

## Guia docent

### 240031 - 240031 - Electromagnetisme

Última modificació: 02/07/2024

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

#### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** RAÛL RODRÍGUEZ SOLÀ

**Altres:** CARINA SERRA DE LARROCHA  
RAÛL RODRÍGUEZ SOLÀ  
PERE TALAVERA  
FRANCESC ZARAGOZA

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

##### Específiques:

1. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

#### METODOLOGIES DOCENTS

L'aprenentatge de l'electromagnetisme vol dir comprendre els conceptes teòrics i saber-los aplicar en les situacions contextualitzades. Per aquesta raó no hi ha separació temporal entre les sessions de teoria i les sessions de resolució de problemes. El caràcter més expositiu de la classe vindrà donat pels objectius didàctics fixats i per la situació més adient per afavorir el seu aprenentatge.

#### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Adquirir els coneixements bàsics per a una correcta interpretació i aplicació de les lleis fonamentals de l'Electromagnetisme.
- Conèixer els fonaments de la teoria electromagnètica.
- Utilitzar la teoria electromagnètica per descriure diferents fenòmens físics.
- Conèixer algunes de les aplicacions de la teoria electromagnètica.
- Resoldre problemes numèrics senzills en els que s'hagi d'aplicar la teoria electromagnètica.

#### HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

| Tipus                      | Hores | Percentatge |
|----------------------------|-------|-------------|
| Hores grup petit           | 8,0   | 5.33        |
| Hores grup gran            | 52,0  | 34.67       |
| Hores aprenentatge autònom | 90,0  | 60.00       |

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Tema 1: Electrostàtica en el buit

**Descripció:**

Teoria de Camps. Càrrega elèctrica. Llei de Coulomb. Camp elèctric  $E$ . Potencial elèctric  $V$ . Llei de Gauss. Equacions de Poisson i de Laplace. Energia potencial electrostàtica.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 23h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 13h

### Tema 2: Conductors

**Descripció:**

Conductor en equilibri. Camp a la superfície d'un conductor. Efecte de les punxes. Parallamps. Pressió electrostàtica. Capacitat d'un conductor aïllat. Influència electrostàtica. Electroscopi. Teorema dels elements corresponents. Condensadors. Energia emmagatzemada en un condensador carregat. Associació de condensadors.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 18h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Aprenentatge autònom: 10h

### Tema 3: Electrostàtica en presència de dielèctrics

**Descripció:**

Dipol elèctric. Materials dielèctrics. Polarització elèctrica. Densitats de càrrega lligada. Susceptibilitat elèctrica. Permittivitat relativa. Camp de desplaçament elèctric  $D$ . 1<sup>a</sup> Equació de Maxwell. Camp elèctric en presència de dielèctrics. Energia potencial electrostàtica en presència de dielèctrics. Condicions de contorn per a  $V$ ,  $E$  i  $D$ .

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Aprenentatge autònom: 12h

#### Tema 4: Electrocínètica. Teoria de circuits

**Descripció:**

Corrent elèctric. Intensitat del corrent. Densitat de corrent. Llei d'Ohm. Resistència elèctrica, resistivitat i conductivitat. Dependència de la resistència amb la temperatura. Llei de Joule. Generadors i receptors. Circuits de corrent continu. Lleis de Kirchhoff. Càrrega i descàrrega d'un condensador a través d'una resistència.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 14h

#### Tema 5: Magnetostàtica

**Descripció:**

Experiència d'Oersted. Força magnètica. Camp magnètic B. Lleis de Biot-Savart. Força de Lorentz. Acció d'un camp magnètic sobre una espira. Acció d'un camp magnètic sobre càrregues en moviment. Selector de velocitats. Espectròmetre de masses. Ciclotró. Flux magnètic. Caràcter solenoïdal de B ( $2^a$  Equació de Maxwell). Potencial vector. Llei d'Ampère. Rotacional de B.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 26h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 16h

#### Tema 6: Inducció electromagnètica

**Descripció:**

Experiències d'inducció electromagnètica. Llei de Faraday - Lenz.  $3^a$  Equació de Maxwell. Corrents de Foucault. Alternador. Transformador. Coeficients d'inducció mútua i d'autoinducció. Establiment i supressió d'un corrent. Circuit RL. Energia magnètica. Descàrrega oscil·lant d'un condensador: circuits LC i RLC.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Aprenentatge autònom: 12h

### Tema 7: Materials magnètics

**Descripció:**

Dipol magnètic. Materials magnètics. Moments magnètics atòmics. Diamagnetisme, paramagnetisme i ferromagnetisme. Intensitat d'imantació. Corrents equivalents d'Ampère. Camp d'excitació magnètica  $H$ . Susceptibilitat magnètica. Permeabilitat magnètica. Cicle d'histeresi magnètica. Energia magnètica. Energia dissipada en un cicle d'histeresi. Condicions de contorn per a  $B$  i  $H$ . Circuits magnètics. Imant permanent. Punt de treball. Dependència del magnetisme amb la temperatura.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 16h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 11h

### Tema 8: Equacions de Maxwell

**Descripció:**

Llei de conservació de la càrrega elèctrica. Corrent de desplaçament. 4<sup>a</sup> Equació de Maxwell. Equacions de Maxwell. Equació d'ones electromagnètiques en el buit.

