Guia docent
230007 - EM - Electromagnetisme

Última modificació: 15/01/2024

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

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE TECNOLOGIES I SERVEIS DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2015). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

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: Trigonometria, Geometria, Algebra Vectorial, Derivació, Integració, Operadors diferencials, Integrals de línia, superfície i Volum, Equacions diferencials.

Conceptes bàsics de Mecànica clàsica

REQUISITS

CÀLCUL VECTORIAL - Precorequisit
MATEMÀTIQUES DE LA TELECOMUNICACIÓ - Precorequisit

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Genèriques:
12 CPE N1. Capacitat per identificar, formular i resoldre problemes d'enginyeria: plantejar i resoldre problemes d'enginyeria en l'àmbit TIC. Desenvolupar un mètode d'anàlisi i solució de problemes sistemàtic, crític i creatiu.

METODOLOGIES DOCENTS

- Classe magistral. Mètode expositiu 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 d'autoavaluació. Problemes o tests resolts pels alumnes individualment, ja sigui en paper o en format electrònic (no presencial)
- Proves llargues (Examen Final)
- Pràctiques de laboratori. Entrega d'informes corresponents al treball experimental

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). Estudi de les solucions de les equacions de Maxwell i de les condicions de contorn dels camps elèctric i magnètic. Es preten 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 dels camps electromagnètiques.
- Sàpiga aplicar els principis físics bàsics a la resolució de problemes propis de l'enginyeria i la física.
- Comprengui manuals i especificacions de productes en anglès. Domini la recerca d'informació en recursos on-line en anglès.
- Planifiqui i porti a terme una presentació oral, respongui de forma adecuada a les qüestions formulades i redacti correctament textos de nivell bàsic.
- 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.
- 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.
- 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 aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup gran	52,0	34.67

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Tema 1. Camp Electrostàtic

Descripció:
El capítol se centra en l'estudi dels camps electrostàtics creats per diverses distribucions de càrrega, tant discretes com contínues. Es defineix de forma operacional el camp elèctric. S'enuncia la llei de Gauss pels camps elèctrics en forma integral i diferencial . El càlcul de camps electrostàtics es realitza per superposició, i en el cas de distribucions amb simetries notables, a partir de la llei de Gauss. El caràcter conservatiu del camp electrostàtic permet introduir e concepte de potencial i relacionar-lo amb l'energia associada a un camp elèctric. Es revisen els conceptes de Flux, divergència, gradient i circulació.

1. Camp electrostàtic

1.0 Introducció
Camps escalars i vectorials. Representació
Camp electromagnètic. Equacions de Maxwell
Força de Lorentz

1.1 Camp Elèctrostàtic i Potencial
Càrrega elèctrica: conservació i quantificació. Distribucions de càrrega
Llei de Coulomb. Camp electrostàtic. Dipol elèctric
Flux del camp elèctric. Llei de Gauss
Càlcul del camp elèctric i de la càrrega a partir de la llei de Gauss
Llei de Gauss en forma diferencial
Potencial electrostàtic
Energia electrostàtica. Densitat d'energia elèctrica

Objectius específics:
Aprofundir en els conceptes bàsics de la teoria Electromagnètica (part Elèctrica) en règim estacionari, com a primer pas per a la comprensió de la Teoria general que és tractarà en els temes 4 i 5.
L'estudiant ha de saber calcular
- camps elèctrics per superposició, i si s'escau per la llei de Gauss
- resoldre problemes de Potencial.

Activitats vinculades:
Activitats relacionades amb l'aprenentatge teòric i experimental.
- 1 pràctica de Laboratori.
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques

Dedicació: 44h
Grup gran/Teoria: 17h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 25h

Tema 2: Conductors i Conducció

Descripció:
S'inicia el capítol amb l'estudi de les propietats dels conductors en equilibri i dels condensadors. Pel que fa al transport de càrrega fora de l'equilibri, s'introdueixen els conceptes de velocitat d'arrossegament, densitats de corrent superficial i volumètrica, així com la seva relació amb la intensitat. Després de formular el principi de conservació de la càrrega, ens centrem en el cas dels conductors òhmics, amb les definicions de conductivitat i resistència. La llei d'Ohm es justifica a partir del model clàssic d'electrons lliures

3. Conductors i conducció
Camp i potencial a l'interior i a la superfície d'un conductor en equilibri
Condensadors i capacitat
Equacions de Laplace i Poisson. Teorema d'unicitat
Mètode de les imatges
Transport de càrrega, intensitat i densitat de corrent
Conservació de la càrrega. Equació de continuïtat. Corrents estacionaris
Llei d'Ohm i conductivitat
Efecte Joule

Objectius específics:
Aprofundir en l'estudi de les propietats de conductors en equilibri i fora de l'equilibri. Es important que l'estudiant entengui bé el significat de les magnituds físiques relacionades amb el transport de càrrega per introduir la teoria del Camp magnètic que es tracta en el capítol següent.

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 9h
Aprenentatge autònom: 15h

Tema 3: Magnetostàtica

Descripció:
En aquest capítol estudiem el camp magnètic en condicions estàtiques. Definim el camp magnètic a partir de la força de Lorentz i estudiem la força magnètica sobre una càrrega puntual, corrents i imants. Enunciem la llei de Biot-Savart i, a partir d'ella, calculem per superposició el camp magnètic creat per diverses distribucions de corrent. Introduïm a llei d'Ampère en forma integral i diferencial. La forma integral ens permet calcular camps magnètics creats per corrents amb simetries notables. Acabem el tema parlant de flux magnètic i introduint els conceptes de coeficient d'autoinducció i d'inducció mútua.

