

Guia docent

230600 - DC - Comunicacions Digitals

Última modificació: 11/04/2025

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

Unitat que imparteix: 739 - TSC - Departament de Teoria del Senyal i Comunicacions.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES AVANÇADES DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2019). (Assignatura optativa).

Curs: 2025

Crèdits ECTS: 5.0

Idiomes: Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: JAUME RIBA SAGARRA - GREGORIO VAZQUEZ GRAU

Altres: Primer quadrimestre:
GREGORIO VAZQUEZ GRAU - 10

CAPACITATS PRÈVIES

Cal que els estudiants acreditin haver realitzat prèviament un curs d'iniciació als sistemes de comunicació amb un contingut similar a l'assignatura de grau 'Introducció a les Comunicacions' (<https://www.upc.edu/content/grau/guiadocent/pdf/ing/230018>)

- Conceptes bàsics sobre senyal i sistemes:
- Anàlisi en el domini del temps i en el domini de la freqüència de senyals deterministes, aleatoris i sistemes lineals.
- Caracterització de senyals aleatoris (processos estocàstics).
- Estacionarietat i Ergodicitat.
- Processos gaussians reals i complexos. Soroll tèrmic.
- Densitat espectral de potència.
- Senyals aleatoris pas-banda. Representació equivalent de banda base. Components en fase i en quadratura.

Conceptes bàsics sobre comunicacions digitals:

- Canal de soroll gaussià blanc additiu (AWGN).
- Filtre aparellat i detecció de senyal.
- Criteri de Nyquist al domini del temps i de la freqüència.
- Conformació de pols de banda limitada. Pols de Nyquist.
- Probabilitats d'error de símbol i bit en modulacions PAM.
- Canals selectius en freqüència i interferència intersimbòlica.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Capacitat per aplicar mètodes de la teoria de la informació, la modulació adaptativa i codificació de canal, així com tècniques avançades de processat digital del senyal als sistemes de comunicacions i audiovisuals.

Transversals:

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat, i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

3. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit i en consonància amb les necessitats que tindran els titulats i titulades.

METODOLOGIES DOCENTS

- Classes de pissarra
- Classes d'aplicació
- Treball individual no presencial
- Exercicis
- Examen Parcial
- Examen Final

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius d'aprenentatge de l'assignatura:

L'objectiu d'aquest curs és proporcionar els conceptes fonamentals sobre sistemes de comunicacions digitals avançades, incloent tècniques de diversitat i de codificació com a metodologies per adaptar el senyal a les característiques del canal físic.

L'assignatura ha d'habilitar estudiants procedents de disciplines heterogènies diferents per poder seguir estudis avançats en aquest camp.

A la primera part de l'assignatura, es proporcionaran eines per comprendre les modulacions més sofisticades basades en el concepte d'espai de senyal i la teoria de detecció òptima MAP/ML. Com a casos d'estudi s'analitzaran les modulacions passa banda més importants (ASK, PSK, QAM) al ser transmeses sobre canal ideal i estacionari amb soroll de tipus AWGN.

A la segona part de l'assignatura s'introduiran els paràmetres més importants per a caracteritzar els canals de comunicacions en funció de la seva variació temporal i de la seva dispersió temporal. En particular es presentaran tècniques de diversitat temporal i espacial com a mesures per a combatre els canals amb esvaïments plans en freqüència.

Finalment, a la tercera part de l'assignatura, es presentaran les modulacions multi portadora, amb èmfasi en la modulació OFDM com el tipus de modulació més adequada per a canals selectius en freqüència. S'introduiran diferents tècniques d'accés múltiple.

Resultats d'aprenentatge de l'assignatura:

- Capacitat per utilitzar i comprendre una representació vectorial i matricial de senyals i modulacions multidimensionals.
- Capacitat de caracteritzar el canal físic i la seva influència en el disseny d' un sistema de comunicacions.
- Capacitat d'utilització de tècniques de diversitat i de codificació adequades al canal físic.
- Capacitat d'analitzar el comportament dels sistemes de comunicacions amb multiplexat freqüencial, temporal i espacial.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	39,0	31.20
Hores aprenentatge autònom	86,0	68.80

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

(CAT) 1. Signal Space and Optimal Detection

Descripció:

1. Transmissió en canals AWGN

- Espai de senyals
- Receptor MAP òptim
- Cota de la Unió.
- Modulacions bàsiques (ASK, PSK, FSK, QAM).

Dedicació: 45h

Grup gran/Teoria: 15h

Aprenentatge autònom: 30h

(CAT) 2. Frequency Flat-Fading Channels

Descripció:

- Models de canal. El model de Bello.
- Ample de banda de coherència i dispersió de retard. Temps de coherència i dispersió Doppler.
- Canals amb esvaïment de Rayleigh i Rice.
- Concepte de diversitat. Cas pràctic: codi de repetició i Maximum Ratio Combiner (MRC).
- Diversitat espacial: SIMO, MISO, MIMO. Guany de diversitat vs guany de potència.
- Diversitat temporal: entrellaçat, codis de temps i distància producte màxima.
- Cas pràctic: Codis de rotació.
- Codificació espai-temps: esquema d'Alamouti.

Dedicació: 57h

Grup gran/Teoria: 15h

Aprenentatge autònom: 42h

(CAT) 3. Frequency-Selective Channels: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

Descripció:

- Model de canal de Bello i matriu de canal.
- Transmissió per blocs i solució SVD.
- OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access.

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 14h

ACTIVITATS

(CAT) EXERCISES

Descripció:

Exercicis per reforçar els coneixements teòrics.

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h

(CAT) EXTENDED ANSWER TEST (MID TERM EXAMINATION)

Descripció:

Examen Parcial

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h

(CAT) EXTENDED ANSWER TEST (FINAL EXAMINATION)

Descripció:

Examen Final

Dedicació: 1h

Grup gran/Teoria: 1h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Examen Final: 40 %

Examen Parcial: 60 %

Nota Final: La nota final es el màxim entre la nota de l'examen final i la nota ponderada.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Proakis, J.G.; Salehi, M. Digital communications. 5th ed. Boston: McGraw-Hill, 2008. ISBN 9780072957167.
- Gallager, R.G. Principles of digital communication [en línia]. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2008 [Consulta: 08/07/2025]. Disponible a : <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=336113>. ISBN 9780521879071.
- Benedetto, S.; Biglieri, E. Principles of digital transmission: with wireless applications [en línia]. New York: Kluwer Acad./Plenum PWB, 1999 [Consulta: 22/09/2020]. Disponible a: <http://link.springer.com/book/10.1007/b117711/page/1>. ISBN 0306457539.
- Artés, A.; Pérez, F.; Cid, J.; López, R.; Mosquera, C.; Pérez, F. Comunicaciones digitales. Madrid: Pearson Educación/Prentice Hall, 2007. ISBN 9788483223482.