Guia docent
820143 - EMDEE - Disseny de Màquines Elèctriques

Última modificació: 04/06/2026

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 optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: RAMON BARGALLO PERPIÑA

Altres: Primer quadrimestre:
RAMON BARGALLO PERPIÑA - Grup: T1

CAPACITATS PRÈVIES

Calcul diferencial i integral. Derivació i integració aproximada.
Càlcul matricial.
Desenvolupament en sèries de Fourier.
Electromagnetisme.
Coneixements adquirits a Màquines Elèctriques 2 (i màquines elèctriques 1)
Coneixements de les funcionalitats de la calculadora científica i saber-les utilitzar
COneixements de MATLAB/OCTAVE.

REQUISITS

Les adquirides havent cursat les assignatures de Màquines Elèctriques 1 i Màquines Elèctriques 2.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. Capacitat per calcular i dissenyar màquines elèctriques.
2. Capacitat per aplicar amb bon criteri els reglaments i les normes.
3. Capacitat per a la síntesi de la informació i l'autoaprenentatge.

Transversals:
4. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
5. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ - Nivell 3: Utilitzar coneixements i habilitats estratègiques per a la creació i gestió de projectes, aplicar solucions sistèmiques a problemes complexos i dissenyar i gestionar la innovació en l'organització.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura utilitza la metodología expositiva per a les sessions teòriques, l'aprenentatge basat en projectes en les sessions de problemes i activitats dirigides. En les sessions de laboratori els estudiants hauran d'aplicar els coneixements adquirits a les sessions de teoria i problemes a l'obtenció de resultats demanats utilitzant una eina informàtica de disseny (programes basats en el mètode dels elements finits)

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Donar a l'estudiant una visió general del disseny de màquines elèctriques fent èmfasi en els mètodes recolzats per ordinador (elements finits, optimització, etc.)
· Exposar les regles i mètodes generals de dimensionat de les màquines elèctriques.
· Establir les aplicacions i limitacions dels materials electrotècnics emprats per a obtenir un disseny optimitzat respecte a criteris d'Enginyeria (tant tècnics com econòmics com de sostenibilitat, etc.)
· Entendre i utilitzar models de càlcul mitjançant el mètode dels elements finits.
· Entendre i utilitzar mètodes d'optimització per al disseny de les màquines i aparells elèctrics.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	30,0	20.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

-1. Modelització de màquines elèctriques mitjançant la resolució de les equacions del camp electromagnètic.

Descripció:
Equacions de Maxwell. Relacions de constitució. Condicions de contorn. Anàlisi en 2D i 3D. Simetries. Resolució numèrica de les equacions del camp electromagnètic. El mètode dels elements finits. Càlcul de variables derivades. Anàlisi dels resultats. Distribucions de flux. Càlcul de f.e.m. Determinació de paràmetres: resistència, inductància, capacitat. Pèrdues. Càlcul de forces i parells.

Objectius específics:
Entendre i utilitzar les ecuacions de Maxwell aplicades a la descripció dels fenòmens que es produeixen en una màquina elèctrica. Entendre i aplicar un programari basat en el mètode dels EF per a l'anàlisi de màquines elèctriques. Entendre a analitzar els resultats obtinguts.

Activitats vinculades:
Laboratori:
1. Introducció a l'anàlisi mitjançant els EF: Anàlisi d'una bobina.
2. Anàlisi d'un actuador. Introducció al llenguatge LUA. Solució per diferents corrents i posicions. Creació d'animacions.

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 5h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 5h

-2. Debanats per màquines elèctriques

Descripció:
Tipus de bobinats: pols sortints, ranurats, caps de bobina. Bobinats de fase. Anàlisi. Fmm generada. Fem induida. Bobinats fraccionaris. Altres bobinats.

Objectius específics:
Analitzar les característiques dels debanats i comprendre com afecta el seu disseny a la fmm i la fem.

Activitats vinculades:
LAboratori
3. Disseny d'un debanat per a una màquina de CA. Anàlisi dels resultats. Propostes de millora.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

-3. Conceptes generals i restriccions en el disseny de màquines elèctriques

Descripció:
Expressions generals del parell. Normalització. Lleis de semblança. Modificacions i consideracions a tenir en compte en funció del camp de treball (flux constant, zona de debilitament del camp)

Objectius específics:
Analitzar la dependència entre la potencia o el parell, la velocitat, les limitacions dels materials i les dimensions de les màquines elèctriques.

Dedicació: 16h
Grup gran/Teoria: 6h
Aprenentatge autònom: 10h

-4. Mètodes d'optimització del disseny

Descripció:
Formulació del problema. Restriccions. Mètodes generals de resolució. Exemple d'optimització de un transformador de potencia i d'una màquina rotativa.

Objectius específics:
Entendre quines variables intervenen en el disseny i plantejar com podem optimitzar el disseny. Presentar diverses tècniques d'optimització.

