

Course guide

220094 - AF - Advanced Physics

Last modified: 02/04/2024

Unit in charge: Terrassa School of Industrial, Aerospace and Audiovisual Engineering
Teaching unit: 748 - FIS - Department of Physics.

Degree: BACHELOR'S DEGREE IN INDUSTRIAL TECHNOLOGY ENGINEERING (Syllabus 2010). (Compulsory subject).

Academic year: 2024 **ECTS Credits:** 7.5 **Languages:** Catalan

LECTURER

Coordinating lecturer: Vilaseca Alavedra, Ramon
Pons Rivero, Antonio Javier

Others: Calaf Zayas, Jaume
Cañadas Lorenzo, Juan Carlos
Masoller, Cristina
Mudarra Lopez, Miguel

DEGREE COMPETENCES TO WHICH THE SUBJECT CONTRIBUTES

Specific:

CE02-INDUS. Understanding and mastery of the basic concepts of the general laws of mechanics, thermodynamics, fields and waves, and electromagnetism and their application to the resolution of engineering problems. (Basic training module)

TEACHING METHODOLOGY

Theory sessions and classes of problems:

The classes of theory will be in the classroom, with all group simultaneously. It will consist on explanatory classes and of synthesis, where the concepts and examples of applications will be presented.

The techniques to solve exercises in the classes of problems will be presented.

In the practice sessions the students will do qualitative and quantitative studies of the electromagnetic phenomena. These practices sessions will have two hours of duration, every two weeks.

Practical assumptions will be proposed in order that the students improve in the resolution of problems.

LEARNING OBJECTIVES OF THE SUBJECT

The objective of this course is that the student acquire basic knowledge of the electromagnetic theory, in vacuum and in the matter, as well as their applications in the different fields of interest for engineering.

STUDY LOAD

Type	Hours	Percentage
Hours medium group	14,0	7.47
Self study	112,5	60.00
Hours small group	14,0	7.47
Hours large group	47,0	25.07

Total learning time: 187.5 h

CONTENTS

1 Electrostatics in vacuum

Description:

(ENG) (Paper de l'assignatura en el marc de la titulació)

Les forces a la natura. La càrrega elèctrica i la seva presència en els constituents de la matèria.

Llei de Coulomb. Principi de superposició.

Camp elèctric. Línies de camp

Distribucions contínues de càrrega.

Llei de Gauss.

Potencial electrostàtic.

Treball i energia potencial electrostàtica.

Equacions diferencials i condicions de frontera per al camp i el potencial.

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer la fenomenologia associada a la càrrega elèctrica i les propietats d'aquesta

· Conèixer el significat físic dels conceptes de camp i potencial electrostàtics.

· Adquirir la capacitat de determinar el camp electrostàtic associat a distribucions de càrregues discretes i contínues aplicant diferents mètodes: principi de superposició i integració directa, aplicació del teorema de Gauss, i per derivació del potencial.

· Adquirir la capacitat de determinar el potencial electrostàtic associat a distribucions de càrregues discretes i contínues aplicant diferents mètodes: principi de superposició i integració directa, integració del camp, i per resolució de les equacions de Poisson o Laplace.

· Conèixer la relació directa que té el potencial amb el treball (treball necessari per desplaçar càrregues) i amb l'energia potencial electrostàtica d'una càrrega o d'un conjunt de càrregues.

· Assolir la capacitat de determinar l'energia electrostàtica associada a una distribució de càrrega i interpretar el seu resultat.

Full-or-part-time: 23h 15m

Theory classes: 5h 30m

Practical classes: 1h 15m

Laboratory classes: 1h 30m

Self study : 15h

2 Electrostatics with conductors. Capacity

Description:

(ENG) Conductor aïllat. Capacitat.

Conductor sotmés a un camp exterior.

Influència electrostàtica. Apantallament. Gàbia de Faraday. Aplicacions.

Condensadors. Tipus, energia emmagatzemada.

Forces entre conductors.

