



# Guia docent

## 220057 - EE - Enginyeria Espacial

Última modificació: 22/04/2021

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa  
**Unitat que imparteix:** 220 - ETSEIAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa.

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

**Curs:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** JORGE LUIS GUTIERREZ CABELLO

**Altres:**

### CAPACITATS PRÈVIES

---

L'alumne ha de tenir coneixements sòlids d'àlgebra, trigonometria, geometria, física bàsica (dinàmica de punt, dinàmica de sòlid rígida i electromagnetisme), transferència de calor per radiació i conducció.

### REQUISITS

---

Per a la correcta comprensió dels continguts de l'assignatura és imprescindible haver cursat Física I i II, Àlgebra, Càlcul I, Termodinàmica, Circuits Elèctrics i Mecànica. És aconsellable haver cursat Propulsió i Dinàmica de Gasos i Transferència de Calor i Massa.

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

---

**Específiques:**

1. GrETA - Coneixement adequat i aplicat a l'enginyeria de: fenòmens físics del vol, les seves qualitats i control, les forces aerodinàmiques, i propulsives, les actuacions i l'estabilitat.

**Transversals:**

2. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL - Nivell 3: Tenir en compte les dimensions social, econòmica i ambiental en aplicar solucions i dur a terme projectes coherents amb el desenvolupament humà i la sostenibilitat.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

La metodologia docent es divideix en dues parts:

- \* Sessions presencials d'exposició de continguts
- \* Sessions presencials de treball pràctic (exercicis i problemes)

En les sessions d'exposicions de continguts, el professorat introduirà les bases teòriques de la matèria, els conceptes, els mètodes i els resultats, il·lustrant amb exemples, imatges i vídeos per a facilitar la comprensió dels mateixos.

En les sessions de treball pràctic a l'aula, el professorat guiarà a l'estudiantat en l'aplicació dels conceptes teòrics a la resolució de problemes fomentant en tot moment el raonament crític.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Capacitat per analitzar i dissenyar un sistema espacial en base a models simplificats. Els aspectes en els que l'assignatura se centra son els següents:

- \* condicions en entorn espacial
- \* dinàmica orbital
- \* llançament i propulsió en l'espai
- \* subsistemes d'un satèl·lit
- \* instrumentació embarcada

L'objectiu de l'assignatura és que l'alumne sigui capaç de comprendre, analitzar i realitzar models de cada un d'aquests aspectes i que assolixi un domini bàsic del disseny d'un sistema espacial.

El objetivo de la asignatura es que el alumno sea capaz de comprender, analizar y realizar modelos de cada uno de dichos aspectos y que alcance un dominio básico del diseño de un sistema espacial

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Mòdul 1

**Descripció:**

Introducció a l'assignatura: Què és l'espai?, passat, present i futur de les activitats espacials.

**Objectius específics:**

Coneixement del context històric, científic i tecnològic del tema de l'assignatura, les etapes del desenvolupament dels vehicles espacials, l'estat actual de la conquesta i de l'ús de l'espai i les tendències futures.

**Activitats vinculades:**

Ac. 1

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h



## Mòdul 2

### Descripció:

Entorn espacial - Física de l'entorn espacial: atmosfera terrestre (perfil de temperatura, densitat, pressió, composició), camp gravitacional, camp geomagnètic, ionosfera, estructures de radiació, magnetosfera terrestre i les seves interaccions amb el camp magnètic interplanetari i amb les partícules d'origen solar i galàctic, entorn de deixalles espacials i de micrometeoros. Efectes de l'entorn sobre els satèl·lits: efectes del buit (outgassing), efectes de la radiació ultraviolada, de les partícules carregades, l'entorn tèrmic radiatiu, de la absorpció de radiació de partícules (dosi i esdeveniments aïllats), impactes amb micrometeoros i escombraries espacials .

### Objectius específics:

Comprensió de l'entorn físic d'un satèl·lit en òrbita planetocèntrica o interplanetària i dels efectes adversos sobre els seus components.

### Activitats vinculades:

Ac. 1, 2, 3, 4

### Dedicació: 20h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

## Mòdul 3

### Descripció:

Astrodinàmica: Sistemes de referència temporals i geomètrics (escales de temps i sistemes de referència geocèntrics, heliocèntrics i centrats en el satèl·lit), òrbites keplerianes i les seves perturbacions (lleis de Kepler, equació de la trajectòria kepleriana, conservació de l'energia i del moment angular, elements orbitals i les seves relacions amb la posició i la velocitat en el temps, tipus d'òrbites, perturbacions produïdes per la figura de la Terra, pel tercer cos, per la pressió de radiació i pel fregament atmosfèric), maniobres orbitals impulsives (equació del coet, maniobres d'un sol impuls en el pla i fora del pla, transferència de Hohmann), trajectòries interplanetàries (còniques empalmades i gravity assist).

