

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

Unitat responsable:	205 - ESEIAAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa		
Unitat que imparteix:	220 - ETSEIAT - Escola Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa		
Curs:	2017		
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AERONÀUTICA (Pla 2014). (Unitat docent Obligatòria)		
Crèdits ECTS:	7,5	Idiomes docència:	Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: Oriol Lizandra

Altres: Jaume Calaf

### Metodologies docents

La metodologia docent es divideix en tres parts:

- Sessions presencials d'exposició - participació dels continguts i realització d'exercicis.
- Sessions presencials de treball de laboratori.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis i activitats.

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

En les sessions de treball de laboratori, el professorat guiarà l'estudiantat en l'aplicació dels conceptes teòrics per a la resolució de muntatges experimentals, fonamentant en tot moment el raonament crític. Es proposaran activitats que l'estudiantat resolgui a l'aula i fora de l'aula, per tal d'afavorir el contacte i utilització de les eines bàsiques necessàries per a la realització d'un sistema d'instrumentació.

L'estudiantat, de forma autònoma, ha de treballar el material proporcionat pel professorat i el resultat de les sessions de treball-problemes per tal d'assimilar i fixar els conceptes. El professorat proporcionarà un pla d'estudi i de seguiment d'activitats (ATENEA).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

En acabar l'assignatura l'estudiant o estudianta ha de:

- Conèixer les tècniques numèriques bàsiques pel càlcul de fluxos no viscosos i incompressibles al voltant de perfils i ales.
- Conèixer les tècniques utilitzades en aerodinàmica experimental.
- Entendre com els efectes de compressibilitat de l'aire a alta velocitat de vol influeixen en l'aerodinàmica i el funcionament de la planta motriu dels avions.
- Saber calcular les actuacions dels avions a partir de les equacions fonamentals (cinemàtiques i dinàmiques), i saber determinar les variables de vol òptimes segons el criteri considerat.
- Veure que es poden obtenir resultats qualitius (i fins a cert punt, també quantitius) interessants del comportament dinàmic de l'avió, plantejant equacions diferencials linealitzades, considerant les petites perturbacions respecte un estat de referència de moviment estacionari.
- Comprendre que, sota les hipòtesis de la linealització, es pot desacoblar el moviment longitudinal del moviment lateral.
- Entendre com la geometria, configuració i distribució massica de l'avió afecta a les derivades d'estabilitat longitudinals i laterals de l'aparell.
- Saber calcular els modes corresponents al moviment lliure longitudinal i lateral, i entendre com les derivades d'estabilitat i altres paràmetres de l'avió influeixen en el comportament dinàmic d'aquest.
- Saber calcular la resposta dinàmica de l'avió a inputs arbitraris sobre els controls de vol, tant mitjançant integració directe en el domini del temps, com fent ús de la transformada de Laplace.

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

- Saber aplicar la teoria de control clàssica a problemes de dinàmica de vol, en especial, en particular els modes (lleis de pilotatge) més habituals utilitzats en avions comercials.
- Entendre com els paràmetres del controlador afecten a la resposta dinàmica de l'avió, i que elegint convenientment aquests paràmetres es pot obtenir una resposta òptima, atenent aspectes diversos, com precisió, rapidesa i estabilitat de la resposta, confortabilitat, etc.
- Conèixer els diferents sistemes de coordenades celestes i els plans fonamentals, així com les diferents escales de temps.
- Dominar els aspectes del moviment keplerià, els elements orbitals i el càlcul d'efemèrides.
- Conèixer les maniobres bàsiques pels canvis d'òrbita de vehicles espacials al voltant de la Terra.
- Comprendre les bases del mètode d'ajust de còniques ("patched conic procedure"), i dels viatges a la Lluna o els interplanetaris.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 187h 30m	Hores grup gran:	45h	24.00%
	Hores grup petit:	22h 30m	12.00%
	Hores aprenentatge autònom:	120h	64.00%

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

### Continguts

Mòdul 1: Introducció a l'aerodinàmica numèrica i experimental.

Dedicació: 30h

Grup gran: 8h

Grup petit: 4h

Aprenentatge autònom: 18h

Descripció:

- Repàs de definicions i conceptes d'aerodinàmica de perfils i ales.
- Tècniques numèriques per perfils i ales en règim incompressible: mètodes de panells i línia sustentadora.
- Aerodinàmica de perfils i ales en règim subsònic alt i supersònic. Tractament descriptiu.

Activitats vinculades:

Primer examen parcial. Pot ser que també entri dins del treball en grup.

Mòdul 2: Actuacions dels avions d'alta velocitat

Dedicació: 19h 30m

Grup gran: 5h

Grup mitjà: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 12h

Descripció:

- Efectes de la compressibilitat sobre els coeficients aerodinàmics i les actuacions de la planta propulsora.
- Actuacions de punt: vol contingut en un pla vertical (trajectòria horitzontal, ascens i descens), i vol en viratge en un pla horitzontal.
- Actuacions integrals: abast i autonomia.

