Guia docent
300037 - CSF - Comunicacions Sense Fil

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 DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).
GRAU EN ENGINYERIA TELEMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA DE SISTEMES AEROESPACIALS (Pla 2015). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (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, matrius, variables i processos aleatoris.
Anàlisi de senyals y sistemes, analògics i digitals, en el domini temporal i freqüencial.
Escala lineal i escala logarítmica (dB).
Coneixements bàsics de comunicacions, antenes, emissors i receptors.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE 21 SIS. Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Transversals:
2. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.
3. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.
4. 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.
5. 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.
6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

METODOLOGIES DOCENTS

LGràcies 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.
El professor resoldrà de forma conjunta alguns dels exercicis proposats i podrà proposar exercicis a resoldre pels alumnes en hores d'aprenentatge autònom.
Es proposaran activitats d'anàlisi de senyals que els estudiants hauran de treballar en grup i presentar els informes corresponents.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Comunicacions Sense Fils, l'estudiant ha de ser capaç de:
· Conèixer els principals estàndards de sistemes de comunicacions sense fils i les seves aplicacions presents i futures.
· Conèixer les característiques principals de les regulacions de les comunicacions ràdio per diferents sistemes de radiocomunicacions (radiodifusió, comunicacions mòbils, enllaços terrestres, per satèl·lit, senyals de posicionament, etc).
· Conèixer i entendre els mecanismes avançats de modulació de senyals digitals especialment adients per entorns ràdio, tot sent capaç de fer anàlisis i dissenys de sistemes basats en aquests mecanismes.
· Conèixer i entendre les tècniques de transmissió multi-portadora, especialment OFDM, les seves característiques tècniques, paràmetres, els seus avantatges, limitacions i les seves complexitats d'implementació. Haurà de saber dimensionar un enllaç ràdio basat en aquestes tècniques, així com configurar adequadament els seus paràmetres de funcionament i avaluar el seu rendiment.
· Conèixer i entendre les principals tècniques de transmissió d'espectre eixamplat, en especial els basats en CDMA. En tots els casos, haurà de poder dimensionar, dissenyar i avaluar els sistemes a nivell de capa física.
· Elegir les mesures de protecció més adequades, a nivell d'enginyeria radio i de sistema, per aconseguir la màxima qualitat d'un sistema de transmissió ràdio: codificació, entrellaçat, igualació de canal, tècniques de retransmissió etc.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00
Hores grup gran	66,0	44.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció i Regulació

Descripció:
Conceptes fonamentals de comunicacions sense fils, àmbits i aplicacions, estàndards, classificació de sistemes, tendències i previsions, tècniques i conceptes innovadors. Descripció bàsica de tècniques avançades com comunicacions cooperatives, Network Coding, les modulacions espacials (Space modulations), Massive MIMO i VLC. Descripció bàsica de les principals característiques de la tecnologia 5G.
Regulació de les comunicacions ràdio, conceptes bàsics de regulació, organismes reguladors, legislació i recomanacions, regulació de mercat, servei universal.

Activitats vinculades:
Activitat 1

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 14h
Aprenentatge autònom: 4h

Modulacions per a sistemes de comunicacions sense fils

Descripció:
En aquest bloc s'estudien i analitzen les modulacions digitals més adequades per a sistemes de transmissió sense fils, completant l'estudi realitzat en altres assignatures introduint el concepte de modulacions d'envoltant constant i la codificació diferencial. Es realitza una revisió de tots els conceptes fonamentals de teoria del senyal i comunicacions. Es fa èmfasi en conceptes especialment rellevants per a les comunicacions ràdio com la construcció del senyal en banda base, descomposició en components en fase i quadratura, senyals pas banda, constel·lacions, PAPR, ACP, relació entre SNR, BER i eficiència espectral, etc.

Activitats vinculades:
Activitat 2

Activitat 3

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 20h
Aprenentatge autònom: 15h

Tècniques d'Accés Múltiple, espectre eixamplat, CDMA

Descripció:
En aquest bloc s'estudien i analitzen les tècniques d'accés múltiple (FDMA, TDMA, CDMA, SDMA, OFDMA) aplicables a sistemes de transmissió sense fils. Es fa especial èmfasi en les tècniques de transmissió de senyals d'espectre eixamplat (FH-CDMA i DS-CDMA). S'estudiarà tota la cadena de transmissió i recepció d'aquest tipus de sistemes, la generació i característiques dels codis d'eixamplament, el disseny, dimensionament i avaluació d'un sistema de transmissió basat CDMA.

Activitats vinculades:
Resolució de problemes i exercicis.

Dedicació: 25h
Grup gran/Teoria: 10h
Aprenentatge autònom: 15h

Igualació de canal

Descripció:
En aquest bloc s'explica amb detall la tècnica d'igualació de canal per compensar els efectes de distorsió i ISI que es generen en les transmissions de banda ampla, que apareixen amb més freqüència quan augmenta la necessitat de taxes de transmissió i quan s'utilitzen les tècniques d'eixamplament espectral explicades en el tema anterior. Es descriuen els diferents tipus de igualadors de canal, l'algoritme LMS i es realitza el disseny, càlcul de coeficients i anàlisi de rendiment d'alguns tipus de igualadors.

