



# Course guide

## 820127 - ME1EE - Electrical Machines I

Last modified: 27/05/2024

**Unit in charge:** Barcelona East School of Engineering  
**Teaching unit:** 709 - DEE - Department of Electrical Engineering.

**Degree:** BACHELOR'S DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING (Syllabus 2009). (Compulsory subject).

**Academic year:** 2024    **ECTS Credits:** 6.0    **Languages:** Catalan

### LECTURER

---

**Coordinating lecturer:** Ramon Bargalló Perpiñà

**Others:**

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

### PRIOR SKILLS

---

Differential and Integral calculus  
Matrix calculus  
ODE  
Complex number algebra  
Electromagnetics  
DC and AC circuit analysis  
Scientific calculator use (HP 50G and CFX-9950)

### REQUIREMENTS

---

SISTEMES ELÈCTRICS - Prerequisite

### DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

---

**Specific:**

1. Carry out calculations for the design of electrical machines.

**Transversal:**

3. TEAMWORK - Level 3. Managing and making work groups effective. Resolving possible conflicts, valuing working with others, assessing the effectiveness of a team and presenting the final results.

### TEACHING METHODOLOGY

---

Expositive methodology for theory classes.  
PBL for exercises classes.  
Normalized test on laboratory classes.



## LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

Electromagnetic laws application to electromechanical conversion and coupled circuit analysis applied to industrial power transformer and rotating electrical machines.

## STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours small group	15,0	10.00
Hours large group	45,0	30.00
Self study	90,0	60.00

**Total learning time:** 150 h

## CONTENTS

### Electromagnetism principles. Electrical machines introduction

#### Description:

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.

#### Specific objectives:

Entender los límites de las máquinas eléctricas.

#### Related activities:

Pràctica 1. Caracterització d'un material magnètic.

#### Full-or-part-time: 25h

Theory classes: 8h

Laboratory classes: 2h

Self study : 15h



## Transformers

### Description:

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.

### Related activities:

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.

### Full-or-part-time: 53h

Theory classes: 15h  
Laboratory classes: 8h  
Self study : 30h



## General principles of electrical machines

### Description:

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

### Specific objectives:

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.

### Related activities:

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.

### Full-or-part-time: 48h

Theory classes: 15h

Laboratory classes: 3h

Self study : 30h



## dynamic models

### Description:

- 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.

### Specific objectives:

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

### Related activities:

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

### Full-or-part-time: 24h

Theory classes: 7h

Laboratory classes: 2h

Self study : 15h

## GRADING SYSTEM

Final test: 35%

Laboratory (compulsory):25% If no attendance to the practical sessions the mark will be zero.

middle term exam: 35%

Homework exercises: 5%

## EXAMINATION RULES.

Scientific calculator

Only authorized sheet of expressions (personal documentation, not shared!)

Continuous evaluation, no final reexam.

## BIBLIOGRAPHY

### Basic:

- 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.

### Complementary:

- 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.

## RESOURCES



**Other resources:**

Documentació a ATENEA: transparències, apunts i exercicis resolts.