



Guia docent

220305 - 220305 - Combustió i Propulsió de Coets

Última modificació: 22/06/2023

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA AERONÀUTICA (Pla 2014). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Jordi Ventosa Molina

Altres: Borja Borràs Quintanal
David Bermejo Plana

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE18. MUEA/MASE: Capacitat per dissenyar, executar i analitzar els Assaigs de sistemes propulsius, i per dur a terme el procés complet de certificació dels mateixos.

CE12. MUEA/MASE: Coneixement adequat de Mecànica de Fluids Avançada, amb especial incidència en les tècniques experimentals i numèriques utilitzades en la mecànica de fluids.

CE13. MUEA/MASE: Comprensió i domini dels fenòmens associats a la combustió i a la Transferència de Calor i Massa.

Bàsiques:

CB06. Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i / o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

CB08. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, sent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

CB10. Que els estudiants tinguin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran mesura autodirigida o autònoma.

METODOLOGIES DOCENTS

La metodologia docent es divideix en tres parts:

- Sessions presencials de classe: teoria i problemes.
- Sessions presencials de pràctiques informàtiques (aula d'informàtica), utilitzant software específic de combustió i coets
- 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 la sessió de pràctiques informàtiques, el professorat guiarà a l'estudiant en l'anàlisi i resolució de processos de combustió de coets, utilitzant programes de càlcul. Aquestes sessions estan previstes de realitzar a les aules informàtiques existents a l'escola. La metodologia i les eines de càlcul tractades (programes) hauran de ser utilitzades per l'alumne en la resolució de problemes de combustió proposats pel professor.

Com a activitat final de l'assignatura, l'estudiant haurà de realitzar un treball en equip sobre una temàtica relacionada amb el temari de l'assignatura. Aquest treball serà presentat a classe i serà avaluat pel professorat.

En resum la metodologia docent es basa en activitats presencials realitzades a classe (teoria, problemes) i en treball autònom realitzat per l'alumne fora de l'aula (problemes de combustió, treball final). El professorat proporcionarà una tutoria i seguiment adients de les activitats i treballs realitzats pels alumnes.



OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

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

- Conèixer els fonaments teòrics i les limitacions de la propulsió dels coets tèrmics.
- Conèixer els fonaments teòrics i la metodologia de càlcul del procés de combustió en coets tèrmics.
- Conèixer els elements i sistemes característics de la propulsió coet: Cambra de combustió, tovera, injectors, bombes, dipòsits. Compatibilitat química, tèrmica i mecànica dels materials.
- Conèixer els procediments pel disseny de toveres.
- Tenir els fonaments per fer un anàlisi prèvia dels requeriments de la missió
- Conèixer els principis de funcionament i bal·lística interna dels diferents tipus de motor coet.
- Tenir criteris per a la selecció del tipus de propulsió química més idònia per a cada missió.
- Capacitar pel disseny bàsic i avantprojecte de coets químics a propergol sòlid, líquid i híbrid.
- Conèixer les tècniques d'assaig experimental: Banc de proves i la seva instrumentació.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00
Hores grup petit	15,0	12.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Mòdul 1: Especificitat i aplicacions dels diferents tipus de propulsors coets

Descripció:

Paràmetres de rendiment
Tipus de missions
Tipus de coets
Avaluació del coet

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 3h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

Mòdul 2: Combustibles i comburents de coets

Descripció:

Conceptes bàsics de combustió
Tipus de combustibles utilitzats
Model físic del motor coet ideal
Propergols líquids
Propergols sòlids
Propergols híbrids

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h 40m



Mòdul 3: Combustió aplicada a coets

Descripció:

Estequiometria
Termoquímica
Exemples de càlcul

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h 40m

Mòdul 4: Resum històric de propegols

Descripció:

Analitzar els propegols usats en diferents missions al llarg de la història dels coets.

Dedicació: 12h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 1h 30m

Aprenentatge autònom: 8h

Mòdul 5: Coets a propegol sòlid

Descripció:

Composició i formulació de la càrrega
Disseny de la geometria del gra
Combustió i llei de l'empenta
Balística interna
Sistemes d'ignició

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h 40m

Mòdul 6: Qualitats d'actuació tècnica dels coets

Descripció:

Velocitat d'ejecció dels gasos en coets
Empenta i relació d'expansió
Velocitat característica
Coeficient d'empenta
Qualitat d'actuació del propulsor coet
Impuls total
Impuls específic
Velocitat d'ejecció efectiva
Eficiència del motor coet
Control de l'empenta

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 10h 40m



Mòdul 7: Disseny de toveres

Descripció:

Tipus de toveres
Mètodes de càlcul pel disseny de toveres
Toveres de motor de combustible líquid

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h 40m

Mòdul 8: Coets a propergol líquid

Descripció:

Tipus de propergols
Elements del motor coet a propergol líquid
Tancs
Cambres de combustió
Toveres
Sistemes de pressurització i alimentació de propergols
Exemples de càlcul

Dedicació: 16h 40m

Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 2h
Aprenentatge autònom: 10h 40m

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Hi haurà quatre proves d'avaluació:

- Primer examen parcial (35%)
- Segon examen parcial (35%)
- Problemes de combustió (10%)
- Treballs (20%)

Per als alumnes que no aprovin primer examen parcial, es preveu realitzar un examen de recuperació que es realitzarà el dia del segon examen parcial.

Normes de l'examen de recuperació:

- Només poden presentar-se els alumnes que hagin suspès el primer examen parcial
- Nota màxima limitada a 6,0 sobre 10,0
- La nota final primer examen parcial serà la més alta que obtingui l'alumne entre els dos exàmens (examen ordinari i examen de recuperació)



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Sutton, G. P.; Biblarz, O. Rocket propulsion elements [en línia]. 8th ed. New York: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=818989>. ISBN 9781118174616.
- Kuo, K. K. Principles of combustion. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0471046892.
- Malcom W. Chase, Jr. NIST-JANAF thermochemical tables. 4th ed. Washington: American Chemical Society and American Institute of Physics, 1998. ISBN 1563968312.
- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Modern engineering for design of liquid-propellant rocket engines. Washington: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1992. ISBN 1563470136.
- Brown, Charles D. Spacecraft propulsion. Washington, DC: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1995. ISBN 1563471280.
- Huzel, D. K.; Huang, D. H. Design of liquid-propellant rocket engines [en línia]. 2nd ed. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1971 [Consulta: 12/04/2022]. Disponible a: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19710019929/downloads/19710019929.pdf>.

Complementària:

- Mattingly, Jack D. Elements of propulsion: gas turbines and rockets [en línia]. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006 [Consulta: 05/05/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3111475>. ISBN 1563477793.
- Turchi, Peter J. Propulsion techniques: action and reaction. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1998. ISBN 1563471159.
- Oates, Gordon C. Aerothermodynamics of gas turbine and rocket propulsion. 3rd ed. Reston: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1997. ISBN 1563472414.

RECURSOS

Altres recursos:

Material elaborat i/o recopilat pel professor penjat al campus virtual ATENEA