

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:	2019		
Titulació:	MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AERONÀUTICA (Pla 2014). (Unitat docent Obligatòria)		
Crèdits ECTS:	7,5	Idiomes docència:	Català, Castellà

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/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprentatge 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/Teoria: 5h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h 30m
Aprentatge 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/Teoria: 18h Grup petit/Laboratori: 9h Aprentatge autònom: 51h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equacions generals del moviment de l'avió com a sòlid rígid. - Linealització de les equacions del moviment, respecte una condició de referència. - Separació del moviment longitudinal i lateral. - Adimensionalització de les equacions del moviment longitudinal. - Derivades d'estabilitat longitudinals. - Estabilitat dinàmica del moviment lliure longitudinal. Sistemes complet i aproximat. - Resposta dinàmica longitudinal en llaç obert. - Adimensionalització de les equacions del moviment lateral - Derivades d'estabilitat lateral-direccional. - Estabilitat dinàmica del moviment lliure lateral. Sistemes complet i aproximat. - Resposta dinàmica lateral en llaç obert. <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/Teoria: 4h Grup petit/Laboratori: 2h Aprentatge autònom: 9h</p>
<p>Descripció:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Control longitudinal i lateral en llaç tancat. Diagrames de blocs i funcions de transferència. - Modes típics de vol automàtic. - Aplicació a sistemes d'augment d'estabilitat. <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/Teoria: 10h Grup petit/Laboratori: 5h Aprenentatge autònom: 30h
Descripció: - Sistemes de referència per a l'espai. Escales de temps. - Moviment keplerian 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/Laboratori: 12h 30m Grup gran/Teoria: 25h Aprenentatge autònom: 50h
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/Laboratori: 10h Grup gran/Teoria: 20h Aprenentatge autònom: 45h
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, vulguin millorar nota o no puguin assistir a l'examen parcial, tindran oportunitat d'examinar-se de nou, a ser possible, el mateix dia de l'examen final. Si les circumstàncies no fan viable que sigui el mateix dia de l'examen final, el professor responsable de l'assignatura proposarà, via la plataforma Atenea, que l'esmentat examen de recuperació es dugui a terme un altre dia, el més pròxim possible (abans o després) a la data de l'examen final.

La nova nota de l'examen de recuperació substituirà l'antiga, excepte en els supòsits següents:

- Si l'antiga té una qualificació igual o superior a 5, i la nova té una qualificació inferior a 5, la qualificació resultant de l'examen parcial serà de 5.
- Si l'antiga té una qualificació inferior a 5 però superior a 4, i la nova és inferior a 4, la nota resultant serà 4.

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.