



# Guia docent

## 220014 - F3 - Física III

Última modificació: 02/04/2024

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 748 - FIS - Departament de Física.

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

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

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** MIGUEL MUDARRA LOPEZ

**Altres:** JAUME CALAF ZAYAS - ANTONIO JAVIER PONS RIVERO

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Coneixements bàsics de Física i Matemàtiques corresponents a les assignatures de Física I, Física II, Càlcul I, Àlgebra Lineal i Càlcul II

### 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, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

#### Bàsiques:

CB01. Que els/les estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general i se sol trobar a un nivell que, malgrat recolzar-se en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements provinents de la vanguardia del seu camp d'estudi.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Sessions de teoria i classes de problemes:

Les classes de teoria es realitzaran en l'aula, amb tot el grup simultàniament, i consistiran en classes expositives i de síntesi, on es presentaran els conceptes i exemples d'aplicacions.

En les classes de problemes es mostraran i s'exercitaran les tècniques de resolució de situacions pràctiques. En les sessions de pràctiques els estudiants realitzaran estudis qualitius i quantitius dels fenòmens electromagnètics que es tracten a l'assignatura. Aquestes sessions de pràctiques tindran dues hores de durada, amb periodicitat quinzenal. També es proposaran supòsits de caràcter pràctic amb la finalitat de que els estudiants s'exercitin en la resolució de problemes de manera dirigida

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

L'objectiu d'aquesta assignatura és que l'estudiant conegui els principis bàsics de la teoria electromagnètica i llurs aplicacions, tant en el buit com en els medis materials. També, els estudiants hauran d'adquirir coneixements pràctics i habilitats en les aplicacions dels camps electromagnètics



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	32,0	21.33
Hores grup mitjà	14,0	9.33
Hores grup petit	14,0	9.33
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1 Electrostatica en el buit

#### Descripció:

Àtoms i molècules. Enllaços. Ions i dipols. Aïllants polars.  
Càrrega elèctrica. Llei de Coulomb.  
Camp elèctric. Teorema de Gauss.  
Distribucions discretes de càrrega. El dipol elèctric.  
Distribucions contínues de càrrega.  
Potencial elèctric.  
Condicions de frontera pel camp i pel potencial.

#### Objectius específics:

- Conèixer la fenomenologia associada a la càrrega elèctrica i les propietats d'aquesta
- Conèixer els significats físics 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 l'equació de Poisson

#### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

#### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

#### Dedicació: 18h 45m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 11h 15m



## 2 Energia electrostàtica i Capacitat

### Descripció:

Energia potencial electrostàtica.  
Camp elèctric en presència de conductors.  
Apantallament. Gàbia de Faraday.  
Capacitat d'un conductor.  
Sistemes de conductors: influència electrostàtica.  
Condensadors.  
Energia emmagatzemada en un condensador.  
Forces entre conductors.

### Objectius específics:

- Assolir la capacitat de determinar l'energia electrostàtica associada a una distribució de càrrega i interpretar el seu resultat.
- Conèixer els comportaments ideals extrems dels medis materials en front del camp elèctric: conductors i aïllants ideals.
- 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 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.
- Saber determinar l'energia emmagatzemada en un condensador, i interpretar les forces entre conductors a partir de consideracions energètiques.

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 18h 15m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 11h 15m



### 3 Electrostatica en medis materials

**Descripció:**

Permitivitat i rigidesa dielèctrica.

Polarització i susceptibilitat elèctrica.

Desplaçament elèctric. Teorema de Gauss generalitzat.

Condicions de contorn a la superfície de separació entre medis.

**Objectius específics:**

· Conèixer el concepte de dipol elèctric, el seu moment dipolar associat, l'efecte d'un camp elèctric extern sobre un dipol "rígid", i adquirir la capacitat de determinar els camp i potencial electrostàtics que creen els dipols.

· Conèixer els comportaments ideals extrems dels medis materials en front del camp elèctric: conductors i aïllants ideals.

Entendre els conceptes de permitivitat i 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.

· 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 dels camps elèctric, de desplaçament i del potencial.

**Activitats vinculades:**

1,2,3,4,5

**Competències relacionades:**

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i 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: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 11h

## 4 Electrocinètica

### Descripció:

Corrent elèctric. Densitat de corrent elèctric.  
Equació de continuïtat: principi de conservació de la càrrega.  
Conductivitat elèctrica. Llei d'Ohm. Resistència elèctrica.  
Conductors, semiconductors i aïllants.  
Models de conducció en metalls.  
Llei de Joule.  
Força electromotriu. Generadors, acumuladors i motors.  
Lleis de Kirchhoff.

### Objectius específics:

- 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. Adquirir la capacitat de determinar la resistència elèctrica d'un conductor de forma geomètrica senzilla.
- Conèixer 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

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 17h

Grup gran/Teoria: 3h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h



## 5 Magnetostàtica al buit

### Descripció:

Forces entre corrents estacionaris: llei d'Ampère.

