

Guia docent

300526 - ESA - Enginyeria de Sistemes d'Astronauts

Última modificació: 29/06/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SATÈL·LITS (Pla 2024). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Definit a la infoweb de l'assignatura.

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

L'assignatura d'Enginyeria de Sistemes d'Astronauts (Spacecraft Systems Engineering) és una disciplina integradora que requereix d'uns coneixements bàsics consolidats en matèries cursades anteriorment. Per a cursar aquesta assignatura amb èxit, es recomana tenir nocions de les següents àrees:

- Física i Termodinàmica: Mecànica clàssica del sòlid rígid i conceptes molt bàsics de transferència de calor (conducció i radiació).
- Competències Matemàtiques: Àlgebra lineal aplicada (vectors i matrius), càlcul diferencial i integral, i mètodes de resolució d'equacions diferencials ordinàries (EDO).
- Senyals i Sistemes: Conceptes fonamentals de senyals continus i discrets, sistemes lineals i invariants en el temps (LTI) i anàlisi freqüencial bàsic.
- Fonaments de Telecomunicacions i Electrònica: Propagació bàsica d'ones, càlcul elemental de balanç d'enllaç (link budget) i circuits elèctrics bàsics de corrent continu i altern.
- Programació: Capacitat de programació a nivell d'usuari per implementar simulacions numèriques senzilles (per exemple, en Python, MATLAB o entorns similars).

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura es desenvolupa mitjançant una estratègia d'aprenentatge actiu basada en les següents activitats de treball:

- Clases de teoria (Lectures): Sessions expositives sobre els fonaments de l'enginyeria de sistemes espacials sota l'estàndard ESA/ECSS i l'arquitectura dels 9 subsistemes clau de l'astronauta.
- Clases pràctiques i de laboratori (Practical Labs): Sessions guiades de modelat i simulació numèrica de subsistemes (bucle de control d'actitud, balanç tèrmic i balanç d'enllaç) utilitzant MATLAB o Python.
- Projecte de disseny (Project-Based Learning - PBL): Treball en equip per al disseny conceptual d'una missió CubeSat, integrant el disseny de subsistemes, els pressupostos del sistema (system budgets) i les matrius de verificació (VCM).
- Treball autònom: Estudi personal, resolució de problemes d'enginyeria de disseny i preparació dels lliurables del projecte.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Explicar el cicle de vida d'un projecte espacial segons els estàndards de l'ESA/ECSS (Fases A-F) i descriure les fites de revisió clau (CoR, PDR, CDR).

- Establir i balancejar de manera consolidada els pressupostos del sistema (system budgets) de massa, potència elèctrica, enllaç RF i propel·lent per a una missió CubeSat.
- Avaluar l'impacte de l'entorn espacial i de llançament sobre el disseny tèrmic, mecànic i elèctric del satèl·lit.
- Dissenyar i simular mitjançant programari (MATLAB o Python) un bucle de control de retroalimentació d'actitud (ADCS) i un model d'equilibri tèrmic simplificat.
- Seleccionar i justificar de manera crítica els components comercials (COTS) adequats per a cada subsistema en funció dels requisits de la missió.
- Redactar una proposta de disseny conceptual completa per a una missió de satèl·lit petit, aplicant el pensament crític en la gestió de riscos i marges de disseny.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	70,0	56.00
Hores grup gran	55,0	44.00

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

Disseny de la Missió, Òrbites i Llançadors

Descripció:

Aquest bloc introdueix els conceptes fonamentals de l'enginyeria de sistemes espacials i el cicle de vida complet de la missió. Cobreix la gestió de la documentació (documentation management) i l'avaluació de la missió (mission evaluation) en el context dels estàndards ESA/ECSS. Els estudiants participaran en pràctiques de disseny concurrent (concurrent design) i anàlisi de la missió (mission analysis). A més, aprofundeix en la dinàmica de satèl·lits, disseny i manteniment d'òrbites (dynamics of satellites, orbit design and maintenance). Finalment, explora les característiques i entorns de diversos vehicles de llançament (launch vehicles) per situar la nau en òrbita amb seguretat.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

