Guia docent
300248 - CA2-MN6 - Comunicacions Aeronàutiques 2

Última modificació: 11/05/2026

Unitat responsable: Escola d'Enginyeria de Telecomunicació i Aeroespacial de Castelldefels
Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Assignatura optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

PROFESSORAT

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

Altres: Definit a la infoweb de l'assignatura.

CAPACITATS PRÈVIES

· Operativitat amb nombres complexos. Producte i suma de complexos, racionalització, inversió, càlcul de mòdul i fase d'un nombre complex.
· Operativitat tant en escala lineal com en escala logarítmica (dB).
· Operativitat amb funcions trigonomètriques.
· Operativitat amb senyals i sistemes en el domini freqüencial a partir de les sèries i la transformada de Fourier,i aplicar les principals propietats d'aquestes.
· Coneixements de sistemes de comunicacions analògiques i digitals
· Coneixements bàsics de paràmetres d'antenes

REQUISITS

Haver cursat (pre-requisit) l'assignatura:
· Comunicacions Aeronàutiques 1

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CE25. CE 25 AERON. Conocimiento aplicado de: Transmisores y receptores; Líneas de transmisión y sistemas radiantes de señales para la navegación aérea; Sistemas de navegación; Instalaciones eléctricas en el sector tierra y sector aire; Mecánica del Vuelo; Cartografía; Cosmografía; Meteorología; Distribución, gestión y economía del transporte aéreo. (CIN/308/2009, BOE 18.2.2009)

Genèriques:
CG1. CG1 - Capacidad para el diseño, desarrollo y gestión en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del trafico y del transporte aéreo.
CG2. CG2 - Planificación, redacción, dirección y gestión de proyectos, cálculo y fabricación en el ámbito de la ingeniería aeronáutica que tengan por objeto, de acuerdo con los conocimientos adquiridos, los vehículos aeroespaciales, los sistemas de propulsión aeroespacial, los materiales aeroespaciales, las infraestructuras aeroportuarias, las infraestructuras de aeronavegación y cualquier sistema de gestión del espacio, del trafico y del transporte aéreo.

Transversals:
CT6. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
CT3. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.
CT7. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
CT4. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

Bàsiques:
CB1. CB1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la
educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio
CB2. CB2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
CB5. CB5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomíA

METODOLOGIES DOCENTS

Gràcies al material elaborat pels professors de l'assignatura: transparències, apunts de classe, exercicis resolts, etc., disponibles al campus digital ATENEA, l'alumne compta amb eines suficients per treballar de manera autònoma, ja sigui en grup o individualment, i d'aquesta manera podrà aprofitar la classe presencial per a consolidar conceptes i resoldre dubtes que li hagin sorgit.

En les sessions de teoria (grups de com a màxim 40 alumnes) basades en classes expositives, es combina l'explicació formal del professor amb interrogacions informals als alumnes, que afavoreixen la comprensió i l'assentament dels conceptes bàsics de l'assignatura. Aquesta participació més activa per part de l'alumne és possible per la gràcies al material de l'assignatura del que disposa, ja que no ha d'estar a classe simplement prenent apunts.

A les sessions de laboratori (grups petits de 20 alumnes com a màxim) els alumnes treballen en grups de no més de 3, realitzant les mesures proposades en el guió de les pràctiques, amb l'assistència del professor.
A les sessions de problemes (grups de 20 alumnes com a màxim) els alumnes treballen en grups, de com a molt 3 persones, resolent exercicis relacionats amb la teoria donada en les classes expositives amb l'ajuda del professor i aprofundint en un sistema de comunicacions aeronàutiques determinat amb la realització d'un treball i la seva exposició davant la resta de la classe.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura Comunicacions Aeronàutiques, l'estudiant/a ha de ser capaç de:

· Comprendre els fonaments i aspectes principals de la transmissió i recepció de senyals de radiofreqüència
· Conèixer els sistemes de radiofreqüència emprats en comunicacions aeronàutiques
· Estudiar i calcular els paràmetres i senyal que caracteritzen la propagació guiada d'ones electromagnètiques en línees de transmissió.
· Comprendre el funcionament dels components principals d'un sistema de comunicacions en radiofreqüència.
· Operativitat amb senyals en el domini complexe
· Estudiar i calcular els paràmetres i senyal que caracteritzen la propagació en espai lliure d'ones electromagnètiques.
· Operar amb sistemes de coordenades tridimensionals: Euclidià, cilíndric i esfèric.
· Comprendre el funcionament i les propietats dels diferents tipus d'antenes que es poden utilitzar en comunicacions aeronàutiques.
· Calcular la cobertura, capacitat i qualitat de diferents enllaços, fixes i mòbils, emprats en comunicacions aeronàutiques.
· Descriure els diferents estàndards i tecnologies utilitzats en la Xarxa de Comunicacions Aeronàutiques tant en les comunicacions Terra-Aire com Terra-Terra.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	42,0	28.00
Hores grup petit	24,0	16.00
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Modulacions analògiques AM i FM

Descripció:
En aquest bloc es realitza un repàs de les modulacions analògiques d'amplitud (AM) i freqüència (FM), amb l'objecte de que l'estudiant sigui capaç de generar-i mesurar-les al laboratori.