Activitats vinculades:
Activitat 5
Resolució de problemes i exercicis.

Dedicació: 24h
Grup gran/Teoria: 12h
Aprenentatge autònom: 12h

Tècniques de transmissió multiportadora, OFDM

Descripció:
En aquest bloc s'estudien en profunditat les tècniques de transmissió multiportadora, centrant l'estudi en la tècnica de transmissió OFDM, així com en la modulació DMT. Es descriuran tots els detalls teòrics i les característiques d'implementació en sistemes reals. S'inclouen els mecanismes d'adaptació dinàmica i l'algoritme de bitloading anomenat water filling.
Aquesta tècnica es presenta com una alternativa d'alta eficiència als igualadors de canal per poder utilitzar senyals de banda ampla sense patir els efectes de distorsió i ISI deguts a les limitacions d'ample de banda de coherència de canal.

Activitats vinculades:
Activitat 4
Resolució de problemes i exercicis

Dedicació: 35h
Grup gran/Teoria: 20h
Aprenentatge autònom: 15h

Tècniques d'Enginyeria Radio

Descripció:
En aquest bloc s'estudien i analitzen algunes de les tècniques més utilitzades en sistemes de comunicacions sense fils per combatre els efectes nocius del canal ràdio, com són la codificació de canal, les tècniques de retransmissió híbrides (HARQ), el Soft Combining, les tècniques de transmissió de redundància incremental i els esquemes de entrellaçat.

Activitats vinculades:
Resolució d'exercicis y problemes

Dedicació: 13h
Grup gran/Teoria: 5h
Aprenentatge autònom: 8h

ACTIVITATS

ESTUDI DE COBERTURA I REGULACIÓ D'UN SISTEMA DE COMUNICACIONS SENSE FILS

Descripció:
ESTUDI DE COBERTURA I REGULACIÓ D'UN SISTEMA DE COMUNICACIONS SENSE FILS

Dedicació: 4h
Activitats dirigides: 4h

Estudi de senyals digitals de radiocomunicacions: anàlisi de l'PAPR del senyal.

Descripció:
Estudi de senyals digitals de radiocomunicacions: anàlisi de l'PAPR del senyal.

Dedicació: 5h
Activitats dirigides: 5h

Estudi de senyals digitals: anàlisi de l'ACP del senyal

Descripció:
Estudi de senyals digitals: anàlisi de l'ACP del senyal

Dedicació: 5h
Activitats dirigides: 5h

Estudi dels efectes de la propagació multicamí en senyals de radiofreqüència.

Descripció:
Estudi dels efectes de la propagació multicamí en senyals de radiofreqüència.

Dedicació: 5h
Activitats dirigides: 5h

Control sobre igualadors de canal

Descripció:
L'alumne haurà de realitzar un control on se li demanarà que demostri els coneixements que hauria d'haver adquirit en les classes de teoria i problemes previs al control.

Lliurament:
El seu pes es del 15 % sobre la qualificació final.

Dedicació: 2h
Activitats dirigides: 2h

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**.

Exàmens: 50%. Dos exàmens, de mig quadrimestre i de final de quadrimestre.
Control: 15%
Activitat pràctiques en grup: 30%
Actitud i participació: 5%

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

La realització i entrega de les activitats es obligatòria per poder aprovar l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Artés Rodríguez, A.. Comunicaciones digitales. Madrid: Prentice Hall, 2007. ISBN 9788483223482.
- Hernando Rábanos, José María. Transmisión por radio. 6a ed.. Madrid: Centro de Estudios Ramon Areces, 2008. ISBN 9788480048569.
- Sallent Roig, Oriol; Valenzuela González, José Luís; Agustí Comes, Ramon. Principios de comunicaciones móviles [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2003 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: http://hdl.handle.net/2099.3/36768. ISBN 8483017156.
- Goldsmith, Andrea. Wireless communications [en línia]. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2005 [Consulta: 28/11/2023]. Disponible a: https://www-cambridge-org.recursos.biblioteca.upc.edu/core/books/wireless-communications/800BA8A8211FBECB133A7BB77CD2E2BD. ISBN 9780521837163.
- Viterbi, Andrew J.. CDMA : principles of spread spectrum communication. Reading, MA: Addison-Wesley, cop. 1995. ISBN 0201633744.
- Yang, Lie-Liang. Multicarrier communications [en línia]. West Sussex, UK: Wiley, 2009 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470740248. ISBN 9780470722008.
- Hlawatsch, F; Matz, Gerald. Wireless communications over rapidly time-varying channels [en línia]. 1st ed. Oxford, U.K. ; Burlington, Mass.: Academic Press, 2011 [Consulta: 29/08/2024]. Disponible a: https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780123744838/wireless-communications-over-rapidly-time-varying-channels. ISBN 9786613171085.
- Molisch, Andreas F. Wireless communications : from fundamentals to beyond 5G. Third edition. Hoboken, New Jersey: Wiley IEEE Press, 2023. ISBN 9781119117209.

RECURSOS

Altres recursos: