Guia docent
300024 - FC - Fonaments de Comunicacions

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 obligatòria).

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

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 amb funcions trigonomètriques.
· Operativitat amb matrius
· Coneixements de probabilitat
· Operativitat amb senyals i sistemes en el domini freqüencial a partir de les sèries i la transformada de Fourier, i aplicar-ne les principals propietats.
· Operativitat amb convolucions de funcions.
· Coneixements del concepte de filtre aplicat sobre senyals
· Operativitat tant en escala lineal com en escala logarítmica (dB).

REQUISITS

Prerequisit:
- CIRCUITS I SISTEMES LINEALS
Corequisit:
-ÀLGEBRA LINEAL I APLICACIONS

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE 10 TELECOM. Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)
2. CE 9 TELECOM. Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones. (CIN/352/2009, BOE 20.2.2009)

Transversals:
3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 1: Identificar les pròpies necessitats d'informació i utilitzar les col·leccions, els espais i els serveis disponibles per dissenyar i executar cerques simples adequades a l'àmbit temàtic.
4. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 1: Dur a terme les tasques encomanades en el temps previst, tot treballant amb les fonts d'informació indicades, d'acord amb les pautes marcades pel professorat.
5. 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.

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 consolidar conceptes i resoldre dubtes que li hagin sorgit.

A 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 de què disposa, ja que no ha d'estar a classe simplement prenent apunts.

En les sessions de problemes (grups de 20 alumnes com a màxim) els alumnes treballen en grups, de com a molt 3 persones, tot resolent exercicis relacionats amb la teoria donada en les classes expositives. Posteriorment el professor resoldrà de manera conjunta alguns dels exercicis proposats i podrà proposar exercicis a resoldre pels alumnes en hores d'aprenentatge autònom.

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura de Fonaments de Comunicacions, l'estudiant ha de ser capaç de:
· Conèixer els blocs funcionals que componen un sistema de comunicacions.
· Operativitat amb senyals modulades en el domini freqüencial i temporal.
· Estudiar i calcular els paràmetres de les comunicacions analògiques i digitals.
· Estudiar els criteris de qualitat bàsics en sistemes de comunicacions (relació senyal-soroll i probabilitat d'error).
· Conèixer les tècniques de multiplexació de senyals.
· Conèixer les tècniques d'accés múltiple.
· Conèixer les tècniques bàsiques de codificació de canal (sistemes de correcció i detecció d'errors).

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	84,0	56.00
Hores grup petit	26,5	17.67
Hores grup gran	39,5	26.33

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Introducció als sistemes de comunicacions

Descripció:
Aquest bloc pretén introduir l'alumne en els conceptes de l'assignatura mitjançant una visió general dels sistemes de telecomunicació i la relació amb altres assignatures. En el tema es defineixen els elements bàsics d'un sistema de comunicació que s'han de tenir en compte en qualsevol disseny. Seguidament s'explica el concepte
de modulació i finalment es proporciona una perspectiva global d'un sistema de comunicació amb tots els seus elements (fonts d'informació, codificació de la font, codificació de canal, modulació, multiplexat, accés múltiple, transmissió, recepció, desmodulació, igualació, sincronització, etc.)

Dedicació: 8h
Grup gran/Teoria: 3h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 4h

Comunicacions analògiques

Descripció:
Aquest segon bloc se centrarà en l'anàlisi modulacions analògiques d'amplitud i freqüència incidint en aspectes bàsics com ara l'amplada de banda, potència, recuperació del senyal d'informació i relació senyal-soroll. Es presenta una breu descripció de les principals característiques de sistemes de telecomunicació analògics.

Activitats vinculades:
Control de classe

Dedicació: 29h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 3h
Aprenentatge autònom: 20h

Comunicacions digitals

Descripció:
En aquest tercer bloc, s'introduirà l'alumne en els conceptes fonamentals de la transmissió digital de senyals..
Transmissions digitals en banda base. Modulació PAM. Model de senyal. Polsos rectangulars (codificació de línia) NRZ, RZ, ...
Espectre del senyal PAM. Detecció de senyals PAM binàries en canal AWGN.Esquema receptor. Filtre adaptat i diagrama d'ull.
Detecció ML i MAP. Probabilitat d'error. Transmissió en canals de banda limitada: Conformació de pols. Transmissions digitals pas banda. Modulacions digitals. Model de senyal.
Components en fase i quadratura.Constel·lació
Modulacions d'amplitud (M-ASK).
Modulacions de fase (QPSK, M-PSK)
Modulacions de freqüència (M-FSK)
Modulacions d'amplitud i fase (QAM, APSK)
Modulacions avançades:
Modulacions de fase contínua (CPM: MSK, GMSK).
Nota: Per a les diferents modulacions es presenta la constel·lació, l'espectre del senyal equivalent pas baix, s'avalua l'eficiència espectral, es descriuen possibles esquemes de detecció per canals AWGN i s'avalua la probabilitat d'error

Activitats vinculades:
Pràctiques de comunicacions digitals mitjançant software WinIQSim
Control de classe

Dedicació: 78h
Grup gran/Teoria: 18h
Grup mitjà/Pràctiques: 6h
Activitats dirigides: 14h
Aprenentatge autònom: 40h

Multiplexat accés al medi

Descripció:
En aquest bloc es proporciona una visió de les tècniques utilitzades en l'ús compartit d'un mateix medi de transmissió per a diferents connexions (Multiplexat) TDM, FDM, CDM i OFDM i la gestió de l'accés simultani de diversos terminals al medi de transmissió compartit (Gestió de l'Accés al medi). TDMA, FDMA, CDMA (DS-CDMA
i FH-CDMA), OFDMA, SDMA.

Activitats vinculades:
Control de classe

Dedicació: 17h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h
Aprenentatge autònom: 10h

Codificació de canal

Descripció:
Introducció.ARQ vs. FEC. Classificació de codis FEC i notació utilitzada. Codis bloc. Codis convolucionals. Codis concatenats. Nota: Per a cada tipus de codi es farà una descripció del codi. Es presentaran alguns exemples de codis utilitzats. Es descriurà la complexitat i es presentaran les prestacions del codi. Entrellaçat Turbo codis. Codis LDPC (tot i la complexitat dels codis es poden presentar de manera genèrica atès l'extensiu ús que se n'està fent).

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 6h
Grup mitjà/Pràctiques: 2h
Aprenentatge autònom: 10h

ACTIVITATS

CONTROL DE CLASSE FINS A CONTINGUT 2

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.

Objectius específics:
El control està orientat a monitoritzar l'aprenentatge de l'alumne. Específicament, en aquest control i en aquest punt del curs s'avaluarà si l'alumne és capaç de:
· Entendre els avantatges i inconvenients de les diferents modulacions analògiques.
· Treballar amb la notació i les unitats pròpies de l'anàlisi dels sistemes de comunicacions
· Saber formular i interpretar els senyals temporals i en el domini freqüencial

Material:
No n'hi ha. El control es farà sense material de suport.

Lliurament:
El control té un pes del 15 % sobre la nota final de l'assignatura.

Dedicació: 1h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h

PRÁCTICA 1 DE COMUNICACIONS DIGITALS MITJANÇANT SOFTWARE WINIQSIM

Descripció:
Organitzada en 3 sessions de 2 hores i 1 de 1 hora. Es farà de manera individual.
- Utilitzar una eina de simulació de sistemes de transmissió digital per avaluar i comprendre en profunditat el funcionament d'un sistema de transmissió digital i els efectes que produeixen els diferents fenòmens reals que es presenten en l'operació d'aquests sistemes. A la primera sessió el professor farà una explicació pràctica del funcionament del software i el paràmetres bàsics de funcionament. A les següents sessions els alumnes hauran de resoldre les qüestions plantejades en la pràctica.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
- Utilitzar el programa de simulació per caracteritzar un sistema de comunicacions digital, analitzar la seva dinàmica i discutir les prestacions del sistema.
- Aplicar les habilitats de laboratori i anàlisi teòric per poder dissenyar i analitzar les prestacions bàsiques d'un sistema de comunicacions digital.
- Presentar una memòria o article que sintetitzi i analitzi de manera crítica el treball desenvolupat al laboratori.

Material:
WinIQSIM. Programari desenvolupat per Rohde&Schwarz amb funcionalitats de simulació d'un gran nombre de sistemes de transmissió digital i configuracions. Inclou connectivitat amb els equips del mateix fabricant que treballen amb senyals de freqüències de RF, en particular l'I/Q Modulation Generator AMIQ i l'Arbitrary WaveformGenerador SMIQB60.

Ordinador portàtil de l'alumne.

Lliurament:
L'assistència a la pràctica és obligatòria. S'avaluaran les habilitats competencials de laboratori de l'alumne en funció de:
- Assistència i realització de la pràctica
- Estudis previs a realitzar de manera individual
- Memòria o article de pràctiques a realitzar de manera individual on es detallin i raonin els resultats
obtinguts i la seva anàlisi crítica a la llum de la teoria coneguda . La valoració de la pràctica es farà mitjançant una memòria i un qüestionari a emplenar durant l'activitat.

