



# Guia docent

## 220008 - ENIA - Espai Aeri, Navegació i Infraestructures

Última modificació: 05/12/2024

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

**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:** 4.5      **Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Alex Ferrer Ferré

**Altres:** Alex Ferrer, Xavier Roca, Joan Antoni Castillo, Lau Tintoré

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

---

#### Específiques:

1. GrETA/GrEVA - Comprendre la globalitat del sistema de navegació aèria i la complexitat del trànsit aeri  
CE13. Comprendre la singularitat de les infraestructures, edificacions i funcionament dels aeroports  
CE14. Comprendre el sistema de transport aeri i la coordinació amb altres modes de transport  
CE17-GRETA. Coneixement adequat i aplicat a l'enginyeria de: els elements fonamentals dels diversos tipus d'aeronaus; els elements funcionals del sistema de navegació aèria i les instal·lacions elèctriques i electròniques associades; els fonaments del disseny i construcció d'aeroports i els seus diversos elements

#### Bàsiques:

CB05-GRETA. Que els/les estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

En les sessions d'exposició dels continguts el professorat introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la seva comprensió.

Es realitzaran sessions de simulador de vol i sessions de programació per resoldre les equacions simplificades de la mecànica del vol. L'estudiantat, de forma autònoma ha de treballar el material proporcionat pel professorat i el resultat de les sessions de treball per tal d'assimilar i fixar els conceptes.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Conèixer l'organització del sistema de transport aeri i de circulació aèria, les normes que ho regulen i les institucions que ho integren, així com els elements del sistema de navegació aèria i la seva relació amb la infraestructura aeroportuària.

En particular, entendre l'estructura de l'espai aeri, les tècniques de navegació instrumental, el procediments utilitzats per les aeronaus en l'espai aeri controlat, els distints sistemes d'ajuda a la navegació aèria i la relació amb els aeroports, tant des del punt de vista de disseny com d'operació.

Entendre les equacions simplificades de la mecànica del vol i les eines necessàries per a la seva simulació numèrica



## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup mitjà	14,0	12.44
Hores grup gran	31,0	27.56
Hores aprenentatge autònom	67,5	60.00

**Dedicació total:** 112.5 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció a la Navegació Aèria

**Descripció:**

- 1.1 Definicions
- 1.2 Història
- 1.3 Tècniques bàsiques de navegació aèria

**Activitats vinculades:**

Classe d'explicació teòrica

**Dedicació:** 9h

Grup gran/Teoria: 2h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h

Aprenentatge autònom: 6h

### 2. Infraestructures Aeroportuàries (I)

**Descripció:**

- 2.1 Claus de referència
- 2.2 Disseny i dimensionament
- 2.3 Zonificació dels aeroports

**Activitats vinculades:**

Classe d'explicació teòrica i pràctica

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 1h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m

Aprenentatge autònom: 3h



### 3. Infraestructures Aeroportuàries (II)

**Descripció:**

- 3.1 Senyalitzacions
- 3.2 Relació amb ajudes externes
- 3.3 AIP i accés a la informació.

**Activitats vinculades:**

Classe d'explicació teòrica

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 1h 30m  
Grup mitjà/Pràctiques: 0h 30m  
Aprenentatge autònom: 3h

### 4. Espai i Serveis Aeris

**Descripció:**

- 4.1. Serveis de Trànsit Aeri (ATS)
  - i) Serveis aeris de FIS i ALRS
  - ii) Servei de Control de Trànsit Aeri (ATC)
- 4.2. Espais Aeris
  - i) FIR-UIR.
  - ii) Espai Aeri Controlat (ATZ, CTR, TMA, CTA).
  - iii) Classes
  - iv) Rutes ATS: Aerovies, SID, STAR
  - v) Restriccion

**Activitats vinculades:**

Classe d'explicació teòrica i pràctica

**Dedicació:** 22h 30m

Grup gran/Teoria: 6h  
Grup mitjà/Pràctiques: 3h  
Aprenentatge autònom: 13h 30m

### 5. Navegació Aèria

**Descripció:**

- 5.1. Pla de Vol (o com sortir a volar)
- 5.2. Regles de vol (visual i instrumental)
- 5.3. Ajudes visuals i radioajudes
- 5.4. Receptors i antenes
- 5.5. RADAR
- 5.6. Instruments

**Activitats vinculades:**

Classe d'explicació teòrica

**Dedicació:** 12h 30m

Grup gran/Teoria: 3h  
Grup mitjà/Pràctiques: 2h  
Aprenentatge autònom: 7h 30m

## 6. Simulació de vol

### Descripció:

- 6.1. El circuit de trànsit d'un aeroport
- 6.2. Aterratges i enlairaments
- 6.3. Comunicacions aèries
- 6.4. Introducció a les checklists
- 6.5. Superfícies de control de les aeronaus
- 6.6. Pràctiques de vol

**Dedicació:** 12h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 7h 30m

## 7. Infraestructures aeroportuàries

### Descripció:

- 7.1 Construcció d'infraestructures aeroportuàries
- 7.2 Exemples d'infraestructures aeroportuàries

### Activitats vinculades:

Classe d'explicació teòrica

**Dedicació:** 7h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 4h 30m

## 8. Introducció a la mecànica del vol

### Descripció:

- 8.1. Revisitar les EDO mitjançant el problema del pendol i tir parabòlic
- 8.2. Introducció al mètode de Forward Euler per resolució numèrica de EDOs.
- 8.3. Resolució del problema de llançament amb resistència aerodinàmica
- 8.4. Introducció a les equacions de la mecànica del vol i la seva resolució numèrica

**Dedicació:** 38h 30m

Grup gran/Teoria: 11h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Aprenentatge autònom: 22h 30m

## ACTIVITATS

### 1. Sessions de teoria/pràctica

**Descripció:**

Preparació prèvia i posterior de les sessions de teoria i assistència a aquestes.  
Realització de demostracions a l'aula amb suport de material informàtic on es realitzaran simulacions de vol.  
Sessió de programació en Matlab per la simulació de les equacions de la mecànica del vol

**Objectius específics:**

Transferir els coneixements necessaris per a una correcta interpretació dels continguts desenvolupats a les sessions de teoria i resolució de dubtes en relació al temari de l'assignatura

**Material:**

1. Llibres de text recomanats a la bibliografia de l'assignatura
2. Articles tècnics relacionats
3. Webs de suport

**Lliurament:**

Aquesta activitat està vinculada amb l'examen parcial i final.