3. Magnetostàtica
Definició operacional de camp magnètic. Força de Lorentz
Moviment de càrregues en presència de camps magnètics. Aplicacions
Forces magnètiques sobre un corrent. Moment dipolar magnètic
Camp magnètic creat per un corrent: llei de Biot-Savart
Llei d'Ampère. Aplicació al càlcul de camps magnètics
Llei d'Ampère en forma diferencial
Força entre corrents paral·lels. Definició de l'Ampère
Inducció mútua i autoinducció
Densitat d'energia magnètica

Objectius específics:
Aprofundir en els conceptes bàsics de la teoria Electromagnètica (part Magnètica) en règim estacionari, com a primer pas per a la comprensió de la Teoria general que és tractarà en els temes 4 i 5.
L'estudiant ha de saber calcular camps magnètics per superposició i per la llei d'Ampère.

Activitats vinculades:
Activitats relacionades amb l'aprenentatge teòric i experimental.
- 2 pràctiques de Laboratori.
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques

Dedicació: 28h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 15h

Tema 4 Camps depenents del temps. Equacions de Maxwell en el buit

Descripció:
En aquest capítol estudiem camps amb dependència temporal i formulem les lleis fonamentals de l'elctromagnetisme al buit en forma integral i diferencial. Establim el balanç d'energia electromagnètica, deduint el teorema de Poynting i identificant els diferents termes del balanç energètic

4. Equacions de Maxwell al buit
Lleis de Gauss dels camps elèctric i magnètic. Forma diferencial i integral
Llei de Faraday-Lenz. Aplicacions.
Corrent de desplaçament. Llei d'Ampère-Maxwell
Equacions de Maxwell en forma diferencial
Teorema de Poynting. Vector de Poynting

Objectius específics:
Formular les lleis de Maxwell en forma integral i diferencial.
Utilitzar amb habilitat les lleis de Maxwell. És necessària una sòlida formació en aquesta part de la Física per les nombroses aplicacions pràctiques relacionades amb els continguts de diverses assignatures de nivell superior.

Activitats vinculades:
Activitats relacionades amb l'aprenentatge teòric i experimental.
- 2 pràctiques de laboratori.
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques.

Dedicació: 28h
Grup gran/Teoria: 9h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 15h

Tema 5. Camp electromagnètic en presència de medis materials

Descripció:
Aquest part és una extensió de la teoria electromagnètica al buit vista al capítol 4. a medis materials lineals. Inclou la descripción de les condicions de contorn que s'han de satisfer quan hi ha un canvi de medi.

5.1 Medis dielèctrics
Model microscòpic: dipols permanents i induïts. Polarització
Càrregues lliures i lligades
Llei de Gauss en dielèctrics. Desplaçament elèctric. Densitat d'energia elèctrica
Medis lineals. Susceptibilitat i permitivitat elèctrica. Medis lineals homogenis i isòtrops

5.2 Medis Magnètics.
Moments magnètics atòmics. Imantació (o magnetització) M
Corrents d'imantació
Llei d'Ampère- Maxwell. Camp magnètic H. Densitat d'energia magnètica
Medis lineals. Susceptibilitat i permeabilitat magnètiques. Medis lineals homogenis i isòtrops
Tipus de comportament magnètic dels materials

5.3 Equacions de Maxwell en medis materials i condicions de contorn
Equacions de Maxwell en medis materials
Condicions de contorn a la superfície de separació de dos medis dielèctrics
Condicions de contorn a la superfície de separació de dos medis magnètics
Teorema de Poynting

Objectius específics:
Mateix objectiu que en el tema 4, però en presència de materials.

Activitats vinculades:
Activitats relacionades amb l'aprenentatge teòric i experimental.
- 1 Pràctica de laboratori + examen
- Resolució d'exercicis relacionats amb la teoria i amb els experiments programats a les pràctiques.

Dedicació: 26h
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 3h
Aprenentatge autònom: 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Avaluació del treball experimental (TE): 15% de la nota final. Realitzar aquest treball és obligatòri per aprovar l'assignatura.
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 examens parcials (depenent de l'evolució del curs).

- Examen final (F): Pot representar el 60% de la nota final o el 85%. 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, 85% F)

L'assignatura te Reavalució.
- Es farà un examen de reavaluació (EA): No es descarta que sigui tipus test.
La nota final s'avalua 15% del TE + 85% EA. Es manté la nota TE obtinguda al curs.

- Per poder assistir a l'examen de reavaluació s'han d'haver realitzat obligatòriament les pràctiques de laboratori.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- En qualsevol prova avaluable, no es poden tenir mòbils ni altres aparells electrònics engegats engegats, ni utilitzar calculadores programables.

- Durant els examens no se podrà sortir de l'aula i tornar a entrar (llevat per malaltia o altres causes de força major).

- (Examen Final) La distribució d'alumnes per aules es publicarà a la plataforma Atenea en el 'Metacurs' de l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Cheng, D.A. Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, 1997. ISBN 9684443277.
- Tipler, P.A.; Mosca, G. Física para la ciencia y la tecnología: vol. 2 [en línia]. 6a ed. Barcelona: Reverté, 2010 [Consulta: 30/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6537. ISBN 9788429144307.

Complementària:
- Griffiths, D.J. Introduction to electrodynamics. 4th. ed. Boston: Pearson, 2013. ISBN 9781292021423.
- Dios, F. [et al.]. Campos electromagnéticos [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1998 [Consulta: 12/01/2015]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36160. ISBN 8483012499.