Sistemes de conductors.

Specific objectives:

(ENG) Conèixer els comportaments dels medis materials conductors sota l'acció de camps elèctrics.

- Saber determinar el valor del camp i potencial electrostàtics creats per sistemes de conductors carregats.
- Conèixer el concepte de capacitat d'un conductor i d'un condensador i el seu significat físic i pràctic, així com adquirir l'habilitat per la seva determinació.
- Conèixer els principis de la influència entre conductors i la relació que resulta entre les càrregues i els potencials en els sistemes de conductors en influència.
- Conèixer l'aplicació pràctica dels conductors a l'apantallament electrostàtic.
- Saber determinar l'energia emmagatzemada en un condensador, i interpretar les forces entre conductors a partir de consideracions energètiques.

Full-or-part-time: 21h

Theory classes: 5h

Practical classes: 1h 30m

Laboratory classes: 1h 30m

Self study : 13h

3 Electrostatics in dielectric matter

Description:

(ENG) Introducció. Dipol elèctric. Camp creat i forces sobre el dipol. Quadrupol.

Tipus de materials dielèctrics. Ferroelèctrics.

Magnituds utilitzades: Polarització, càrregues de polarització, Desplaçament elèctric.

Acció del camp elèctric sobre un dielèctric. Règims: lineal, ruptura dielèctrica. Importància pràctica.

Règim lineal: constant dielèctrica, susceptibilitat elèctrica.

Condensadors amb medis dielèctrics.

Energia. Forces sobre dielèctrics.

Llei de Gauss generalitzada.

Condicions de contorn a la superfície de separació entre medis.

Fenòmens mixtes: piezo-electricitat, piro-electricitat. Aplicacions.

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer el concepte de dipol elèctric, el seu moment dipolar associat, l'efecte d'un camp elèctric extern (uniform i no uniform) sobre un dipol "rígido", i adquirir la capacitat de determinar el camp i potencial electrostàtics que creen els dipols.

· Conèixer els diferents tipus de medis materials dielèctrics, així com el seu comportament en front del camp elèctric i la seva forma de resposta.

· Entendre els conceptes de permitivitat, constant dielèctrica, rigidesa elèctrica.

· Conèixer els mecanismes bàsics de la polarització i adquirir l'habilitat de determinar les càrregues de polarització i la capacitat d'interpretar el seu significat físic.

· Conèixer les relacions entre els camps de desplaçament, elèctric i de polarització i d'aquests amb les seves fonts.

· Conèixer la influència benèfica dels dielèctrics en els condensadors, i en l'aïllament elèctric en general.

· Saber determinar l'energia electrostàtica en presència de dielèctrics i evaluar les forces que actuen sobre ells.

· Adquirir la capacitat de establir i discutir les condicions de contorn del camp elèctric, del camp de desplaçament i del potencial.

· Conèixer fenòmens mixtes tals com la piezo-electricitat i les seves creixents aplicacions tecnològiques.

Full-or-part-time: 20h 45m

Theory classes: 5h 15m

Practical classes: 1h

Laboratory classes: 1h 30m

Self study : 13h

4 Electrocinetics

Description:

(ENG) Tipus de corrents elèctrics.

Intensitat i densitat de corrent.

Equació de continuïtat.

Corrent continu en materials: Conductivitat i mobilitat elèctrica. Interpretació física. Llei d'Ohm. Resistència elèctrica.

Superconductors, conductors, semiconductors i aïllants. Dependència en la temperatura.

Associació de resistències.

Dissipació d'energia. Llei de Joule.

Generadors. Força electromotriu. Receptors; acumuladors i motors.

Lleis de Kirchhoff.

Efectes mixtes: termo-elèctrics i opto-electrònics (breu)

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer el processos bàsics de transport de càrrega i les magnitud físiques associades.