Activitats vinculades:
Laboratori:
8. Optimització. Disseny òptim d'un actuador. Lligam entre FEMM i OptiY i Octave.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

-5. Determinació de paràmetres i pèrdues

Descripció:
Càlcul mitjançant EF dels paràmetres dels circuits equivalents de les màquines elèctriques. Càlcul de pèrdues.

Objectius específics:
Explotació dels resultats obtingut en l'anàlisi per EF a l'obtenció de diversos paràmetres d'interés.

Activitats vinculades:
Laboratori
4. Anàlisi d'un transformador. Punt de treball. Lligam entre FEMM i Octave.

Dedicació: 15h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

-6. Escalfament i refredament de les màquines elèctriques

Descripció:
Mètodes d'evacuació del calor: conducció, convecció i radiació. Circuits equivalent tèrmics. Càlcul de l'escalfament mitjançant elements finits.

Objectius específics:
Analitzar com es produeix l'esclafament i com s'evacua aquest en les màquines elèctriques. Calcular l'escalfament d'una màquina emprant diversos mètodes.

Activitats vinculades:
Laboratori:
7. Anàlisi tèrmic d'un transformador. Règim permanent. Règim transitori. Anàlisi combinat electromagnètic+tèrmic.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

-7. Dimensionat de màquines elèctriques

Descripció:
Pautes generals per al dimensionat de les màquines elèctriques. Aplicació a: màquines asíncrones, síncrones amb imants permanents, altres. Cada curs, en funció del temps disponible, es desenvoluparà una o més pautes de càlcul en detall. Aplicacions.

Objectius específics:
Dissenyar de forma integral una màquina elèctrica.

Activitats vinculades:
Laboratori:
5. Anàlisi d'una màquina asíncrona. Característica mecànica. Càlcul de pèrdues, parell, etc.
6. Anàlisi d'una màquina síncrona amb imants permanents. Característica parell -posició. Determinació del "cogging" i de la fem induïda. Minimització del cogging. Forces radials.

Dedicació: 33h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 20h

-8. Aïllament de les màquines elèctriques

Descripció:
Materials per a l'aïllament. Monitorització i anàlisi de l'aïllament. Anàlisi de fiabilitat. Tècniques d'anàlisi predictiu

Objectius específics:
Estudi de les limitacions dels sistemes aïllants i en com afecten al disseny de la màquina.

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 3h
Aprenentatge autònom: 10h

9. Treball dels motors de corrent altern a velocitat variable

Descripció:
Context: modificació de velocitat en màquines d'altern. Característiques a velocitat variable.
- Variació de velocitat en la màquina asíncrona. Mètodes convencionals. Variació del nombre de pols. Variació de la tensió aplicada. Variació de la tensió i la freqüència. Màquina asíncrona doblement alimentada.
- Models generals per a l'estudi de la variació de velocitat en màquines de corrent altern: models amb alimentació per corrent. Variables de control. Dependència del rang de treball del flux, relació de saliència i corrent aplicat. Àmbits de treball a parell constant i a potencia constant. Màquines amb velocitat màxima finita i infinita.
- Màquina síncrona de pols llisos.
- Màquina síncrona de pols sortints.
- Màquina síncrona de reluctància.
- Màquina asíncrona alimentada en corrent.

Objectius específics:
Entendre les variables que intervenen en la variació de velocitat d'un motor i els límits del camp de treball.

Dedicació: 6h
Grup gran/Teoria: 4h
Aprenentatge autònom: 2h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

Prova parcial: 20%
Prova final: 20%
Laboratori: 20%
Exercicis i problemes resolts a classe i a casa: 20%
Activitat dirigida (disseny integral d'una màquina elèctrica) : 20%
En ser l'avaluació continuada no es programara prova de reavaluació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Pels exàmens es pot portar tota la informació que es desitgi (prova a "llibre obert")
Cal portar calculadora científica i si cal utilitzar alguna aplicació informàtica es programarà la prova en una aula informàtica amb el programari adient. No es programara exàmen de reavaluació.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Pyrhönen, Juha; Jokinen, Tapani; Hrabovcová, Valéria. Design of rotating electrical machines [en línia]. Chichester: John Wiley & Sons, 2013 [Consulta: 04/05/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=1414122. ISBN 9781118581575.
- Hamdi, Essam S. Design of small electrical machines. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 1994. ISBN 0471952028.
- Gieras, Jacek F.; Wing, Mitchell. Permanent magnet motor technology : design and applications. 3rd ed. Boca Raton [etc.]: CRC Press, cop. 2010. ISBN 9781420064407.

Complementària:
- Krishnan, Ramu. Switched reluctance motor drives : modeling, simulation, analysis, design and applications. Boca Raton [etc.]: CRC Press, cop. 2001. ISBN 0849308380.
- Bianchi, Nicola. Theory and design of fractional-slot pm machines. Padova: CLEUP, 2007. ISBN 9788861291225.
- Bianchi, Nicola. Design, analysis, and control of interior PM synchronous machines. Padova: CLEUP, 2004.

RECURSOS

Altres recursos:
Documentació a Atenea.