

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Unitat responsable:	205 - ESEIAAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa		
Unitat que imparteix:	709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica		
Curs:	2019		
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE SISTEMES AUTOMÀTICS I ELECTRÒNICA INDUSTRIAL (Pla 2012). (Unitat docent Obligatoria)		
Crèdits ECTS:	5	Idiomes docència:	Català, Castellà, Anglès

Professorat

Responsable: Joan Montañá Puig

Altres: Joan Montañá Puig

Capacitats prèvies

- Capacitat per la comprensió i el càlcul circuits elèctrics.
- Capacitat per la comprensió del funcionament de les màquines elèctriques.
- Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, creativitat, raonament crític, i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses en el camp de la electricitat.
- Capacitat d'analitzar i valorar l'impacte social i mediambiental de les solucions tècniques.
- Capacitat per aplicar els principis i mètodes de la qualitat.
- Capacitat de treballar en un entorn multilingüe i multidisciplinari.

Requisits

Haver cursat sistemes elèctrics.

Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

1. Capacitat per modelar qualsevol tipus de màquina elèctrica i simular el seu comportament electromecànic.

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Metodologies docents

L'assignatura s'organitza en:

1.- Classes en grups grans: En aquestes classes es desenvolupen les classes de teoria, resolució de problemes i les avaluacions corresponents a la primera i segona prova.

S'utilitzarà el model expositiu que el professor cregui més convenient per assolir els objectius que s'han fixat a l'assignatura. Es realitzaran activitats de curta duració com problemes, activitats de síntesi i preguntes directes.

3.- Classes en grups petits: En aquesta activitat es desenvolupen les pràctiques de laboratori. Es seguirà una metodologia d'aprenentatge basada en projectes (PBL) on per la consecució de les diferents pràctiques (projecte) s'organitzaran els estudiants en equips de treball estructurats. Cada equip disposarà d'un cap i haurà de planificar els treballs i recursos per la consecució de les pràctiques.

La plataforma ATENEA s'utilitzarà com a eina de suport en els tres tipus de classes que s'han descrit. S'utilitzarà com a transmissor i comunicador amb els alumnes.

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Al finalitzar l'assignatura l'estudiant serà capaç de:

- Conèixer i saber aplicar els models avançats de les màquines elèctriques.
- Capacitat per simular qualsevol tipus d'accionament elèctric.
- Disseny de forma eficient de les diferents parts d'un control de moviment.
- Conèixer les aplicacions més comunes.

Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	31h	24.80%
	Hores grup petit:	14h	11.20%
	Hores aprenentatge autònom:	80h	64.00%

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Continguts

<p>Mòdul 1. Introducció</p>	<p>Dedicació: 1h Grup gran/Teoria: 1h</p>
<p>Descripció: Introducció a l'assignatura</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.1 Presentació 1.2 Organització 1.3 Metodologia docent <p>Activitats vinculades: Activitat 1</p>	
<p>Mòdul 2. Modelat i regulació de les màquines elèctriques en règim permanent</p>	<p>Dedicació: 13h Grup gran/Teoria: 3h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció: Es repassaran els conceptes bàsics de funcionament dels diferents tipus de màquines elèctriques. Es recordaran els models bàsics i els conceptes elementals de regulació de velocitat i parell per a cada tipus de màquina. També s'estudiaran les diferents aplicacions de les màquines elèctriques.</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 2.1 Classificació de les màquines elèctriques 2.1 Models de les màquines de corrent continu 2.2 Regulació de les màquines de corrent continu 2.3 Model de règim permanent de les màquines asíncrones 2.4 Regulació de les màquines asíncrones <p>Activitats vinculades: Activitat 1 Activitat 2 Activitat 4</p>	

