Guia docent
230907 - EMG - Electromagnetisme

Última modificació: 24/05/2024

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

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2018). (Assignatura obligatòria).

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

PROFESSORAT

Professorat responsable: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura

Altres: Consultar aquí / See here: https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma

CAPACITATS PRÈVIES

Un bon nivell de Matemàtiques corresponents a primer curs de grau: Càlcul vectorial, Trigonometria, Geometria, Àlgebra Vectorial, Derivació, Integració.

Conceptes bàsics de Mecànica clàssica

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CE1. Capacitat per a la resolució dels problemes matemàtics que poguin plantejar-se a l'enginyeria. Aptitut per aplicar els coneixements sobre àlgebra lineal, geometria, geometria diferencial, càlcul diferencial i integral, equacions diferencial i en derivades parcials, mètodes numèrics, algorítmica numèrica, estadística i optimització. (Mòdul de formació bàsica).

Genèriques:
CG3. Coneixement de matèries bàsiques i tecnologies, que el capacitin per a l'aprenentatge de nous mètodes i tecnologies, així com que el dotin d'una gran versatilitat per adaptar-se a noves situacions.

Transversals:
CT6. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar deficiències en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar coneixements.

Bàsiques:
CB5. Que els estudiants pugin desenvolupar aquelles habillitats d'aprenentatge per empendre estudis superiors amb un alt grau d'autonomia.

METODOLOGIES DOCENTS

- Classe d'exposició de la teoria per part del professor.
- Classe expositiva participativa. Problemes resolts a classe pel professor interactuant amb els alumnes.
- Treball cooperatiu i autònom per resoldre problemes de dificultat elevada.
- Aprenentatge basat en la resolució de problemes estàndar. Entrega periòdica de problemes proposats pel professor (no presencial).
- Proves individuals curtes durant el quadrimestre
- Proves llargues (Examen Final)
- Pràctiques de laboratori. Entrega d'informes corresponents al treball experimental. Cada sessió de pràctiques consta de més d'un experiment.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Entendre els principis i lleis fonamentals de l'Electromagnetisme i adquirir l'habilitat de resoldre problemes relacionats amb aquestes lleis, tant en el buit com en els medis materials. Formulació de les lleis en forma integral i diferencial (equacions de Maxwell). Es pretén assolir el nivell necessari per poder cursar amb garantia d'èxit assignatures de cursos superiors.

En concret es tracta que finalment l'alumne:
- Comprengui i domini els conceptes bàsics sobre les lleis generals de l'Electromagnetisme.
- Sàpiga aplicar els principis físics bàsics a la resolució de problemes propis de l'enginyeria i la física.
- Plantegi correctament problemes a partir de l'enunciat proposat i identifiqui les opcions per a la seva resolució. Apliqui el mètode de resolució adequat i rectifiqui aquesta resolució si fos necessari.
- Sigui capaç de manejar bibliografía en anglès.
- Domini la recerca d'informació en recursos on-line en anglès.
- Identifiqui els objectius d'un grup i pugui traçar un pla de treball per assolir-los. Identifiqui les responsabilitats de cada component del grup i assumeixi el compromís de la tasca assignada.
- Porti a terme les tasques encomenades en el temps previst, d'acord amb les pautes marcades pel professor o tutor. Identifiqui el progrés i el grau de compliment dels objectius de l'aprenentatge.
- Conegui i utilitzi correctament les eines, instruments i aplicatius software disponibles en els laboratoris i porti a terme correctament l'anàlisi de les dades recollides.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,0	8.67
Hores grup gran	52,0	34.67
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

TEMA 0: Introducció

Descripció:
Es repassen les eines de càlcul necessàries per seguir l'assignatura. En particular, es revisen els conceptes de flux i circulació de camps vectorials. També s'introdueixen conceptes bàsics del càlcul d'errors de mesures experimentals.

- Camps escalars i vectorials
- Sistemes de coordenades
- Flux i circulació de camps de vectors
- Càlcul d'errors

Activitats vinculades:
- Aplicació dels conceptes repassats a la introducció
- Una pràctica de laboratori sobre càlcul d'errors

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 7h

TEMA I: Camp i potencial elèctric

Descripció:
S'estudien els camps elèctrics generats per distribucions de càrrega discretes i continues en el buit. Es calculen o bé aplicant el principi de superposició o mitjançant la llei de Gauss. L'estudi es limita a distribucions amb geometria cartesiana o amb geometries amb simetria cilíndrica i esfèrica. Degut al caràcter conservatiu del camp electrostàtic s' introdueix el concepte de potencial elèctric i es relaciona amb l'energia potencial electrostàtica i amb l'associada a un camp elèctric. Aquests conceptes s'aplicaran a l'estudi dels conductors en equilibri electrostàtic i, en particular, als condensadors.