**Competències relacionades:**

CE2. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 6h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 3h

## ACTIVITATS

### PRÀCTIQUES DE LABORATORI

**Descripció:**

Els estudiants realitzaran les pràctiques en grups, prèviament assignats, durant dues hores. Cada grup d'estudiants ha de realitzar obligatòriament 3 pràctiques. Un cop realitzada la pràctica en el laboratori, el grup ha d'elaborar un informe en el que respondrà a les preguntes que es plantegen. Aquest informe s'ha de presentar una setmana després de la realització de la pràctica.

Les pràctiques disponibles són:

1. Determinació de camps elèctrics. La cubeta electrolítica.
2. Determinació de la permitivitat elèctrica del buit i de la permitivitat relativa d'un dielèctric.
3. Mesures en corrent continu.
5. Càrrega i descàrrega d'un condensador a través d'una resistència.
6. Camp magnètic creat per un solenoide.
8. Determinació del component horitzontal del camp magnètic de la Terra.
9. Ferromagnetisme. Cicle d'histeresi.

**Material:**

Guies de pràctiques de laboratori.

**Lliurament:**

Informe de les pràctiques.

**Dedicació:** 15h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

### TEST DE MIG QUADRIMESTRE

**Descripció:**

Avaluació dels coneixements adquirits.

**Lliurament:**

Test resolts

### EXAMEN FINAL

**Descripció:**

Avaluació dels coneixements adquirits.

**Lliurament:**

Examen resolt.

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

L'examen final (EF) constarà d'una serie d'exercicis.

L'examen parcial de mig quadrimestre constarà d'un qüestionari.

Els estudiants han de realitzar 3 pràctiques. Un cop realitzada la pràctica en el laboratori, s'ha d'elaborar un informe que s'ha de presentar una setmana després de la realització de la pràctica.

$$NTOTA = 0,6 NEF + 0,25 NMQ + 0,15 NLAB$$

$$NTOTB = 0,85 NEF + 0,15 NLAB$$

$$NTOT = \max(NTOTA, NTOTB)$$

NTOT: Nota final de l'assignatura.

NEF: Nota de l'examen final.

NMQ: Nota del test de mig quadrimestre.

NLAB: Nota mitjana dels informes de les pràctiques de laboratori.

En el cas que l'alumne hagi suspès l'assignatura podrà presentar-se a un altre examen que es realitzarà al Juliol, tant si s'ha matriculat al quadrimestre de tardor, com si ho ha fet al de primavera. La nota d'aquest examen serà NEFR (nota examen final reavaluació). Si opta per aquesta opció, la nota final de l'assignatura es calcula tenint en compte només aquest últim examen i les pràctiques de laboratori amb el percentatge següent:

$$NTOTR = 0,85 NEFR + 0,15 NLAB$$

En totes les proves l'estudiant podrà portar un formulari que li serà lliurat pel professorat a l'inici del curs. També podrà portar calculador no programable.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- G. Fernández Mills, J. Fernández Ferrer. Electricidad, teoría de circuitos y magnetismo. Barcelona: Edicions UPC, 2006. ISBN 8483018454.
- Tipler, Paul Allen. Física para la ciencia y la tecnología, Volum 2A, Electricidad y magnetismo [en línia]. 6a ed. Barcelona: Reverté, 2010 [Consulta: 08/09/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=6537](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6537). ISBN 9788429144246.

### Complementària:

- Bohigas, Xavier ; Xavier Jaén ; Cristina Periago. Electromagnetisme per a l'enginyeria. Barcelona: Edicions UPC, 2007. ISBN 9788483019252.
- Lorrain, Paul; Corson, Dale R. Campos y ondas magnéticos. 6a ed. Madrid: Selecciones Científicas, 1994. ISBN 848521290.
- Serway, Raymond A; Jewett, John W. Electricidad y magnetismo. 6a ed. México: Thomson, 2005. ISBN 9706865381.
- X. Bohigas, G. Fernández, X. Jaén, M. Novell, C. Periago, C. Serra. Problemes resolts d'electromagnetisme. Barcelona: CPDA, 2000. ISBN 849535221.
- X. Bohigas, G. Fernández, X. Jaén, M. Novell, C. Periago, C. Serra. Electromagnetisme : tests resolts i comentats [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2001 [Consulta: 08/09/2020]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36236>. ISBN 8483015676.
- Reitz, J.R.. Fundamentos de teoría electromagnética. 4a ed. Wilmington: Addison-Wesley, 1996. ISBN 020162592X.
- Plonus, Martin A. Electromagnetismo aplicado. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429130632.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

ATENEA UPC