



# Guia docent

## 820127 - ME1EE - Màquines Elèctriques I

Última modificació: 22/01/2024

**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:** 2023      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Ramon Bargalló Perpiñà

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

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

### 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 TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**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: 25h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 15h



## Tema 2: 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.  
Pràctica 8: El transformador trifàsic en règim desequilibrat i alimentant consums no lineals.

### Dedicació: 53h

Grup gran/Teoria: 15h  
Grup petit/Laboratori: 8h  
Aprenentatge autònom: 30h

#### -Tema 4: PRINCIPIIS 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.

Pràctica. Assaig d'un relé. Determinació de la relació entre força-corrent i posició.

**Dedicació:** 48h

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 30h

#### Tema 4. Mòdelització en règim transitori de les màquines elèctriques.

**Descripció:**

- Context: el treball en règim permanent i en règim transitori.
- Models circuitals i models distribuïts.
- La màquina bifàsica generalitzada. Equacions dinàmiques.
- 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

**Activitats vinculades:**

Engegada del motor asíncron. Transitori. Diversos casos d'interès.

**Dedicació:** 24h

Grup gran/Teoria: 7h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 15h

## 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 resolts 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)

En els exàmens l'estudiant pot portar un formulari. 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.



## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Documentació a ATENEA: transparències, apunts i exercicis resolts.