



## Guia docent

# 320168 - CCME - Càlcul i Construcció de Màquines Elèctriques

Última modificació: 02/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

**Unitat que imparteix:** 709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

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

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** José Ignacio Candela García

**Altres:** José Ignacio Candela García y Joan Montaña Puig

### CAPACITATS PRÈVIES

Es considera convenient haver assolit els coneixements impartits en l'assignatura de Màquines Elèctriques.

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

#### Específiques:

CE19. ELE: Capacitat per al càlcul i disseny de màquines elèctriques

#### Transversals:

1. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
2. COMUNICACIÓ EFICAC ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
3. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ - Nivell 2: Prendre iniciatives que generin oportunitats, nous objectes o solucions noves, amb una visió d'implementació de procés i de mercat, i que impliqui i faci partícips als altres en projectes que s'han de desenvolupar.
4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.
5. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

### METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions presencials d'exposició de continguts.
- Sessions presencials de treball a l'aula.
- Sessions presencials de treball al laboratori.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis.

A les sessions d'exposició dels continguts el professor introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per a facilitar la seva comprensió.

Els estudiants disposaran de tota la documentació al Campus Digital de l'assignatura: presentacions teòriques, exercicis resolts, guions de pràctiques i propostes de treballs dirigits.

Els estudiants, de forma autònoma, hauran d'estudiar per assimilar els conceptes y resoldre els exercicis proposats.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Donar a l'estudiant una visió general del disseny de màquines elèctriques (transformadors, generadors i motors).  
Conèixer les regles i mètodes generals de dimensionament de les màquines elèctriques. Conèixer les limitacions dels materials emprats (magnètics, conductors, aïllants i tèrmics) per tal d'obtenir un disseny optimitzat amb criteris d'enginyeria.  
Es fa especial èmfasi en els mètodes de disseny que es recolzen en la utilització de programes d'elements finits.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup mitjà	15,0	10.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### TEMA 1. Introducció

**Descripció:**

Descripció de la tipologia dels diferents tipus de màquines elèctriques.  
Lleis i mètodes en el disseny de màquines elèctriques.  
Els circuits de les màquines elèctriques.

**Objectius específics:**

- Conèixer l'estructura de les màquines elèctriques.
- Conèixer les unitats, magnituds i ordres de magnituds dels paràmetres utilitzats en el càlcul de màquines elèctriques.
- Donar una visió global de l'assignatura integrant els coneixements adquirits en altres assignatures de la carrera.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 2. Introducció al càlcul per elements finits

**Descripció:**

Introducció al càlcul per elements finits  
Ús del programa FEMM

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

### TEMA 3. El circuit magnètic

**Descripció:**

Introducció al circuit magnètic. Magnituds i unitats. Materials magnètics normalitzats. Corbes B-H. Pèrdues en el ferro. Equació del circuit magnètic. Força magnetomotriu a generar. Forces electromotrius de les diferents màquines. Entreferos. Pols. Dents. Imants permanents.

**Objectius específics:**

- Conèixer les unitats i ordres de magnitud dels paràmetres utilitzats en el càlcul de circuits magnètics.
- Ús dels imants permanents com a font de camp magnètic.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 4. El circuit elèctric

**Descripció:**

Introducció al circuit elèctric. Magnituds i unitats. Materials elèctrics comercials. Influència de la temperatura. Pèrdues. Tipus de bobinats. Factors de debanament.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 5. El circuit dielèctric

**Descripció:**

Introducció al circuit dielèctric. dielèctrica rigidesa. Constant dielèctrica. Materials aïllants comercials. Pèrdues d'origen dielèctric. Concepte de tangent de pèrdues. Aïllament de les màquines elèctriques. Dimensionat dels aïllants. Disposició dels aïllants mitjançant capes.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 6. El circuit tèrmic

**Descripció:**

Introducció al circuit tèrmic. Característiques tèrmiques dels materials. Formes de transmissió de calor: conducció, convecció i radiació.

Generació i evacuació de pèrdues.

Resistència tèrmica. Circuits tèrmics equivalents.

Corbes d'escalfament.

Sistemes de refrigeració i ventilació.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 7. Màquines elèctriques de corrent continu

**Descripció:**

Formes constructives.

Flux a l'entreferro. Pols. Bobinats. Pèrdues.

Determinació de paràmetres, parell, velocitat, potència.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

### TEMA 8. Transformador

**Descripció:**

Formes constructives.

Bobinats. Pèrdues.

Determinació de paràmetres, tensions, corrents i potències.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 9. Màquines síncrones

**Descripció:**

Formes constructives.

Flux a l'entreferro. Pols. Bobinats. Pèrdues.

Determinació de paràmetres, parell, velocitat, potència.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



### TEMA 10. Màquines asíncrones

**Descripció:**

Formes constructives.  
Flux a l'entreferro. Pols Bobinats. Pèrdues.  
Determinació de paràmetres, parell, velocitat, potència.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h  
Activitats dirigides: 2h  
Aprenentatge autònom: 6h

### TEMA 11. Màquines de imants permanents

**Descripció:**

Formes constructives.  
Camp magnètic a l'entreferro. Pols. Bobines Pèrdues.  
Determinació de paràmetres, parell, Velocitat, potència.

**Dedicació:** 10h

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

### TEMA 12. Màquines de reluctància variables

**Descripció:**

Formes constructives.  
Camp magnètic a l'entreferro. Pols. Bobines Pèrdues.  
Determinació de paràmetres, parell, Velocitat, potència.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 2h  
Grup mitjà/Pràctiques: 2h  
Aprenentatge autònom: 6h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Examen segon bimestre : 30%
- Examen Segon bimestre: 30%
- Laboratori: 25%
- Problemes i activitats: fins al 75%

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Les pràctiques són presencials i obligatòries.  
Es pot aprovar l'assignatura com a avaluació continuada solament amb les practiques, els problemes i les activitats.  
Es pot aprovar o complementar la nota amb els dos exàmens oficials, fins a una nota màxima de 10.  
A l'examen es pot portar tota la informació bibliogràfica que es consideri oportuna.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Pyrhönen, Juha; Hrabovcová, Valéria; Jokinen, Tapani. Design of rotating electrical machines. Chichester: John Wiley & Sons, 2013. ISBN 9781118581575.
- Corrales Martín, Juan. Cálculo industrial de máquinas eléctricas. Barcelona ; México D.F.: Marcombo Boixareu, DL 1982. ISBN 8426704387.
- Gieras, Jacek F. Permanent magnet motor technology: design and applications. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. ISBN 9781420064407.

### Complementària:

- Kulkarni, S. V; Khaparde, S. A. Transformer engineering: design and practice [en línia]. New York: Marcel Dekker, cop. 2004 [Consulta: 07/10/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=243345>. ISBN 0824756533.
- Corrales Martín, Juan. Cálculo modular de máquinas eléctricas . Barcelona: Marcombo Boixareu, cop. 1994. ISBN 8426709850.
- Hamdi, Essam S. Design of small electrical machines. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, cop. 1994. ISBN 0471952028.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

Programa d'elements finits per a aplicacions elèctriques FEMM: <http://www.femm.info/wiki/Download>