



Guia docent

820127 - ME1EE - Màquines Elèctriques I

Última modificació: 21/06/2021

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: 2021 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ramon Bargalló Perpiñà

Altres: Primer quadrimestre:
RAMON BARGALLO PERPIÑA - T11, T12, T13
IVAN FLOTATS GIRALT - T11, T12, T13

Segon quadrimestre:
RAMON BARGALLO PERPIÑA - M21, M22, M23

CAPACITATS PRÈVIES

Càlcul diferencial i integral.

Càlcul matricial.

Resolució d'equacions diferencials lineals.

Operacions amb nombres complexos.

Coneixements d'electromagnetisme.

Resolució de circuits en CC i CA en règim sinusoidal permanent.

Coneixement de les funcionalitats de la calculadora científica i saber-les utilitzar (en concret: resolució de sistemes d'equacions, integració numèrica, zeros de funcions, operacions amb complexos)

REQUISITS

SISTEMES ELÈCTRICS - Prerequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Capacitat per calcular i dissenyar màquines elèctriques.

Transversals:

3. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

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

Aplicació dels conceptes bàsics de l'electromagnetisme i de la inducció electromagnètica, a l'estudi de la conversió electromecànica d'energia i al comportament dels circuits magnètics acoblats, centrant-los en l'àmbit dels transformadors industrials i de les màquines asíncrones i síncrones.

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 1: PRINCIPIS FONAMENTALS DE L'ELECTROMAGNETISME. FONAMENTS DE MÀQUINES ELÈCTRIQUES

Descripció:

Context: Equacions de Maxwell.
Inducció. Flux magnètic. Intensitat de camp magnètic.
Teorema d'Ampere.
Relació B(H)
Teorema de Gauss.
Reluctància Magnètica.
FEM induïda. Llei de Faraday.
Força de Laplace.
Generador Elemental. Motor Elemental.
Pèrdues. Pèrdues per histèresis i per corrents paràsits de Foucault
Placa de característiques d'una màquina.
Classes d'aïllament. Temperatura màxima admissible.
Normalització. Ventilació. Muntatge.
Classes de servei normalitzades.
Funcions periòdiques i Series de Fourier.
Aplicació: Càlcul de potències en sistemes amb harmònics.

Objectius específics:

Tema 1: Entendre els límits en màquines elèctriques.

Activitats vinculades:

Pràctica 1. Caracterització d'un material magnètic.

Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 7h



Tema 2: ESCALFAMENT DE LES MÀQUINES ELÈCTRIQUES

Descripció:

Context: pèrdues i escalfament.

Conducció: Llei de Fourier.

Convecció: Llei de Newton.

Radiació.

Escalfament d'un cos homogeni.

Refredament d'un cos homogeni

Cicles de treball variable i escalfament.

Efecte dels harmònics en l'escalfament.

Objectius específics:

Tema 2: Estudiar l'escalfament, de que depen

Activitats vinculades:

Pràctiques de laboratori:

2. Assaig d'escalfament d'una màquina elèctrica o d'un transformador.

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 5h

Activitats dirigides: 11h

Tema 3: TRANSFORMADORS.

Descripció:

Context. Utilitat del transformador.

Constitució del transformador.

Relació de transformació.

Potència i corrent.

Conversió d'impedàncies.

Transformador trifàsic. Connexions Y, D, z.

Índex horari.

Autotransformador. Potència pròpia i de pas. Variac.

Transformadors de mesura.

Transformador real. Treball en buit. Treball en càrrega.

Assaig del transformador. Assaig en buit. Assaig en curtcircuit.

Eficiència. Rendiment energètic en un període

Caiguda de tensió.

Acoblament en paral·lel.

Corrent de curtcircuit.

Els harmònics i el factor K.

Objectius específics:

Entendre el funcionament i analitzar el treball dels transformadors

Activitats vinculades:

Pràctica 3: Assaig del transformador monofàsic.

Pràctica 4: Assaig del transformador Trifàsic. Distribució del FLux en el transformador trifàsic.

Pràctica 5: Grups horaris. Connexió en paral·lel del transformador

Pràctica 6: Connexió en buit del transformador.

Pràctica 7: L'autotransformador.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 5h



-Tema 4: PRINCIPIS GENERALS DE LES MÀQUINES ELÈCTRIQUES ROTATIVES

Descripció:

Bobinats. Conceptes generals.

Camp magnètic en la màquina elèctrica ideal.

Anàlisi dels bobinats. Funció espires. Funció Bobinat.

Flux encadellat per un bobinat

Inductància pròpia. Inductància Mútua.

FEM induïda

Desenvolupament en sèries de Fourier de la funció bobinat.

Factors d'escurçament, distribució, inclinació i de bobinat. Factor complex de bobinat.

Bobinat "sinusoidal": Aproximació de primer harmònic. Efecte dels harmònics.

Bobinat amb distribució sinusoidal del nombre de conductors.

Extensió del concepte de funció bobinat a màquines amb entreferro variable.

Camp magnètic creat per un corrent sinusoidal que circula per un bobinat

Camp magnètic creat per un sistema trifàsic, simètric i equilibrat de corrents sinusoidals que circulen per un bobinat trifàsic

Altres casos: motor bifàsic

Convertidor electromecànic elemental.

Energia. Parell desenvolupat. Expressió general quan hi ha més d'una bobina i imants permanents

Energia magnètica per cicle. Parell mitjà per cicle.

Parell en la màquina rotativa ideal

Camp magnètic de les màquines més habituals: Síncrona, Asíncrona, Corrent continu.

Exemples d'aplicació

Objectius específics:

Entendre els principis de transformació d'energia elèctrica en mecànica i a l'inversa. entendre els fonaments dels camps creats pels bobinats recorreguts per corrents i les seves aplicacions pràctiques.

Activitats vinculades:

Pràctica. Determinació de la matriu d'acoblements d'una màquina elèctrica.

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 6h



-Tema 5. MÁQUINES ASÍNCRONES

Descripció:

Context. Característiques generals.

Principi de funcionament del motor asíncron. Lliscament.

Avantatges i desavantatges dels motors asínctrons.

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.

Activitats vinculades:

Pràctiques de laboratori:

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

. Treball en càrrega del motor asíncron trifàsic. Característiques

Dedicació: 42h

Grup gran/Teoria: 13h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 25h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Control parcial: 30%

Pràctiques de laboratori: 25 %

Prova final de síntesi: 35%

Exercicis d'autoaprenentatge resoltos a casa: 10%

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)

En els exàmens pot portar-se tota la documentació d'us personal que es consideri adient (és a dir, la prova és el que es coneix com a prova a llibre obert) No és poden compartir mitjans ni documentació.

no hi haurà prova de reavaluació.



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Fitzgerald, A. E. (Arthur Eugene); Umans, Stephen D. Electric machinery. 7th ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, 2014. ISBN 9780071326469.
- Fraile Mora, Jesús. Máquinas eléctricas. 7a ed. Madrid [etc.]: Garceta, 2015. ISBN 8416228132.

Complementària:

- Boldea, I. Electric machines : steady state, transients and design with MATLAB. Boca Raton [etc.]: CRC Press, 2010. ISBN 9781420055726.
- Gross, Charles A. Electric machines. Boca Raton: Taylor & Francis, 2007. ISBN 0849385814.
- Sen, P. C. Principles of electric machines and power electronics. Third edition. Hoboken: Wiley, 2014. ISBN 9781118078877.