Activitats vinculades:

Primer examen parcial. Pot ser que també entri dins del treball en grup.

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

<p>Mòdul 3: Teoria de petites pertorbacions. Estabilitat i resposta dinàmica d'avions.</p>	<p>Dedicació: 78h Grup gran: 18h Grup petit: 9h Aprentatge autònom: 51h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equacions generals del moviment de l'avió com a sòlid rígid.</li> <li>- Linealització de les equacions del moviment, respecte una condició de referència.</li> <li>- Separació del moviment longitudinal i lateral.</li> <li>- Adimensionalització de les equacions del moviment longitudinal.</li> <li>- Derivades d'estabilitat longitudinals.</li> <li>- Estabilitat dinàmica del moviment lliure longitudinal. Sistemes complet i aproximat.</li> <li>- Resposta dinàmica longitudinal en llaç obert.</li> <li>- Adimensionalització de les equacions del moviment lateral</li> <li>- Derivades d'estabilitat lateral-direccional.</li> <li>- Estabilitat dinàmica del moviment lliure lateral. Sistemes complet i aproximat.</li> <li>- Resposta dinàmica lateral en llaç obert.</li> </ul> <p>Activitats vinculades: Primer examen parcial. Pot ser que també entri dins del treball en grup.</p>	
<p>Mòdul 4: Introducció al vol automàtic</p>	<p>Dedicació: 15h Grup gran: 4h Grup petit: 2h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Control longitudinal i lateral en llaç tancat. Diagrames de blocs i funcions de transferència.</li> <li>- Modes típics de vol automàtic.</li> <li>- Aplicació a sistemes d'augment d'estabilitat.</li> </ul> <p>Activitats vinculades: Segon examen parcial. Pot ser que també entri dins el treball en grup.</p>	

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

Mòdul 5: Mecànica Orbital	Dedicació: 45h Grup gran: 10h Grup petit: 5h Aprenentatge autònom: 30h
Descripció: - Sistemes de referència per a l'espai. Escales de temps. - Moviment keplerià i elements orbitals. - Determinació de les òrbites. - Pertorbacions de les òrbites. - Satèl·lits al voltant de la Terra. - Maniobres orbitals bàsiques. - Trajectòries a la Lluna i interplanetàries.  Activitats vinculades: Segon examen parcial. Pot ser que també entri dins el treball en grup.	

### Planificació d'activitats

Activitat 1: Examen parcial	Dedicació: 87h 30m Grup petit: 12h 30m Aprenentatge autònom: 50h Grup gran: 25h
Descripció: - Part teòrica amb preguntes curtes de desenvolupament, i amb la possibilitat d'incloure un test. - Problemes (entre 2 i 3)	
Activitat 2: Examen final	Dedicació: 75h Grup petit: 10h Aprenentatge autònom: 45h Grup gran: 20h
Descripció: - Part teòrica amb preguntes curtes de desenvolupament, i amb la possibilitat d'incloure un test. - Problemes (entre 2 i 3)	
Activitat 3: Treball en grup	Dedicació: 25h Aprenentatge autònom: 25h
Descripció: Aquest treball estarà relacionada amb algun/s dels mòduls de l'assignatura.	

## 220301 - Aerodinàmica, Mecànica de Vol i Orbital

### Sistema de qualificació

La nota final es calcularà d'acord amb la següent expressió:

$$N_{FINAL} = 0.4 * NP1 + 0.4 * NP2 + 0.2 * NT$$

On NP1 i NP2 són les notes del primer i segon parcial, respectivament, i NT correspon a la nota del treball en grup.

Tots aquells estudiants que suspenguin o no puguin assistir a l'examen parcial, podran recuperar la seva nota mitjançant un examen de recuperació al finalitzar l'examen final.

### Bibliografia

#### Bàsica:

- Anderson, John D. Fundamentals of aerodynamics. 5th ed. New York: McGraw-Hill, 2011. ISBN 9780073398105.
- Anderson, John D. Introduction to flight. 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780073380247.
- Ashley, Holt. Engineering analysis of flight vehicles. New York: Dover, 1992. ISBN 0486672131.
- Chobotov, Vladimir A. Orbital mechanics. 3rd ed. Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2002. ISBN 1563475375.
- Etkin, B.; Reid, L. D. Dynamics of flight: stability and control. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons, 1996. ISBN 0471034185.

#### Complementària:

- Abzug, M. J.; Larrabee, E. E. Airplane stability and control: a history of the technologies that made aviation possible. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. ISBN 0521809924.
- Abzug, M. J. Computational flight dynamics. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998. ISBN 1563472597.
- Miele, Angelo. Flight mechanics. Vol. 1, theory of flight paths. Reading, Massachusetts [etc]: Addison Wesley, 1962.