- Conèixer el principi de conservació de la càrrega i la seva formulació matemàtica.
- Conèixer l'origen de la Llei d'Ohm i les possibles formes d'expressar-la, així com l'existència dels diferents tipus de materials segons la seva conductivitat.
- Adquirir la capacitat de determinar la resistència elèctrica d'un conductor de forma geomètrica senzilla, així com la d'un conjunt de resistències associades.
- Conèixer i comprendre el procés de dissipació de potència en forma de calor en un conductor pel que circula un corrent.
- Conèixer el concepte de força electromotriu.
- Entendre les regles de Kirchhoff en funció de principis bàsics i adquirir l'habilitat de resoldre problemes de circuits de corrent continu en condicions estacionaries.
- Conèixer aplicacions tecnològiques basades en els principis mostrats.
- Conèixer l'existència de fenòmens mixtes termo- i opto-electrònics.

Full-or-part-time: 22h 45m

Theory classes: 5h 45m

Practical classes: 2h

Laboratory classes: 2h

Self study : 13h

5 Magnetostatics

Description:

(ENG) Forces entre corrents estacionaris: Llei d'Ampère.

Camp magnètic: Llei de Biot i Savart. Força associada al camp magnètic.

Camp magnètic i força magnètica en configuracions bàsiques: fils conductors rectilinis, espires i solenoides. Moment dipolar magnètic. Aplicacions pràctiques.

Altres casos. Corrents laminars o volúmics, efecte Hall.

Teorema d'Ampère. Aplicacions.

Equacions diferencials per al camp magnètic. Potencial vector.

Força de Lorentz (sobre càrregues lliures). Exemples d'aplicació. Sincrotró.

Specific objectives:

(ENG) · Que l'estudiant conegui les equacions bàsiques del camp magnètic estacionari i les seves implicacions físiques.

· Adquirir la capacitat de determinar el camp magnètic produït per corrents estacionaris, i en especial en els casos de més interès pràctic, mitjançant integració directa i aplicant el teorema d'Ampère.

· Adquirir l'habilitat de determinar la força i el parell que rep un conductor pel que circula un corrent, quant està sotmès a un camp magnètic extern, en particular en les situacions de més interès pràctic.

· Conèixer els efectes de les combinacions de camps elèctrics i magnètics sobre el moviment de càrregues puntuals. Conèixer aplicacions actuals tals com la radiació sincrotró, etc.

Full-or-part-time: 23h 45m

Theory classes: 5h 45m

Practical classes: 2h 15m

Laboratory classes: 2h

Self study : 13h 45m

6 Electromagnetic induction

Description:

(ENG) Llei de Henry-Faraday. Llei de Lenz.

Inducció per variació del camp magnètic en el temps. Autoinductància. Inductància mútua. Aplicacions.

Energia magnètica.

Inducció per desplaçament, rotació o variació de l'àrea d'un circuit. Aplicacions; generació de corrent altern.

Corrents de Foucault. Conseqüències i aplicacions pràctiques.

Relació entre energia i força magnètica.

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer els fenòmens d'inducció magnètica i adquirir la capacitat de calcular la força electromotriu induïda, el corrent i camp induït en situacions en les que les variacions de flux magnètic es produeixen tant en medis estacionaris com en medis no estacionaris.

· Conèixer el significat físic de la Llei de Lenz i el seu ús per a la determinació ràpida del sentit dels corrents i forces induïts.

· Conèixer les lleis que regeixen els fenòmens d'autoinducció i inducció mútua y capacitat d'aplicar-les en situacions senzilles.

· Conèixer la idoneïtat genèrica dels fenòmens magnètics i de la inducció electromagnètica per a la generació de corrent elèctric altern i per al disseny de motors elèctrics.

· Entendre i calcular l'energia emmagatzemada en el camp magnètic en un sistema de corrents lliures, i adquirir la capacitat de determinar la força entre dos circuits a partir de consideracions energètiques.

Full-or-part-time: 22h

Theory classes: 4h 30m

Practical classes: 2h 15m

Laboratory classes: 1h 30m

Self study : 13h 45m

7 Magnetism in matter

Description:

(ENG) Origen del magnetisme en els materials.

