

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	3	2

Professor de contacte

Nom: Gonzalo Seco Granados

Correu electrònic: Gonzalo.Seco@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Marco Antonio Bara Iniesta

David Gomez Casco

Prerequisits

Aquesta assignatura es pot considerar que és la continuació l'assignatura Fonaments de Comunicacions, per tant, es recomana haver cursat i superat Fonaments de Comunicacions.

També és convenient tenir un bon coneixement de Fonaments de Senyals i Sistemes, i Senyals i Sistemes Discrets.

Objectius

Un sistema de comunicacions en general consta dels següents blocs: font, codificador de font, codificador de canal, modulador, canal, demodulador, decodificador de canal, decodificador de font i destinatari. Al curs de Fonaments de Comunicacions s'ha posat l'èmfasi en l'estudi del modulador, canal i demodulador. En aquest curs, en primer lloc es recordaran i es veuran alguns aspectes nous de la part de modulació i demodulació, però sobre tot s'estudiarà en profunditat la resta de blocs del sistema, posant especial atenció en la caracterització de les fonts a nivell de teoria de la informació, la compressió mitjançant codis de font i la correcció d'errors introduïts pel canal mitjançant la codificació de canal.

Els objectius específics són:

- Consolidar els coneixements sobre modulacions i demodulacions, i descriure algunes tècniques més avançades que les vistes als cursos anteriors.
- Dimensionar els sistemes de comunicacions des del punt de vista de probabilitat d'error (codificació).
- Analitzar el fluxe d'informació al llarg del sistema de comunicacions fent servir els conceptes de teoria de la informació.
- Conèixer els límits fonamentals donats per la teoria de la informació.
- Codificar fonts per reduir-ne la redundància.
- Conèixer els principals mètodes de codificació de canal i els seus principis de funcionament.

Competències

- Actitud personal
- Aplicar tècniques de processament de senyal determinista i estocàstic en el disseny de subsistemes de comunicacions i en l'anàlisi de dades.
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- Comunicació
- Dissenyar i dimensionar sistemes de comunicacions multiusuari utilitzant els principis de la teoria de la comunicació sota les restriccions imposades per les especificacions i la necessitat de proveir de qualitat de servei.
- Hàbits de pensament.
- Hàbits de treball personal
- Redactar, desenvolupar i firmar projectes en l'àmbit de l'enginyeria de telecomunicacions que, segons l'especialitat, tinguin per objecte la concepció, el desenvolupament o l'explotació de xarxes, serveis i aplicacions de telecomunicació i electrònica.
- Resoldre problemes amb iniciativa i creativitat. Prendre decisions. Comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses, comprenent la responsabilitat ètica i professional de l'activitat de l'enginyer tècnic de telecomunicació.
- Treball en equip
- Treballar en un grup multidisciplinari i en un entorn multilingüe, i comunicar, tant per escrit com oralment, coneixements, procediments, resultats i idees relacionats amb les telecomunicacions i l'electrònica.

Resultats d'aprenentatge

1. Associar de manera autònoma nous coneixements i tècniques adequats per a concebre, desenvolupar o explotar sistemes i serveis de telecomunicació, amb especial èmfasi en la transmissió de dades.
2. Avaluar de manera crítica el treball dut a terme.
3. Classificar els avantatges i els inconvenients de diferents alternatives tecnològiques de desplegament o implementació de sistemes de comunicacions, des del punt de vista de la compressió de fonts digitals, la codificació de canal i els mecanismes de seguretat.
4. Combinar diferents alternatives tecnològiques a fi de proposar sistemes de transmissió de dades optimitzades per a les característiques de l'escenari d'aplicació.
5. Comprendre i il·lustrar els principals mètodes de codificació de canal i els seus principis de funcionament.
6. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
7. Descriure, desenvolupar, analitzar i optimitzar els diferents blocs d'un sistema de transmissió de dades.
8. Desenvolupar el pensament científic.
9. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
10. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
11. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
12. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics.
13. Diferenciar els blocs i les funcionalitats d'un sistema de transmissió de dades complet.
14. Diferenciar i classificar els principals algorismes de codificació i compressió de fonts.
15. Discutir i aplicar sistemes de criptografia orientats a millorar la seguretat d'un sistema de comunicació.
16. Distingir els paràmetres fonamentals d'un sistema de comunicacions complet orientat a la transmissió de dades.
17. Fer un ús eficient de les TIC en la comunicació i la transmissió d'idees i resultats.
18. Gestionar el temps i els recursos disponibles.
19. Identificar els requisits mínims per a una comunicació de dades digitals fiable i segura.
20. Interpretar els límits fonamentals donats per la teoria de la informació.
21. Jutjar i criticar, tant oralment com per escrit, diferents conceptes, mètodes i tècniques de transmissió de dades digitals de manera fiable i segura.
22. Planejar el procés de disseny en equip de sistemes de comunicacions digitals amb èmfasi en les tasques de compressió de fonts, de codificació de dades i de transmissió segura de missatges.
23. Prevenir i solucionar problemes.