Activitats vinculades:
Activitat 1: Pràctiques de Laboratori

Dedicació: 12h 30m
Grup petit/Laboratori: 4h 30m
Aprenentatge autònom: 8h

-Propagació guiada, Línees de Transmissió en RF i Circuits RF

Descripció:
Aquest bloc pretén introduir l'alumne al concepte de propagació guiada amb línees de transmissió, fent èmfasi al concepte de retard de propagació en comparació amb circuits electrònics de baixa freqüència. En primer lloc es defineix el concepte de línea de transmissió i s'exposen els principals tipus. Seguidament es resol el problema de propagació guiada en línees de transmissió presentant les expressions de la tensió i el corrent al llarg de la línea de transmissió. S'introdueixen els conceptes de impedància característica i impedància de la línea de transmissió. A continuació s'introdueix el paràmetre de coeficient de reflexió i el concepte d'adaptació. Es presenta la propagació de potència al llarg de la línea de transmissió. Es defineixen les línees de transmissió reals o amb pèrdues.
Dins una segona part s'introdueix a l'alumne a l'eina de la Carta de Smith como a eina gràfica per al estudi de circuits de RF. S'introdueix el concepte d'adaptació al generador i el concepte de potència disponible del generador. A continuació es detalla el concepte de xarxa d'adaptació i la seva realització amb elements concentrats o amb elements distribuïts.
En darrer lloc s'introdueix a l'alumne al concepte de circuit de RF tot detallant els principals elements d'un circuït de RF: aïlladors, amplificadors, filtres, mesclador, oscil·lador, etc...

Activitats vinculades:
Activitat 1: Resolució de problemes en grup i entrega de la carpeta.

Dedicació: 35h 30m
Grup gran/Teoria: 10h
Grup petit/Laboratori: 7h 30m
Aprenentatge autònom: 18h

Antenes

Descripció:
Aquest bloc introdueix l'alumne en l'estudi i caracterització d'antenes. Després d'una introducció dels paràmetres fonamentals que caracteritzen una antena i l'equació de transmissió. A continuació es presenten la formulació del camp elèctric radiat per una antena de mitja ona. Finalment es presenta el concepte bàsic d'arrays d'antenes i es realitzen càlculs bàsics del factor de l'agrupació.

Dedicació: 27h
Grup gran/Teoria: 11h
Aprenentatge autònom: 16h

Conceptes de Radiocomunicació

Descripció:
Aquest bloc introdueix l'alumne en aquells conceptes bàsics de radiocomunicació que son la base dels sistemes de navegació aèria com son: els models de propagació i els càlculs de cobertures contemplant els efectes de l'atmosfera i del terreny en el senyal rebut, el balanç d'enllaç, l'efecte dels senyals interferents, la sectorització i l'assignació de freqüències, els càlculs de capacitat i qualitat d'un enllaç així com de regulació i llicència, tant pels sistemes de comunicació com pels de navegació, vigilància i automatització. Es particularitzarà amb exemples de comunicacions punt a punt i punt-multipunt tant per enllaços terrestres, com per enllaços terra-aire com per enllaços mitjançant satel·lit.

Activitats vinculades:
Activitat 2: Anàlisi en profunditat d'un sistema de comunicacions aeronàutiques.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 7h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 14h

Comunicacions Terra-Aire

Descripció:
En aquest bloc l'alumne veu l'arquitectura del sistema de comunicacions terra-aire, descrivint les principals funcionalitats del control i gestió del tràfic aeri (ATC i ATM), l'evolució en els diferents tipus d'enllaços analògics i digitals i les seves prestacions. Entre altres s'estudien els sistemes HF-VHF analògics, els diferents modes VDL o VHF digital, AMSS, SDLS, CPDLC, la reducció de banda comparant les seves prestacions i els tipus de serveis oferts en cada cas.