Imantació. Densitats de corrent equivalent. Camp d'intensitat magnètica H .

Condicions de continuïtat per a B i H . Generalització del teorema d'Ampère.

Susceptibilitat i permeabilitat magnètiques.

Materials diamagnètics. Resposta a camps magnètics.

Materials paramagnètics. Resposta a camps magnètics.

Materials ferromagnètics. Dominis de Weiss. Resposta a camps magnètics. Cicle d'histeresi. Energia magnètica.

Aplicacions: Transformador. Circuits magnètics, reluctància. Electroimants. Imants permanents.

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer els comportaments magnètics dels diferents tipus de medis materials en presència de camps.

· Entendre els fonaments dels mecanismes microscòpics que donen lloc, en cada tipus de material, a la imantació corresponent i adquirir l'habilitat de determinar els camps quan hi ha medis presents.

· Conèixer en especial els medis ferromagnètics i en particular el fenomen de la histèresi magnètica.

· Conèixer el concepte de densitats de corrents equivalents i el seu significat físic.

· Entendre les relacions entre els camps de densitat de flux magnètic, intensitat magnètica i imantació, i d'aquests amb les seves fonts.

· Adquirir la capacitat d'establir i discutir les condicions de contorn dels camps d'inducció magnètica i intensitat de camp magnètic.

· Familiaritzar-se amb la terminologia dels circuits magnètics i adquirir habilitats per resoldre problemes senzills relacionats amb ells.

· Conèixer aplicacions dels materials ferromagnètics tals com els transformadors, els electroimants, sabent-ne calcular la força portant, i els imants permanents.

Full-or-part-time: 22h 15m

Theory classes: 5h 45m

Practical classes: 1h 30m

Laboratory classes: 2h

Self study : 13h

8 Electrodynamics

Description:

(ENG) Circuit RC: càrrega i descàrrega del condensador.

Circuit RL: transitoris de connexió i desconnexió.

Circuit LC: oscil·ladors. Aplicacions. Circuit RLC sense generador.

Corrent altern: Circuit RLC sèrie connectat a un generador altern.

Reactància, impedància. Desfasaments entre corrent i tensions.

Pas de la notació real als fasors i a la notació complexa.

Potència. Factor de potència. Ressonància.

(Filtres).

Specific objectives:

(ENG) · Conèixer i saber calcular els temps de resposta dels transitoris en circuits RC i RL.

· Conèixer la capacitat dels circuits LC (i RLC) de generar corrents i tensions alternes (oscil·ladors), i saber-les calcular.

· Conèixer el comportament dels elements passius ideals davant el pas d'un corrent altern estacionari.

· Entendre les magnituds associades als corrents alterns estacionaris, així com el concepte de ressonància.

· Adquirir capacitat de aplicar les regles de Kirchhoff per a resoldre circuits de corrent altern en règim estacionari.

· Conèixer aplicacions tecnològiques basades en els principis mostrats.

Full-or-part-time: 20h 45m

Theory classes: 5h 15m

Practical classes: 1h 30m

Laboratory classes: 2h

Self study : 12h

9 Equations of Maxwell and electromagnetic waves

Description:

(ENG) Inducció elèctrica. Corrent de desplaçament.

Equacions de Maxwell.

Equació d'ones. Ones electromagnètiques.

Espectre electromagnètic. Propietats i aplicacions de les ones, en cada domini de l'espectre.

Flux de potència electromagnètica: vector de Poynting.

Moment d'una ona electromagnètica: pressió de radiació. Polarització.

Specific objectives:

(ENG) · Entendre el fenomen d'inducció elèctrica i el corrent de desplaçament.

· Conèixer les equacions fonamentals i constitutives dels camps electromagnètics.

· Conèixer els diferents dominis i subdominis de l'espectre electromagnètic, i les aplicacions principals de les ones en cada un d'ells.