- Càrrega elèctrica: conservació i quantització
- Llei de Coulomb.
- Distribucions de càrrega. Principi de superposició
- Camp electrostàtic. Dipol elèctric
- Flux del camp elèctric. Llei de Gauss. Aplicació al càcul de camps elèctrics
- Potencial elèctric. Energia de formació d'un sistema de càrregues. Energia elèctrica
- Camp i potencial a l'interior i a la superfície d'un conductor en equilibri. Capacitat
- Sistemes de conductors en equilibri. Condensadors

Activitats vinculades:
- Resolució de problemes relacionats amb la teoria.
- 1 Experiment de Laboratori.

Dedicació: 41h
Grup gran/Teoria: 15h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 24h

TEMA 2: Teories de la conducció

Descripció:
Es defineixen els conceptes generals de transport de càrrega, densitats de corrent superficial i de volum, així com la intensitat del corrent. Després de formular el principi de conservació de la càrrega, ens centrem en el cas dels conductors òhmics i es defineixen la conductivitat i resistència elèctriques. La llei d'Ohm i la dissipació d'energia es justifica a partir del model clàssic d'electrons lliures. S'expliquen les limitacions d'aquesta teoria i s'introdueix l'estructura atòmica, i breument la teoria de bandes.

- Transport de càrrega, intensitat i densitat de corrent
- Principi de conservació de la càrrega. Equació de continuitat
- Teoria clàssica de la conducció
- Llei d'Ohm i conductivitat
- Dissipació d'energia en els conductors
- Estructura de l'àtom. Semiconductors

Activitats vinculades:
- Resolució de problemes relacionats amb la teoria

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 5h
Aprenentatge autònom: 7h

TEMA 3: Camp magnètic independent del temps

Descripció:
S'introdueix el concepte de camp magnètic independent del temps i la força de Lorentz. S'estudien els moviments de càrregues en presencia de camps estacionaris i algunes de les aplicacions més importants, tals com el ciclotró i la sonda Hall. També s'estudien els efectes dels camps magnètic (forces i moments de forces) sobre els conductors recorreguts per corrents. L'estudi de la generació de camps magnètics es fa introduint les lleis de Biot i Savart i d'Ampère, i finalment es defineix l'energia magnètica.

- Definició operacional de camp magnètic. Força de Lorentz
- Moviment de càrregues a l'interior de camps magnètics. Aplicacions
- Efecte d'un camp magnètic sobre un corrent. Forces i moment magnètics. Dipol magnètic
- Forces entre corrents
- Camp magnètic creat per un corrent: llei de Biot-Savart
- Llei d'Ampère. Aplicació al càlcul de camps magnètics
- Energia magnètica

Activitats vinculades:
- Resolució d'exercicis i problemes relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques
- Una pràctica de Laboratori.

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 14h

TEMA 4: Lleis fonamentals de l'electromagnetisme en forma integral

Descripció:
En aquest tema s'estudia la generació de camps elèctric i magnètic degut a les variacions de flux de camp magnètic i elèctric amb el temps, o bé per variacions temporals dels propis camps. Per això, es revisen les lleis de Gauss ja estudiades i es formulen les lleis integrals de Faraday-Lenz i Ampère-Maxwell i s'estudien algunes aplicacions del fenomen d'inducció electromagnètica. També s'estudia el principi de conservació de l'energia electromagnètica introduint el vector de Poynting i aprofitant que les diferents formes d'energia ja s'han anat introduint al llarg del curs.

- Llei de Gauss dels camps elèctric i magnètic
- Llei de Faraday-Lenz. Inducció mútua i autoinducció. Inductors i transformadors.
- Corrents de desplaçament. Llei d'Ampère-Maxwell
- Teorema de Poynting

Activitats vinculades:
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques.
- Dues pràctiques de laboratori.

Dedicació: 27h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 16h

TEMA 5: Equacions de Maxwell en el buït

Descripció:
Es recorda el significat dels operadors diferencials divergència i rotacional d'un camp de vectors i els teoremes de Gauss i Stokes. Aplicant-los s'obtenen les equacions fonamentals de l'Electromagnetisme en forma diferencial en el buit, és a dir les equacions de Maxwell en el buit.

- Divergència i rotacional d'un camp de vectors. Teoremes de Gauss i Stokes
- Forma diferencial de les equacions fonamentals
- Equacions de Maxwell

Activitats vinculades:
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria.

Dedicació: 5h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 3h

TEMA 6: Camp elèctric en medis dielèctrics

Descripció:
Es comença per descriure el medi dielèctric a nivell microscòpic per entendre el comportament elèctric d'aquests materials. S'introdueix el concepte de polarització. S'explica la formació de densitats de polarització, com aquestes densitats modifiquen el camp elèctric i la necessitat de modificar la llei de Gauss introduint el vector desplaçament per tancar el problema. A continuació s'introdueix la relació vector polarització-vector camp elèctric per a medis lineals i la susceptibilitat i permitivitat elèctriques del medi. Finalment s'expliquen quines són les condicions de contorn del camp elèctric quan canvia de medi.

- Model microscòpic: dipols permanents i induïts. Polarització. Càrregues lliures i lligades
- Llei de Gauss en dielèctrics. Vector desplaçament elèctric.
- Medis lineals. Susceptibilitat i permitivitat elèctrica
- Equacions de Poisson i Laplace en medis lineals homogenis i isòtrops
- Condicions de contorn a la superfície de separació de dos medis dielèctrics
- Energia elèctrica

Activitats vinculades:
- 1 Experiment de laboratori
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques. En particular s'estudia com varien les propietats dels condensadors amb dielèctric respecte als condensadors buit.

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 7h

TEMA 7: Camp magnètic en medis materials

Descripció:
Es comença per descriure el medi magnètic a nivell microscòpic per entendre el comportament elèctric d'aquests materials. S'explica la imantació magnètica, com modifiquen els corrents d'imantació el camp magnètic, i la necessitat de reformular la llei d'Ampère-Maxwell introduint el vector camp magnètic H. Es descriuen els tipus de materials magnètics atenent a la relació vector imantació-vector camp magnètic i s'introdueixen els conceptes de susceptibilitat i permeabilitat magnètiques. S'expliquen les condicions de contorn a la superfície de separació de dos medis magnètics i finalment es generalitzen les lleis fonamentals, tant en forma integral com diferencial, en presència de medis materials. També s'extén el teorema de Poynting a medis materials.

- Moments magnètics atòmics. Imantació magnètica. Magnetó de Bohr
- Llei d'Ampère-Maxwell. Vector camp magnètic H.
- Medis lineals i nolineals. Susceptibilitat i permeabilitat magnètica. Cicle d'histèresi
- Condicions de contorn a la superfície de separació de dos medis magnètics.
- Lleis de Maxwell en els medis materials
- Energia magnètica. Teorema de Poynting

Activitats vinculades:
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques. En particular s'estudia com varien les propietats de les bobines amb nuclis ferromagnètics respecte a les bobines buides.
- 1 Pràctica de laboratori

Dedicació: 12h
Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 1h
Aprenentatge autònom: 7h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Avaluació del treball experimental (TE): 15% de la nota final.
El 60% d'aquesta nota prové de l'avaluació de les pràctiques realitzades i el 40% restant de l'examen final de pràctiques que serà individual.

- Avaluació continuada (C): Pot representar el 25% de la nota final.
Prové de la mitjana ponderada de 1 o 2 exàmens parcials (depenent de l'evolució del curs).

- Examen final (F): Pot representar el 60% de la nota final o el 85% depenent de la nota de l'avaluació continuada. Es tracta d'una prova final de problemes i teoria si s'escau.

- La nota Final s'avalua: 15% del TE+ màxim (25% C+60% F o 85% F)

- L'assignatura te examen de re-avaluació, llevat la part de laboratori per a la que es manté la nota del quadrimestre.

- L'examen de Re-avaluació (EA) serà tipus test.

- La nota final s'avalua: 15% del TE+ 85% EA. Es manté la nota TE obtinguda en el curs.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- En qualsevol prova puntuable no es poden tenir ni mòbils ni cap altra objecte electrònic engegats, ni utilitzar calculadores programables.

- No es podrà sortir de l'aula durant les proves (llevat malaltia o altres causes majors).

- (Examen Final) L'aula es publicarà a la plataforma Atenea.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Tipler, P.A.; Mosca, G. Física para la ciencia y la tecnología [en línia]. 6a ed. Barcelona: Reverté, 2010 [Consulta: 27/04/2022]. Disponible a: https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10372. ISBN 9788429144284.
- Purcell, E.M. Electricidad y magnetismo [en línia]. 2a ed. Barcelona: Reverté, 1988 [Consulta: 16/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8021. ISBN 842914319X.
- Griffiths, D.J. Introduction to electrodynamics. 4th ed. Boston: Pearson, 2013. ISBN 9781292021423.
- Cheng, D.K. Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1997. ISBN 9684443277.
- Reitz, J.R.; Milford, F.J.; Christy, R.W. Fundamentos de la teoría electromagnética. 4a ed. Wilmington: Pearson, 1996. ISBN 020162592X.
- Lorrain, P.; Corson, D.R. Electromagnetism: principles and applications. 2nd ed. New York: W.H. Freeman, 1990. ISBN 0716720965.