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

<p>Mòdul 3. Introducció als control de posició velocitat i parell de les màquines elèctriques</p>	<p>Dedicació: 28h Grup gran/Teoria: 6h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 18h</p>
<p>Descripció: Es presenta el concepte general de control i regulació de les màquines elèctriques. S'estudiarà l'estructura bàsica de control de parell, velocitat i posició. De forma pràctica es treballaran els diferents conceptes de control amb l'aplicació de la màquina de corrent continu.</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 3.1 Introducció al sistema de control en cascada 3.2 Formulació de les equacions elèctriques i mecàniques de la màquina de corrent continu 3.3 Mètodes de sintonia dels controladors del sistema de regulació 3.4 Limitacions i no linealitats del sistema de regulació 3.5 Aplicacions <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Activitat 1 Activitat 2 Activitat 3 Activitat 4 	
<p>Mòdul 4. Modelat de sistemes electromecànics</p>	<p>Dedicació: 18h Grup gran/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 12h</p>
<p>Descripció: L'estudi del modelat acurat de màquines elèctriques es basa en la teoria de la conversió electromecànica. En aquest mòdul s'estudiaran els conceptes bàsics de la conversió electromecànica per tal d'obtenir els models de les màquines que s'estudiaran en els mòduls següents.</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 4.1 Presentació d'un sistema electromecànic 4.2 Formulació de forces, parells i desplaçaments en sistemes electromecànics amb un sol accés elèctric 4.3 Formulació de forces, parells i desplaçaments en sistemes electromecànics amb un múltiples accessos elèctrics <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Activitat 1 Activitat 2 Activitat 3 Activitat 4 	

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

<p>Mòdul 5. Modelat i control de la màquina asíncrona</p>	<p>Dedicació: 33h Grup gran/Teoria: 9h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: El motor asíncron, degut a la seva senzillesa constructiva, és el motor més estès a la indústria. Però aquesta senzillesa contrasta amb la dificultat de regulació i control de la màquina si es compara amb les prestacions dels motors de corrent continu clàssics. En aquest mòdul s'estudiarà el modelat del motor de inducció i els seus mètodes de control més comuns.</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 5.1 Equacions del motor de inducció 5.2 Transformades matricials del model del motor de inducció, 5.3 El control vectorial 5.4 El control directe de parell <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Activitat 1 Activitat 2 Activitat 3 Activitat 5 	
<p>Mòdul 6. Modelat i control de les màquines d'execució especial</p>	<p>Dedicació: 32h Grup gran/Teoria: 8h Grup petit/Laboratori: 4h Aprentatge autònom: 20h</p>
<p>Descripció: Durant les darreres dècades, tot un conjunt de màquines elèctriques anomenades d'execució especial han guanyat popularitat. Aquestes màquines conformen la unió d'un sistema electromecànic amb un accionament estàtic. En aquest mòdul s'estudiarà el funcionament i modelat dels diferents tipus de màquines d'execució especial així com la seva regulació i control.</p> <p>Continguts:</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.1 Motors síncrons de imants permanents 6.2 Motors de corrent continu sense escombretes 6.3 Motors de reluctància commutada 6.4 Motors pas a pas <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> Activitat 1 Activitat 2 Activitat 3 Activitat 5 	



220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Planificació d'activitats

ACTIIVITAT 1. CLASSES DE TEORIA	Dedicació: 50h Grup gran/Teoria: 28h Aprentatge autònom: 22h
<p>Descripció: En aquesta activitat es faran classes presencials on s'impartirà la teoria de l'assignatura. En algunes de les sessions es duran a terme exercicis presencials a classe, de forma individual o en grups reduïts.</p> <p>Material de suport: Apunts de l'assignatura. Bibliografia general de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics: Transferir 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 competències generals CG3 Capacitat d'expressió en anglès; i CG7 Capacitat de promoure l'aprenentatge autònom.</p>	
ACTIVITAT 2. PRÀCTIQUES DE LABORATORI	Dedicació: 28h Grup petit/Laboratori: 14h Aprentatge autònom: 14h

Material de suport:

Apunts de l'assignatura.
 Bibliografia general de l'assignatura.

Objectius específics:

Transferir 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 competències generals CG3 Capacitat d'expressió en anglès; i CG7 Capacitat de promoure l'aprenentatge autònom.

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Descripció:

A partir d'unes especificacions l'estudiant haurà d'aplicar els coneixements de control de les màquines elèctriques per tal de realitzar el control de moviment adequat.