· Entendre el formalisme utilitzat per a la descripció dels fenòmens ondulatoris en general, i les ones electromagnètiques en particular.

· Conèixer el concepte de densitat de flux de potència electromagnètica i la seva magnitud associada, el vector de Poynting.

· Entendre el moment d'una ona electromagnètica i el concepte de pressió de radiació. Entendre el concepte de polarització i conèixer-ne els tipus.

Full-or-part-time: 11h

Theory classes: 4h 15m

Practical classes: 0h 45m

Self study : 6h



ACTIVITIES

EXERCISE CLASSES

Description:

Full-or-part-time: 51h

Self study: 37h

Practical classes: 14h

THEORY CLASSES

Full-or-part-time: 86h

Self study: 44h

Theory classes: 42h

LABORATORY PRACTICE

Full-or-part-time: 32h

Self study: 18h

Laboratory classes: 14h

GUIDED ACTIVITIES

Full-or-part-time: 13h 30m

Self study: 13h 30m

EVALUATION TESTS

Full-or-part-time: 5h

Theory classes: 5h

GRADING SYSTEM

Two examinations will be performed: a partial examination about the electricity subjects (contents 1 to 4) and a final exam about the magnetism subjects (contents 5 to 9). These examinations will have theoretical-practical character, this is, they will contain theory questions and problems at the same time.

Students will do laboratory practice and practical exercises which they will have to deliver in the practise, which will be taken into account for the evaluation. The assistance to the practice sessions and the delivery of laboratory work is a prerequisite to pass the course. there will be test to evaluate the student progress in the laboratory sessions.

The global qualification of the subject NG will be calculated with the following equation:

$$NG = 0.40 NP + 0.40 NF + 0.10 NL + 0.10 NAFE$$

NG: global qualification

NP: partial examination qualification

NF: final exam qualification

NL: laboratory practice qualification

NL qualification will be able to base itself mainly on the laboratory test. The correct realization of the practices in the laboratory and good delivery of corresponding report will be able to be considered on the NL or the NAFE. The teachers of the subject will establish it at the beginning of every semester. Then they will also establish if the contents and skills acquired in activity 4, it will enter in the partial and final evaluations.

All those students who fail, want to improve their mark or cannot attend the partial exam, they will have the opportunity to examine the same day of the final exam. If due to the circumstances it is not viable to do it the same day of the final examination, the responsible teacher of the subject will propose, via the platform Atenea, that the mentioned recovery exam will be carried out another day, in class schedule.

BIBLIOGRAPHY

Basic:

- Tipler, Paul Allen. Física, vol. 2. 3a ed. Barcelona: Reverté, 1992. ISBN 8429143688.
- Ohanian, H.C.; Markert, J.T. Física para ingeniería y ciencias, vol. 2. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2009. ISBN 9789701067468.
- Gettys, W. Edward [et al.]. Física: clásica y moderna. Madrid: McGraw-Hill, 1991. ISBN 8476156359.
- Sadiku, Matthew N. O. Elementos de electromagnetismo. 3a ed. México: Oxford Univeristy Press, 2003. ISBN 970613672X.
- Cheng, David K. Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana, 1997. ISBN 9684443277.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia, vol. 1 [on line]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consultation: 17/06/2022]. Available on : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5758258>. ISBN 9788429144321.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física per a la ciència i la tecnologia, vol. 2 [on line]. Barcelona [etc.]: Reverté, 2010 [Consultation: 17/06/2022]. Available on : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5758259>. ISBN 9788429144338.

Complementary:

- Plonus, Martin A. Electromagnetismo aplicado. Barcelona: Reverté, 1982. ISBN 8429130632.
- Wangsness, Roald K. Campos electromagnéticos. México: Limusa, 1983. ISBN 9681813162.

RESOURCES

Hyperlink:

- <http://atenea.upc.edu>. Recull de problemes de l'assignatura, exàmenes resolts i guions per a la realització de les pràctiques