Camp magnètic: llei de Biot i Savart.

Teorema d'Ampère.

Dipòls magnètics. Moment dipolar magnètic.

Llei de Lorentz.

### Objectius específics:

- 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 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.
- Conèixer els efectes de les combinacions de camps elèctrics i magnètics sobre el moviment de càrregues puntuals.

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 16h 30m

Grup gran/Teoria: 3h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 9h 30m



## 6 Inducció magnètica

### Descripció:

Llei de Henry-Faraday. Llei de Lenz.

Autoinductància

Inductància mútua.

Energia magnètica. Densitat d'energia magnètica.

Forces magnètiques entre circuits.

### Objectius específics:

- Conèixer els fenòmens d'inducció magnètica i adquirir la capacitat de calcular la força electromotriu induïda, el corrent induït i la força poderomotriu en situacions en les que les variacions de fluxe magnètic es produeixen tant en medis estacionaris com en medis no estacionaris.
- Conèixer les lleis que regeixen els fenòmens d'autoinducció i inducció mútua y capacitat d'aplicar-les en situacions senzilles
- Entendre i calcular l'energia d'un sistema de corrents lliures i adquirir la capacitat de determinar la força entre dos circuits a partir de consideracions energètiques.

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 8h 30m

## 7 Magnetisme en medis materials

### Descripció:

Comportament magnètic de la matèria.  
Imantació. Camp magnètic creat per la matèria imantada.  
Condicions de continuïtat per B i H.  
Susceptibilitat i permeabilitat magnètiques.  
Diamagnetisme. Paramagnetisme.  
Ferromagnetisme: histèresi magnètica.  
Circuits magnètics. Reluctància.

### Objectius específics:

- Conèixer els comportaments magnètics dels medis materials en presència de camps.
- Entendre els fonaments dels mecanismes microscòpics que donen lloc a la imantació i adquirir l'habilitat de determinar els camps quan hi ha medis presents.
- Conèixer el fenomen d'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, excitació magnètica i imantació, i d'aquests amb les seves fonts.
- Adquirir la capacitat de 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.

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 17h

Grup gran/Teoria: 3h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h





## 8 Circuits de corrent altern

### Descripció:

Corrent altern en elements passius ideals. Reactància. Impedància.

Circuit RC: càrrega i descàrrega del condensador.

Circuit RL.

Oscil·ladors LC. Circuit RLC sense generador.

Circuit RLC sèrie. Potència. Factor de potència. Ressonància.

El transformador.

### Objectius específics:

- Conèixer el comportament dels elements passius ideals davant el pas d'un corrent altern estacionari
- Entendre les magnituds associades als corrents alterns estacionaris.
- 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

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 17h

Grup gran/Teoria: 3h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h



## 9 Equacions de Maxwell i ones electromagnètiques

### Descripció:

Inducció elèctrica. Corrent de desplaçament.  
Equacions de Maxwell. Ones electromagnètiques.  
Descripció dels fenòmens ondulatoris. Ones harmòniques transversals.  
Flux de potència electromagnètica: vector de Poynting.  
Moment d'una ona electromagnètica: pressió de radiació.

### Objectius específics:

- Conèixer les equacions fonamentals i constitutives dels camps electromagnètics.
- Entendre el fenomen d'inducció elèctrica i el corrent de desplaçament.
- 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.
- Conèixer les diferents regions de l'espectre electromagnètic i llurs aplicacions.

### Activitats vinculades:

1,2,3,4,5

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 8h 30m

## ACTIVITATS

### CLASSES DE TEORIA

#### Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions de teoria i assistència a aquestes

#### Objectius específics:

Adquirir els coneixements necessaris per a una correcta interpretació dels continguts Preparació per a la part teòrica i pràctica dels exàmens de l'assignatura.  
Resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura.

#### Material:

Apunts i transparències a la plataforma Atenea.  
Bibliografia general de l'assignatura.

#### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

#### Dedicació: 73h

Aprenentatge autònom: 45h

Grup gran/Teoria: 28h



## CLASSES DE PROBLEMES

### Descripció:

Preparació prèvia i posterior de les sessions pràctiques i de problemes i assistència a aquestes.

### Objectius específics:

Adquirir les habilitats necessàries per a una correcta interpretació dels problemes de l'assignatura, així como capacitat de resolució d'aquests.

Preparació per a la part pràctica dels exàmens de l'assignatura.

Resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura.

### Material:

Exercicis a la plataforma ATENEA.