Es formaran grups d'estudiants els quals treballaran amb la plataforma de control de màquines del laboratori d'accionaments de màquines elèctriques. Cada plataforma consta d'unes bancades amb motors de corrent continu; motors de inducció i especials (Brushless, PMSM; etc.); un pont trifàsic de transistors per l'accionament elèctric; sensors de mesura de tensió, corrent i velocitat; i el sistema de desenvolupament ràpid per ordinador.

Els grups s'organitzaran com equips de treball. A cada equip de treball hi haurà un cap d'equip. Aquest cap serà l'encarregat de la planificació i organització de les tasques associades amb les pràctiques. El cap d'equip serà el responsable de la comunicació de la progressió dels treballs amb el professor.

Es realitzaran un total de 5 pràctiques:

Pràctica 1. Introducció a la plataforma de pràctiques del laboratori i normes de seguretat.

GP: 2 h

Autònom: 2 h

Pràctica 2. Control de parell i posició d'un motor de corrent continua.

GP: 4 h

Autònom: 4 h

Pràctica 3. Simulació amb elements finits de sistemes electromecànics.

GP: 2 h

Autònom: 2 h

Pràctica 4. Control vectorial del motor de inducció.

GP: 4 h

Autònom: 4 h

Pràctica 5. Control del motor Brushless/PMSM.

GP: 4 h

Autònom: 4 h

Material de suport:

Documentació de les pràctiques.

Equips del laboratori d'accionaments de màquines elèctriques.

Manuais dels equips del laboratori.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

A final de curs es lliurarà un document amb el recull de les pràctiques realitzades. Es lliurarà un únic document per grup.

Aquest document s'haurà confeccionat progressivament durant tot el curs. Es farà un seguiment periòdic de l'evolució dels treballs de les pràctiques.

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Objectius específics:

Desenvolupar les competències específiques següents:

CE2. Capacitat d'aplicar les tècniques de control i regulació de les màquines elèctriques per el control de moviment.

CE3. Capacitat de determinar i dissenyar l'accionament elèctric més eficient per les diverses aplicacions del control de moviment.

Desenvolupar les competències genèriques següents:

CG1: Capacitat de liderar l'emprenedoria i la innovació.

CG5: Capacitat de promoure el treball en equip.

ACTIVITAT 3. AUTOAVALUACIÓ

Dedicació: 32h

Aprenentatge autònom: 32h

Grup gran/Teoria: 0h

Descripció:

Es lliuraran llistats d'exercicis ordenats d'acord amb les unitats didàctiques de la teoria i amb les respectives solucions numèriques per tal que l'estudiant treballi de forma autònoma i pugui validar els seus resultats.

Els dubtes que sorgeixin es podran discutir amb el professorat durant un període de temps establert en el llistat, amb l'objectiu de marcar el ritme de treball de l'estudiant adequant-lo al desenvolupament temporal de l'assignatura.

A cada exercici l'estudiant haurà de indicar la seva dedicació temporal i el grau d'aprenentatge assolit. Es lliuraran rúbriques per l'autoavaluació de cada exercici.

El lliurament del dossier d'autoavaluació amb la seva resolució tindrà un pes del 10 % de la nota de l'assignatura.

Material de suport:

Dossier d'exercicis d'autoavaluació de l'assignatura.

Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Al finalitzar cada tema es lliuraran els exercicis d'autoavaluació d'acord amb la programació de l'assignatura.

Objectius específics:

L'objectiu d'aquest sistema autoavaluatiu és motivar a l'estudiant a "portar al dia" l'assignatura com a sistema per consolidar coneixements i assumir els conceptes de forma clara i sòlida que li permetin adquirir un nivell satisfactori. L'estudiant ha de ser capaç d'analitzar la situació plantejada a l'enunciat, estructurar la informació disponible per formular el problema i resoldre'l a partir dels coneixements adquirits.

Aquesta activitat ajudarà a desenvolupar la seva capacitat realacionades amb les competències específiques:

CE1: Capacitat per modelar qualsevol tipus de màquina elèctrica i simular els seu comportament electromecànic.

CE2. Capacitat d'aplicar les tècniques de control i regulació de les màquines elèctriques per el control de moviment.

