tipus test dels continguts dels temes (4,5 i 6) per accionaments, motor de continua, motor de inducció, motor síncron, motor de Reluctància Autoconmutat.
- 2) Simulació del motor síncron o motor de Reluctància Autoconmutat a una aplicació, obtenint les característiques demanades a l'exercici.

### Sistema de qualificació

Avaluació primera prova examen (20%).

-> Tipus test (10%) i Simulació (10%)

Avaluació exercicis de concepte durant tot el curs (20%).

-> Quatre exercicis (5% cadascun)

Avaluació pràctiques (30%) .

-> Simulacions i modelat (10%) i al laboratori (20%)

Avaluació segona prova examen (30%).

-> Tipus test (10%) i Simulació (20%)

### Normes de realització de les activitats

Es farà una primera prova parcial (de 2 hores de duració) amb un contingut que inclourà el temari fet fins el moment.

Es farà una segona prova final (de 2 hores de duració) amb un contingut que inclourà els mòduls que no s'han fet a la primera prova parcial.

Es farà una prova de validació oral de pràctiques (de 10 minuts de duració) amb la presentació del treball (projecte).

NOTA : Els estudiants que repeteixin l'assignatura, hauran de tornar a fer les pràctiques de laboratori superant la prova de validació oral del nou projecte que cada any canviarà.

## 340601 - MCME-R1O09 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

### Bibliografia

#### Bàsica:

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.

#### Complementària:

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

#### Altres recursos:

##### Enllaç web

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

Energy-Efficiency Policy Opportunities for Electric Motor-Driven Systems