Recull de problemes de l'assignatura (a ATENEA)

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 36h 30m

Aprenentatge autònom: 22h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

## CLASSES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

### Descripció:

L'assignatura de Física III té, com un dels seus trets característics, la realització de pràctiques de laboratori. Aquestes pràctiques es duran a terme al Laboratori de Física, en equips de dues persones, en sessions de dues hores. Abans de la sessió al laboratori, l'alumnat haurà d'haver fet una lectura prèvia del guió i

redactat un resum de la pràctica, a fi i efecte de què l'estudiantat identifiqui la motivació, els objectius, el material necessari, el mètode experimental i els resultats esperats en l'experiment. Al Laboratori els grups prenen les dades, i fan un tractament inicial de les mateixes, per veure la consistència dels seus resultats. Posteriorment, elaboraran un informe sobre la pràctica realitzada, en el que s'inclouran taules, gràfiques i càlcul d'errors.

### Objectius específics:

Al finalitzar la pràctica, l'alumnat haurà de ser capaç de:

1. Entendre la motivació de la pràctica i la justificació física de la mateixa.
2. Identificar el diferent material que s'utilitzarà.
3. Comprendre el mètode empleat en la consecució dels objectius (mètode científic)
4. Manipular correctament el dispositiu experimental emprat
5. Presentar en forma de taula un conjunt de dades experimentals. Representar de forma gràfica aquestes dades, i fer un ajust a un model, si s'escau.
6. Dur a terme un càlcul de la propagació d'errors inherents a la mesura experimental.
7. Treballar en equip, planificar tasques i assumir responsabilitats.
8. Conèixer els procediments i les normes bàsiques de seguretat en el treball de laboratori.

### Material:

El material necessari el trobarà Laboratori. Els guions de les pràctiques estan disponibles a ATENEA.

### Lliurament:

Resum de la pràctica realitzat abans de la sessió.

Informe de la pràctica realitzada 15 dies després de la sessió al laboratori.

### Competències relacionades:

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

### Dedicació: 36h 30m

Aprenentatge autònom: 22h 30m

Grup petit/Laboratori: 14h



## EXAMEN PARCIAL

**Descripció:**

Prova individual i per escrit sobre els continguts dels temes 1,2,3 i 4

**Objectius específics:**

La prova ha de demostrar que l'estudiant/a ha assolit els objectius generals i específics, dels temes objectes d'avaluació

**Material:**

Enunciat de la prova parcial

**Lliurament:**

El lliurable serà la resolució de la prova.

Representa el 40 % de la qualificació final de l'assignatura.

**Competències relacionades:**

CE02. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, termodinàmica, camps i ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## EXAMEN FINAL

**Descripció:**

Prova individual i per escrit sobre els continguts dels mòduls 5,6,7,8 i 9

**Objectius específics:**

La prova ha de demostrar que l'estudiant/a ha assolit els objectius generals i específics, dels temes objectes d'avaluació

**Material:**

Enunciat de la prova final

**Lliurament:**

El lliurable serà la resolució de la prova.

Representa el 40 % de la qualificació final de l'assignatura.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es realitzaran dos exàmens programats: un examen parcial i un examen final. Aquests exàmens tindran caràcter teòric-pràctic, això és, contindran alhora preguntes de teoria i problemes. Els alumnes realitzaran i hauran de lliurar també una sèrie pràctiques de laboratori i d'exercicis pràctics en les classes de pràctiques programades, que es tindran en compte per a l'avaluació. La assistència a les sessions de pràctiques i el lliurament dels treballs de pràctiques és un prerrequisit per aprovar l'assignatura.

La nota global de l'assignatura NG es calcularà d'acord amb la següent equació:

$$NG = 0.40 NP + 0.40 NF + 0.10 NE + 0.10 NAS$$

NG : nota global

NP : nota avaluació de l'examen parcial

NF : nota avaluació de l'examen final

NE : nota avaluació de pràctiques

NAS: nota avaluació seguiment de classe

Juntament amb la prova final, es podrà recuperar la part de la nota corresponent a l'examen parcial. Tots els estudiants podran optar a fer tant sols la part corresponent al segon parcial. En aquest cas es mantindrà la qualificació de la nota del parcial que havia obtingut. Si opta per fer la prova global, la nota d'aquesta reemplaçarà a la del parcial en el cas de que sigui superior.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Sadiku, Matthew N. O. Elementos de electromagnetismo. 3a ed. México: Oxford Univeristy Press, 2003. ISBN 970613672X.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física para la ciencia y la tecnología, vol. 1 [en línia]. Barcelona: Reverté, 2010 [Consulta: 17/06/2022]. Disponible a : [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=10372](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10372). ISBN 9788429144321.
- Tipler, Paul Allen; Mosca, Gene. Física para la ciencia y la tecnología, vol. 2 [en línia]. Barcelona: Reverté, 2010 [Consulta: 17/06/2022]. Disponible a : [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=10373](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10373). ISBN 9788429144338.
- 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.

### Complementària:

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

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

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