Activitats vinculades:
Activitat 2: Anàlisi en profunditat d'un sistema de comunicacions aeronàutiques.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 7h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 14h

Comunicacions Terra-Terra i Xarxa de Comunicacions Aeronàutica

Descripció:
En aquest darrer bloc l'alumne veu l'evolució de la xarxa fixa de telecomunicació aeronàutiques (AFTN) fins arribar a l'ATN segons els diferents tipus d'usuaris (centres de control, aeroports, centres de comunicacions, etc.), mitjans de transmissió (línies telefòniques, coaxials, enllaços per satel·lit, radioenllaços, fibra óptica, etc.), tipus d'informació a transmetre (veu o dades), els modes de connexió, els proveïdors i els serveis (dades de radar, dades de plans de vol, de meteorologia, de supervisió i control, de manteniment, etc.). S'expliquen els requisits de les xarxes actuals, les xarxes de commutació de paquets (CIDIN), la xarxa de dades de navegació aèria d'Aena (REDAN), les característiques i subsistemes de la xarxa europea LINK 2000+, els avantatges de l'ús de VoIP en les comunicacions aeronàutiques, i alguns aspectes clau de comunicacions de la futura xarxa europea (SESAR).

Activitats vinculades:
Activitat 2: Anàlisi en profunditat d'un sistema de comunicacions aeronàutiques.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 7h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 14h

ACTIVITATS

PRÁCTIQUES DE LABORATORI

Descripció:
A la primera part del curs es fan un seguit de practiques de laboratori amb l'objectiu de que l'estudiant pugui comprovar a la realitat els fenòmens estudiats a la part teòrica de l'assignatura.

Material:
Enunciats de les pràctiques.
Manuals d'instruccions dels aparells del laboratori.
Fulls de característiques dels dispositius a mesurar.

Lliurament:
L'estudiant (en grups de fins a 3) haurà d'entregar una memòria per cada una de les pràctiques, que serà puntuada pel professor. El pes de l'avaluació de les memòries és del 12,5% de la nota de l'assignatura.

Dedicació: 17h
Grup petit/Laboratori: 12h
Aprenentatge autònom: 5h

ANÀLISI EN PROFUNDITAT D'UN SISTEMA DE COMUNICACIONS AERONÀUTIQUES

Descripció:
L'alumne haurà de estudiar en detall un dels estàndards de comunicacions aeronàutiques segons una llista proposada pel professor (o a proposta del grup d'estudiants) i material de consulta especialitzat (llibres i revistes i reports de projectes o d'organismes d'estandardització). El treball es realitzarà fonamentalment fora d'hores de classe, en grups de tres estudiants.

Objectius específics:
En primer lloc, la realització d'un treball permet als alumnes aprofundir en algun dels temes explicats que els hagi cridat més l'atenció o en algun aspecte relacionat amb comunicacions aeronàutiques no hagi donat temps d'explicar a les classes expositives. També el posa en contacte amb la literatura especialitzada sobre el tema ensenyant-li com triar la informació, com processar-la i com cercar en les referències a fi d'entendre completament el problema. La redacció d'una memòria ensenya a ser sintètic i a ressaltar els aspectes més importants. Finalment l'activitat d'avaluació de treballs realitzats per altres estudiants fomenta la capacitat de ser crític i autocrític.

Material:
Articles, llibres i altra informació relacionada amb el treball.

Lliurament:
El grup haurà d'entregar un informe detallat i d'ampliació sobre el tema escollit i en format presentació. El treball serà revisat per un altre grup d'estudiants que hauran de fer preguntes sobre el mateix. El grup autor haurà de respondre correctament les preguntes.

Sobre l'avaluació incidiran tant la qualitat del treball realitzat com el nivell de les preguntes realitzades i respostes donades pel grup. El professor tindrà accés a tota aquesta informació i farà un seguiment, no sols de la evolució dels treballs sinó també de les preguntes i respostes.

Dedicació: 37h
Grup gran/Teoria: 1h
Grup petit/Laboratori: 12h
Aprenentatge autònom: 24h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, 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**.

· 50 % Exámenes. Un examen de medio cuatrimestre 25% y un examen final 25%.
· 25 % Laboratorio 1a parte de la asignatura.
· 25 % Trabajo 2a Parte de la asignatura

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Bará Temes, Javier. Circuits de microones amb línies de transmissió [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1993 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36162. ISBN 8476533381.
- Bará Temes, Javier. Ondas electromagnéticas en comunicaciones [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1999 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36205. ISBN 8483013495.
- Cardama Aznar, Ángel; Jofre Roca, Lluís; Rius Casals, Juan Manuel; Romeu Robert, Jordi; Blanch Boris, Sebastián; Ferrando Bataller, Miguel. Antenas [en línia]. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 04/09/2025]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36797. ISBN 9788483019900.
- Stacey, Dale. Aeronautical radio communication systems and networks [Recurs electrònic] [en línia]. Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley, 2008 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=350916. ISBN 9780470035092.