CE3. Capacitat de determinar i dissenyar l'accionament elèctric més eficient per les diverses aplicacions del control de moviment.

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

ACTIVITAT 4. PROVA 1	Dedicació: 5h Grup gran/Teoria: 1h Aprentatge autònom: 4h
<p>Descripció: Prova corresponent als continguts de la primera meitat del curs. El pes d'avaluació d'aquesta prova és del 30 % de la nota de l'assignatura.</p> <p>Material de suport: Enunciat de la prova.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: El document de la prova amb les seves respostes.</p> <p>Objectius específics: La prova ha de demostrar que l'estudiant ha adquirit i assimilat els conceptes del control i regulació de màquines elèctriques dels primers mòduls i és capaç d'utilitzar-los satisfactòriament.</p>	
ACTIVITAT 5. PROVA 2	Dedicació: 10h Grup gran/Teoria: 2h Aprentatge autònom: 8h
<p>Descripció: Prova corresponent als continguts de la segona meitat del curs. El pes d'avaluació d'aquesta prova és del 30 % de la nota de l'assignatura.</p> <p>Material de suport: Enunciat de la prova.</p> <p>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació: El document de la prova amb les seves respostes.</p> <p>Objectius específics: La prova ha de demostrar que l'estudiant ha adquirit i assimilat els conceptes del control i regulació de màquines elèctriques dels darrers mòduls i és capaç d'utilitzar-los satisfactòriament.</p>	

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Sistema de qualificació

Nota de l'assignatura (100 %):

- 35 % Nota de la Prova 1 (Activitat 4)
- 35 % Nota de la Prova 2 (Activitat 5)
- 10 % Nota dels exercicis d'autoavaluació (Activitat 3)
- 20 % Nota de pràctiques (Activitat 2)

L'assistència a pràctiques és obligatòria per avaluar l'Activitat 2. La nota de pràctiques s'obtindrà de l'activitat realitzada a les sessions de pràctiques, els informes i, si s'escau, d'una prova oral o escrita.

Els resultats poc satisfactoris de la Prova 1 (Activitat 4) es podran reconduir mitjançant una prova escrita a realitzar-se dia fixat per l'examen final on es realitza la Prova 2 (Activitat 5). Aquesta prova hi poden accedir tots els estudiants amb una nota inferior a 5 de l'acte d'avaluació. La qualificació substitueix amb una qualificació màxima de 5 a la nota anterior sempre i quan aquesta sigui superior a 5 punts.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l' examen de reavaluació, la qualificació de l' examen de reavaluació substituirà les notes de tots els actes d' avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.

Si la nota final després de la reavaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la reavaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l' assignatura serà aprovat 5.0.

Normes de realització de les activitats

Cada prova constarà de dues parts.

La primera part de teoria amb preguntes curtes i/o test. En aquesta part no es podrà portar cap tipus de formulari ni apunts.

La segona part constarà de la resolució de problemes. En aquesta part es podrà portar un formulari amb extensió màxima de 1 FULL.

220601 - Modelat i Control de Màquines Elèctriques

Bibliografia

Bàsica:

Fraile Mora, J. Máquinas eléctricas. 5ª ed. Madrid: McGraw-Hill, 2003. ISBN 84-481-3913-5.

Bose, Bimal K. Power electronics and motor drives: advances and trends. Oxford: Academic, 2006. ISBN 978-0-12-088405-6.

Krause, P.C.; Wasynczuk, O.; Sudhoff, S.D. Analysis of electric machinery and drive systems. 2nd ed. New York: Wiley-Interscience, 2002. ISBN 0-471-14326-X.

Mohan, N. Electric drives: an integrative approach. Minneapolis: MNPERE, 2003. ISBN 0-9663530-1-3.

Complementària:

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

Krishnan, Ramu. Permanent magnet synchronous and brushless DC motor drives [en línia]. Boca Raton: CRC Press, 2009 [Consulta: 21/05/2014]. Disponible a:

<<http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10335260&p00=permanent%20magnet%20synchronous%20brushless>>. ISBN 978-0824753849.

Altres recursos:

Apunts i material disponible al Campus digital.