Subsistemes de Plataforma i Control

Descripció:

Aquest bloc se centra en el nucli físic i dinàmic de la nau espacial. Cobreix el disseny de l'estructura i mecanismes (structure and mechanisms), incloent-hi els sistemes desplegable. Un focus principal és la determinació i control d'actitud (attitude determination and control), incloent cinemàtica, sensors i actuadors. També introdueix els sistemes de propulsió espacial (space propulsion) per a maniobres orbitals, així com els sistemes de control tèrmic (thermal control) necessaris per sobreviure a les variacions extremes de temperatura a l'espai.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

Aviònica i Sistema de Potència

Descripció:

Aquest bloc detalla els sistemes centrals elèctrics i computacionals del satèl·lit. Proporciona un estudi exhaustiu del sistema de potència (power system) elèctrica, incloent-hi la generació solar i l'emmagatzematge en bateries. A més, examina a fons les arquitectures de l'ordinador de bord i tractament de dades (on board computer and data handling), abordant la mitigació de la radiació, els busos de dades i les operacions de programari de vol.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

Comunicacions i Operacions

Descripció:

Aquest bloc connecta la nau espacial amb la Terra cobrint l'arquitectura de comunicacions (communications) RF, el disseny d'antenes i el pressupost d'enllaç. Aborda específicament els sistemes de seguiment, telemetria i comandament (tracking, telemetry and command - TT&C) necessaris per operar el satèl·lit. Finalment, analitza l'arquitectura i les funcions del segment terrestre i d'usuari (ground and user segment), incloent-hi les estacions terrestres i els centres de control.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

Cicle de Vida, Fabricació i Fiabilitat

Descripció:

El bloc final sintetitza el procés d'enginyeria observant les fases de gestió de projectes i realització física. Cobreix les complexitats de la fabricació de naus espacials, fiabilitat i modelització de costos (spacecraft manufacturing, reliability, and cost modeling), posant èmfasi en com les opcions de disseny afecten el pressupost global de la missió. Això inclou les campanyes d'Integració i Proves Ambientals (AIT/AIV) abans del llançament.

Dedicació: 25h

Grup gran/Teoria: 5h 30m

Grup mitjà/Pràctiques: 5h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagis, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el [Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC](#).

Definit a la infoweb de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Inalterabilitat de l'Avaluació Contínua: Les activitats d'avaluació contínua desenvolupades durant el quadrimestre (Projecte de Disseny PBL, lliuraments de deures, tutorials i exercicis pràctics) no són reavaluables sota cap concepte. Per tant, els estudiants conservaran la nota obtinguda en aquests conceptes durant el curs.

Substitució de Qualificacions d'Exàmens: L'estudiantat que no superi l'assignatura durant l'avaluació ordinària tindrà dret a un examen de reavaluació. La nota d'aquest examen de reavaluació substituirà la qualificació obtinguda a l'Examen Parcial (MQ) i/o a l'Examen Final (FQ), sempre que la nota de reavaluació sigui superior.

Limitació de Qualificació Màxima: La nota màxima global de l'assignatura que es pot obtenir un cop realitzat l'examen de reavaluació és de 5.0 (Aprovat).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Fortescue, Peter W.; Stark, John P. W.; Swinerd, Graham. Spacecraft systems engineering [en línia]. 4th ed. Chichester ; New York: Wiley, cop. 2011 [Consulta: 26/06/2026]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pg-origsite=primo&docID=693314>. ISBN 9780470750124.
- Wertz, James Richard; Everett, David F; Puschell, Jeffery J. Space mission engineering : the new SMAD. Torrance: Microcosm Press, 2011. ISBN 9781881883159.