### Objectius específics:

Domini de la dinàmica orbital bàsica (kepleriana i principals perturbacions) i de les maniobres impulsives més comuns. Coneixement de la tècnica de les còniques empalmades per al disseny d'una trajectòria interplanetària.

### Activitats vinculades:

Ac. 1, 2, 3, 4

### Dedicació: 41h

Grup gran/Teoria: 8h

Grup mitjà/Pràctiques: 4h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 25h



#### Mòdul 4

**Descripció:**

Transport espacial: dinàmica de llançament (fases de l'ascens, principi i avantatge dels coets multi-etapa, llocs de llançament i vehicles utilitzats per les diferents agències i indústries, finestres de llançament temporal, intervals de azimuth permesos), propulsió en l'espai (tipus de motors, performance i ocupació), maneres d'acostament a un planeta (pla B i paràmetres orbitals), entrada atmosfèrica, descens i aterratge en planetes i atmosferes diverses.

**Objectius específics:**

Comprensió de la dinàmica, cinemàtica i geometria del llançament, coneixement dels diferents tipus de sistemes de propulsió espacial (tèrmics i elèctrics), comprensió de les diferents maneres d'acostament a un planeta.

**Activitats vinculades:**

Ac. 1, 2, 3, 4

**Dedicació:** 24h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 14h

#### Mòdul 5

**Descripció:**

Subsistemes del vehicle espacial: introducció (anatomia del vehicle espacial), subsistema d'energia elèctrica, control tèrmic, estructures i mecanismes, determinació i control d'actitud, sistemes de comunicacions, sistema de control ambiental i suport a la vida.

**Objectius específics:**

Comprensió de la física i tecnologia dels diferents aparells que componen una nau espacial i de la seva interacció amb l'entorn espacial. Capacitat per avaluar, triar i dissenyar els elements bàsics dels subsistemes fonamentals d'un satèl·lit.

**Activitats vinculades:**

Ac. 1, 2, 3, 5

**Dedicació:** 48h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 28h

#### Mòdul 6

**Descripció:**

Càrrega útil: sensors per a la teledetecció, aplicacions (astrofísica, observació de la Terra, servei).

**Activitats vinculades:**

Ac. 1, 2, 3, 5

**Dedicació:** 12h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Grup petit/Laboratori: 1h

Aprenentatge autònom: 8h



## ACTIVITATS

---

### ACTIVITAT 1 - CLASSES TEÒRIQUES

**Material:**

Transparències, apunts, vídeos

**Dedicació:** 118h

Grup gran/Teoria: 28h

Aprenentatge autònom: 90h

### ACTIVITAT 2 - EXERCICIS NO AVALUABLES

**Material:**

Problemes amb solució.

**Dedicació:** 21h

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

Grup petit/Laboratori: 7h

### ACTIVITAT 3 - EXERCICIS AVALUABLES

**Dedicació:** 7h

Grup petit/Laboratori: 7h

### ACTIVITAT 4 - EXAMEN PARCIAL

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

### ACTIVITAT 5 - EXAMEN FINAL

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

La nota global de l'assignatura es basa en els següents actes d'avaluació:

- \* Examen final (50%)
- \* Exercicis pràctics avaluables sobre el temari de l'examen (25%)
- \* Entregables (25%)

El mecanisme de reconducció de resultats poc favorables es una prova escrita. Tots els estudiants poden fer-la. La nota obtinguda substituirà la nota anterior. Aquesta prova es farà sota demanda, en horari a convenir.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Els exercicis pràctics avaluables es realitzaran en grups petits i per escrit.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Fortescue, P. W.; Swinerd, G.; Stark, J. P. W. (eds.). Spacecraft systems engineering [en línia]. 4th ed. New York: Wiley, 2011 [Consulta: 19/05/2020]. Disponible a: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=693314>. ISBN 9780470750124.
- Tribble, Alan C. The space environment: implications for spacecraft design. Rev. and expanded ed. Princeton: Princeton University, 2003. ISBN 0691102996.
- Griffin, Michael D.; French, James R. Space vehicle design. 2nd ed. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004. ISBN 1563475391.
- Kaplan, M.H. Modern spacecraft dynamics & control. New York: John Wiley & Sons, 1976. ISBN 0417457035.
- Pisacane, V.L. Fundamentals of space systems. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2005. ISBN 0195162056.
- Curtis, Howard D. Orbital mechanics for engineering students [en línia]. 2nd ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2009 [Consulta: 20/05/2020]. Disponible a: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780123747785>. ISBN 9780123747785.
- Bate, R.R.; Mueller, D.D.; White, J.E. Fundamentals of astrodynamics. New York: Dover, 1971. ISBN 0486600610.