**Dedicació:** 103h

Aprenentatge autònom: 67h 30m

Grup gran/Teoria: 21h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 14h

### 2. Sessió d'infraestructures aeroportuàries

**Descripció:**

Realització de una pràctica a l'aula relacionada amb les infraestructures aeroportuàries

**Objectius específics:**

Ampliar els continguts desenvolupats a les sessions de teoria

**Material:**

Webs de suport

**Lliurament:**

Els alumnes realitzaran la pràctica a l'aula amb el suport del professorat. La valoració d'aquesta activitat es el 10% de la nota final de l'assignatura, avaluant-se la pràctica realitzada

**Dedicació:** 1h 30m

Grup gran/Teoria: 1h 30m

### 3. Sessions de programació per la simulació de la mecànica del vol

**Competències relacionades:**

CE09. GrETA/GrEVA - Comprendre la globalitat del sistema de navegació aèria i la complexitat del trànsit aeri

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 8h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Nota final =  $0.1 * Act1 + 0.4 * Act2 + 0.3 * Act3 + 0.2 * Act4$

Act1: qualificació de l'activitat (treball) d'Infraestructures.

Act2: qualificació de l'examen de Normativa, Espai Aeri i Aeroports.

Act3: qualificació de l'activitat (treball) d'Introducció a Mecànica del Vol.

Act4: qualificació de l'examen de Navegació i Simulació de Vol.

Complint amb la Normativa d'Avaluació en els estudis de grau i màster de l'ESEIAAT, tots aquells estudiants que no es presentin o no superin els exàmens de les activitats prèvies a l'examen final, amb pes a la nota igual o superior al 25%, tindran l'opció de reconduir el resultat en un examen el dia fixat al calendari d'exàmens finals.

En aquest cas, la qualificació final serà:

Nota final =  $0.1 * Act1 + 0.4 * \text{Max}[Act2; 0.8 * ActRec + 0.2 * Act2] + 0.3 * Act3 + 0.2 * Act4$

Max = Màxim.

ActRec = Activitat de reconducció.

Aclariment: En el cas que, pel desenvolupament de l'assignatura, l'Act2 s'avalués el dia de l'examen final, no hi hauria opció de reconducció.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Excepte a l'exàmen, es pot consultar, tantes vegades com cregui convenient, al professorat de l'assignatura o a d'altres alumnes.

S'habilita un espai de fòrum a ATENEA per tal que tots els grups puguin exposar i/o compartir informació interessant, o vincles identificats, o demanar informació o suport a d'altres grups.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- " Reglamento de circulación aérea". Mapelli López, Enrique [et al.]. Legislación aérea. Madrid: Tecnos, 2004.
- Adsuar Mazón, J. C. Circulación aérea. Madrid: Paraninfo, 1994. ISBN 8428321205.
- Sáez Nieto, Francisco Javier [et al.]. Sistemas y equipos para la navegación y circulación aérea. Madrid: Universidad Politécnica, 1995.
- Nolan, Michael S. Fundamentals of air traffic control. 4th ed. Belmont: Thomson--Brooks/Cole, 2004. ISBN 0534393756.
- Kayton, Myron; Fried, Walter R. Avionics navigation systems [en línia]. 2nd ed. New York: Wiley, 2007 [Consulta: 13/06/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470172704>. ISBN 9780470172704.
- Skolnik, Merrill I. Radar handbook. New York: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780071485470.
- Betts, John T. Practical methods for optimal control using nonlinear programming. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2010. ISBN 9780898716887.

### Complementària:

- International Civil Aviation Organization. Operación de aeronaves: normas y métodos recomendados internacionales: anexo 6 al convenio sobre aviación civil internacional. Madrid: OACI, 1998.
- International Civil Aviation Organization. Reglamento del aire: normas internacionales: anexo 2 al convenio sobre aviación civil internacional. 9a ed. Madrid: OACI, 1990.
- International Civil Aviation Organization. Telecomunicaciones aeronáuticas: normas y métodos recomendados internacionales : anexo 10 al convenio sobre aviación civil internacional. 3a ed. Madrid: OACI, 1995.
- Gil Diez, J.M. ATC control de tráfico aéreo. Madrid: Paraninfo, 1984. ISBN 9788428312882.
- Skolnik, Merrill I. Introduction to radar systems. 3rd ed. Boston: McGraw-Hill, 2001. ISBN 0072909803.
- Sáez Nieto, F.J [et al.]. La navegación aérea y el aeropuerto. Madrid: Fundación Aena, 2002. ISBN 8495567091.



## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- [www.eurocontrol.int](http://www.eurocontrol.int). Eurocontrol
- [www.icao.int](http://www.icao.int). International Civil Aviation Organization
- [www.aena.es](http://www.aena.es). Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
- [www.ignss.org](http://www.ignss.org). International Global Navigation Satellite System Society
- [www.esa.int](http://www.esa.int). European Space Agency