Dedicació: 21h
Activitats dirigides: 7h
Aprenentatge autònom: 14h

PRÁCTICA 2 DE COMUNICACIONS DIGITALS MITJANÇANT SOFTWARE WINIQSIM

Descripció:
Organitzada en 3 sessions de 2 hores i 1 de 1 hora. Es farà de manera individual.
- Utilitzar una eina de simulació de sistemes de transmissió digital per avaluar i comprendre en profunditat el funcionament d'un sistema de transmissió digital i els efectes que produeixen els diferents fenòmens reals que es presenten en l'operació d'aquests sistemes. A la primera sessió el professor farà una explicació pràctica del funcionament del software i el paràmetres bàsics de funcionament. A les següents sessions els alumnes hauran de resoldre les qüestions plantejades a la pràctica.

Objectius específics:
En acabar la pràctica l'alumne haurà de ser capaç de:
- Plantejar i resoldre problemes acadèmics basats en situacions reals de sistemes de comunicacions que permetin comprovar la utilitat pràctica de la teoria apresa.
- Analitzar els efectes de la propagació multicamí sobre els sistemes de comunicacions
- Representar i analitzar les constel·lacions, els diagrames d'ull i les respostes impulsionals en sistemes de comunicacions amb propagació multicamí
- Calcular, identificar i valorar els efectes de la desincronització de fase i freqüència
- Presentar una memòria o article que sintetitzi i analitzi de manera crítica el treball desenvolupat al laboratori

Material:
WinIQSIM. Programari desenvolupat per Rohde&Schwarz amb funcionalitats de simulació d'un gran nombre de sistemes de transmissió digital i configuracions. Inclou connectivitat amb els equips del mateix fabricant que treballen amb senyals de freqüències de RF, en particular l'I/Q Modulation Generator AMIQ i l'Arbitrary Waveform Generador SMIQB60.

Ordinador portàtil de l'alumne.

Lliurament:
L'assistència a la pràctica és obligatòria. S'avaluaran les habilitats competencials de laboratori de l'alumne en funció de:
- Assistència i realització de la pràctica
- Estudis previs a realitzar de forma individual
- Memòria o article de pràctiques a realitzar de manera individual on es detallin i raonin els resultats obtinguts i la seva anàlisi crítica a la llum de la teoria coneguda . La valoració de la pràctica es farà mitjançant una memòria i un qüestionari a emplenar durant la activitat.

Dedicació: 21h
Activitats dirigides: 7h
Aprenentatge autònom: 14h

CONTROL DE CLASSE FINS CONTINGUT 3

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.

Objectius específics:
El control està orientat a monitoritzar l'aprenentatge de l'alumne. Específicament, en aquest control en aquest punt del curs s'avaluarà si l'alumne és capaç de:
· Entendre els avantatges i inconvenients de les diferents modulacions digitals.
· Treballar amb la notació i les unitats pròpies de l'anàlisi dels sistemes de comunicacions digitals
· Saber formular i interpretar els senyals temporals i en el domini freqüencial

Material:
No n'hi ha. El control es farà sense material de suport.

Lliurament:
El control té un pes del 15 % sobre la nota final de l'assignatura.

Dedicació: 1h
Grup mitjà/Pràctiques: 1h

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**.

S'aplicaran els criteris d'avaluació definits a la infoweb de l'assignatura.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

· Les sessions d'activitat dirigida són individuals.
· La no realització o no entrega de la memòria implica un 0 en l' avaluació.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:
- Stacey, Dale. Aeronautical radio communication systems and networks [Recurs electrònic] [en línia]. Chichester, England ; Hoboken, NJ: Wiley, 2008 [Consulta: 26/07/2022]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=350916. ISBN 0070111278.
- Faúndez Zanuy, Marcos. Sistemas de comunicaciones. Barcelona: Marcombo Boixareu, 2001. ISBN 8426713041.
- Proakis, John G.; Salehi, Masoud. Communication systems engineering. 2nd ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2002. ISBN 0130617938.
- Sklar, Bernard. Digital communications : fundamentals and applications [en línia]. Second edition, Pearson new international edition. Harlow, Essex, England: Pearson Education Limited, 2014 [Consulta: 25/02/2026]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5185638. ISBN 9781292026060.

Complementària:
- Proakis, John G.; Salehi, Masoud. Digital communications. 5th. ed. Boston [etc.]: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780072957167.