



Guia docent

820128 - ME2EE - Màquines Elèctriques II

Última modificació: 27/05/2024

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Barcelona Est
Unitat que imparteix: 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ramon Bargalló Perpiñà

Altres: Primer quadrimestre:
RAMON BARGALLO PERPIÑA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13
JAVIER MORALES LÓPEZ - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13

Segon quadrimestre:
RAMON BARGALLO PERPIÑA - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13
IVAN FLOTATS GIRALT - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13

CAPACITATS PRÈVIES

Càlcul diferencial i integral.
Càlcul matricial.
Resolució numèrica d'equacions diferencials
Operacions amb nombres complexos
Coneixements d'electromagnetisme.
Coneixements adquirits a màquines elèctriques 1.
Resolució de circuits en CC i CA en règim sinusoidal permanent.
Règim transitori en circuits de primer i segon ordre.
Coneixements de les funcionalitats de la calculadora científica i saber-les utilitzar.
Coneixements de MATLAB/OCTAVE i SIMULINK

REQUISITS

MÀQUINES ELÈCTRIQUES I - Prerequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Capacitat per calcular i dissenyar màquines elèctriques.
CEELE-20. Coneixements sobre el control de màquines i accionaments elèctrics i les aplicacions que tenen.

Transversals:

2. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.



METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva per a les sessions teòriques, l'aprenentatge basat en projectes en les sessions de problemes i activitats dirigides (altres activitats) En les sessions de laboratori els estudiants hauran d'aplicar els coneixements adquirits a les sessions de teoria i problemes a l'obtenció dels resultats demanats realitzant els assajos adients.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Estudi dels convertidors electromecànics amb alimentació per xarxa, o bus estàndard, i revisió de l'actualitat en màquines no convencionals. Introducció a l'estudi dels transitoris. Es posarà atenció als paràmetres de disseny i la seva influència en els càlculs destinats a la construcció de màquines

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup gran	45,0	30.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Tema 0: models en règim transitori per a màquines elèctriques

Descripció:

- Context: el treball en règim permanent i en règim transitori.
- El mètode dels fasors espacials aplicat a la màquina bifàsica d'entreferro llis i entreferro variable. Aplicació a la màquina asíncrona i síncrona.
- Transformacions matricials aplicables a la màquina bifàsica. Eixos fixes i mòbils.
- Generalització a la màquina trifàsica.
- La transformació trifàsica-bifàsica. Generalització de la referència. Expressions generals dels fluxos, les tensions, la potència i el parell.
- Circuits equivalents per a l'estudi del règim dinàmic per a la màquina asíncrona i síncrona.
- Aplicació a l'estudi dels transitoris. Casos d'exemple.

Objectius específics:

Entendre el model en règim transitori de la màquina elèctrica en general i aplicar-ho a casos significatius

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 9h



Tema 1. Màquines de Corrent Continu

Descripció:

Constitució de les màquines de corrent continu.
Equacions en règim dinàmic i cas particular en règim permanent.
Resistència i força electromotriu induïda.
Generadors. Classificació. Característiques.
Camp magnètic resultant en una màquina en càrrega. Commutació.
Principi de funcionament dels motors de corrent continu.
Expressions de la velocitat, el parell, la potència i el rendiment.
Corbes característiques dels principals motors.
Adaptació automàtica del parell intern al resistent.
Aplicacions. Limitacions.
Motor universal.
Màquina de corrent continu sense escombretes.
Exercici d'aplicació

Objectius específics:

Entendre el funcionament i analitzar el treball de la màquina de corrent continu

Activitats vinculades:

Laboratori 4. Assaig de la màquina de corrent continu com a generador i com a motor.

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 4h



Tema 2: màquina asíncrona

Descripció:

Context. Característiques generals.

Principi de funcionament del motor asíncron. Lliscament.

Avantatges i desavantatges dels motors asíncrons.

Esquema equivalent.

Balanç de potències. Eficiència.

Característica mecànica $M(N)$ Modus de funcionament.

Característica Corrent-Velocitat. $I(N)$

Resistència/Reactància del rotor.

Esquemes més complexos: doble gàbia.

Tipus de característica: A, B, C, D, E.

Efectes dels harmònics (temporals) d'alimentació. Efecte dels harmònics espacials.

Aproximació de Kloos.

Temps d'engegada. Adaptació del parell motor al resistent.

Modificació de velocitat en el motor asíncron. Modificació discreta del nombre de pols. Modificació de tensió. Modificació de tensió i freqüència. Modificacions en el rotor. Cascada subsíncrona.

Engedada Y/D

Treball com a generador de la màquina asíncrona. Generador NO autònom. Generador autònom.

Màquina asíncrona doblement alimentada. Treball com a motor i generador.

Frenat de la màquina asíncrona.

La màquina asíncrona en règim desequilibrat. Components simètriques.

Motor bifàsic.

Motor monofàsic. Motor amb condensador d'engegada i permanent.

Motor amb espira d'ombra.

Objectius específics:

Entendre el funcionament i analitzar el treball com a motor de la màquina asíncrona.

Estudi de la màquina asíncrona com a generador, doblement alimentada i alimentada de forma desequilibrada. Estudi del motor bifàsic i monofàsic.

Activitats vinculades:

Assaigs en el motor asíncron. Esquema equivalent. Determinació de paràmetres

Treball en càrrega del motor asíncron trifàsic. Característiques

Treball com a generador de la màquina asíncrona. Cas autònom i no autònom.

Assaig del motor monofàsic.

Dedicació: 34h

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 15h

Aprenentatge autònom: 4h



Tema 3. Alternador Industrial

Descripció:

- Context: la generació elèctrica convencional.
- Màquina síncrona. Constitució i classificació. Sistemes d'excitació. Enrotllaments de l'estator.
- Treball com a generador: Característica de buit. Treball en càrrega. Dispersió. Reacció d'induit, influència del f. d. p. i de la saturació. Esquema equivalent. Reactància síncrona. Característica en curtcircuit. Determinació de la reactància síncrona. Exercici aplicació. Excitació necessària i coeficient de regulació. Reactància síncrona convencional. Relació de curtcircuit.
- Parell i potència en màquines síncrones.
- Alternador de pols sortits. Esquema equivalent i expressió del parell intern.
- Treball com a generador autònom: característiques.
- Treball connectat a una xarxa de potencia infinita. Limits del servei.

Objectius específics:

Entendre el funcionament i analitzar el treball com a generador de la màquina síncrona.

Activitats vinculades:

Laboratori 1. Alternador industrial. Resistència per fase. Característiques de buit i de curtcircuit. Determinació de la reactància síncrona. Treball en càrrega.

Laboratori 2. Característica reactiva. Determinació del paràmetres de Potier. Assaig de lliscament: determinació de X_d i X_q .

Dedicació: 24h

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h

-Tema 4. Motor Síncrònic

Descripció:

Motor síncrònic. Alimentacions per tensió. Limitacions com motor.
Engedada del motor síncrònic.
Els motors de pols sortits. Expressions del parell i la potència.
Característiques.
Alimentació per corrent.
Aplicacions.
Cas dels motors síncrons de reluctància.
Efectes de la variació de tensió i freqüència.
La màquina síncrona autopilotada.

Objectius específics:

Entendre el funcionament i analitzar el treball com a motor de la màquina síncrona

Activitats vinculades:

Laboratori 2. Motor síncron. Connexió a xarxa. Inversió del servei d'un alternador. Característiques a potencia constant.

Dedicació: 28h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h



Tema 5. Màquines no convencionals

Descripció:

Classificació general.
Motor de reluctància autocommutat.
Motor de pas a pas.
Motor lineal.
Motor d'histèresi.
Altres màquines.

Objectius específics:

Entendre el concepte de màquina no convencional com a màquina no estesa universalment i analitzar-ne el funcionament de les mes conegudes

Activitats vinculades:

Laboratori 3. Motor pas a pas. Motor lineal

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

Tema 6. Introducció al disseny de màquines elèctriques.

Descripció:

Conceptes generals i restriccions en el disseny.
Expressions generals del parell.
Normalització.
Modificacions de dimensions.
Aplicació del mètode dels elements finits al càlcul de màquines elèctriques.
Pautes generals de càlcul per a màquines de corrent altern.
Selecció de motors.
Exemple d'aplicació.

Objectius específics:

Entendre i analitzar les variables que influeixen en el disseny d'una màquina i en com afecten al seu disseny. Entendre com utilitzar el mètode dels elements finits a l'anàlisi d'una màquina elèctrica.

Activitats vinculades:

Laboratori 6. Anàlisi d'una màquina amb un programa d'EF

Dedicació: 11h

Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 4h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Control parcial: 35%

Pràctiques de laboratori (obligatori assistir a les sessions de laboratori i lliurar els informes corresponents): 25 % En cas de no assistència a les sessions de laboratori, la qualificació d'aquest apartat serà zero.

Prova final de síntesi: 35%

Exercicis d'autoaprenentatge fets a casa: 5%



NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

En els controls parcials i la prova final s'ha de portar calculadora científica (obviament cal conèixer el seu funcionament i capacitats)
Pels controls és pot portar el formulari autoritzat, disponible a Atenea. No és permès de compartir documentació.
NO hi ha prova de reavaluació.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Fitzgerald, A. E. (Arthur Eugene); Umans, Stephen D.. Electric machinery. 7th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, 2014. ISBN 9780071326469.
- Boldea, I.; Tutelea, Lucian. Electric machines : steady state, transients and design with MATLAB. Boca Raton [etc.]: CRC Press / Taylor & Francis Group, cop. 2010. ISBN 9781420055726.
- Pyrhönen, Juha; Jokinen, Tapani; Hrabovcová, Valéria. Design of rotating electrical machines [en línia]. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013 [Consulta: 03/06/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1414122>. ISBN 9780470695166.
- Fraile Mora, Jesús. Màquines elèctriques. 7a ed. Madrid [etc.]: Garceta, 2015. ISBN 9788416228133.

Complementària:

- Gieras, Jacek F.; Wing, Mitchell. Permanent magnet motor technology: design and applications. 3rd ed. Boca Raton [etc.]: CRC Press, cop. 2010. ISBN 9781420064407.

RECURSOS

Altres recursos:

Documentació a ATENEA: transparències, apunts i exercicis resolts.