24. Reconèixer les diferents tècniques d'accés multiusuari i seleccionar les solucions més adequades segons l'escenari de comunicacions.
25. Ser capaç d'analitzar, codificar, processar i transmetre informació multimèdia emprant tècniques de processament analògic i digital de senyal.
26. Treballar cooperativament.
27. Treballar de manera autònoma.
28. Treballar de manera organitzada.
29. Utilitzar aplicacions de comunicació i informàtiques (ofimàtiques, bases de dades, càlcul avançat, gestió de projectes, visualització, etc.) per donar suport al disseny de sistemes de transmissió de dades i facilitar-ne la transferència tecnològica posterior.
30. Utilitzar els conceptes de sistemes de compressió de font de codificació de dades i de transmissió segura de missatges digitals en sistemes monousuari i multiusuari.

Continguts

1. Introducció als sistemes de transmissió de dades

- Diagrama de blocs d'un sistema de comunicacions.
- Modulació.
- Demodulació.
- Detecció i necessitat de les codificacions de font i de canal.

2. Definicions i propietats bàsiques a teoria de la informació

- Canal lògic.
- Entropia, entropia relativa, informació.
- Desigualtat de processament de dades. Desigualtat de Fano.
- Propietat d'equipartició asimptòtica.

3. Codificació de font. Compressió.

- Tipus de codis de font.
- Teorema de codificació de font (1er teorema de Shannon). Codis òptims.
- Codificació de Huffman.
- Codificació de Shannon-Fano-Elias.
- Codificació de Lemple-Ziv.
- Aplicació a audio i vídeo.

4. Capacitat de canal

- Tipus i caracterització del canal.
- Teorema de codificació de canal (2on teorema de Shannon).
- Codis aleatoris

5. Codis de bloc

- Matrius generadores i de paritat.
- Codis de Hamming, BCH i Reed-Solomon.
- Decodificació i probabilitat d'error.
- Codis cíclics.

6. Codis convolucional

- Propietats bàsiques.
- Codis recursius.
- Decodificació òptima: algorisme de Viterbi
- Probabilitat d'error

7. Codis avançats

- Turbo-codis.
- LDPC.

Metodologia

Activitats presencials

- Classes de teoria: exposició dels continguts teòrics
- Classes de problemes: resolució de problemes relacionats amb la teoria, amb participació dels propis alumnes.
- Pràctiques de laboratori: aplicació de les tècniques presentades a les classes de teoria a diferents sistemes reals i posada en pràctica amb diferents programaris de simulació.
- Exàmens parcials i final.

Activitats autònomes

- Estudi dels continguts teòrics i pràctics de l'assignatura. Resolució dels problemes i el·laboració de lliuraments amb sol·lucions d'alguns conjunts de problemes. Preparació dels exàmens.
- Treballs pràctics: realització i aprofundiment de les pràctiques de laboratori. Preparació de la memòria de cada pràctica.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
Classes de teoria	39	1,56	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 24, 29, 30
Pràctiques de laboratori	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
Tipus: Supervisades			
Tutories	6	0,24	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 29, 30
Tipus: Autònomes			
Treball individual de l'alumne	144	5,76	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30

Avaluació

Principis de l'avaluació

L'avaluació s'estructura de manera que els estudiants poden triar un format d'avaluació continuada o un format on la major part dels elements d'avaluació es concentren al final del curs (que també pot servir com a mecanisme de recuperació per a l'avaluació continuada).

Això permet que l'alumne comenci el curs assumint un format d'avaluació continuada si ho considera oportú, i que ho acabi d'aquesta manera, o bé que canviï en qualsevol moment a una avaluació més concentrada. El fet de tenir dos mecanismes d'avaluació permet a l'alumne adaptar el ritme de realització dels elements

avaluatius a les seves necessitats i preferències. I també li permet tenir un mecanisme de recuperació de forma que l'alumne té dues oportunitats per a obtenir una avaluació positiva de cadascuna de les parts del curs.

Elements avaluatius

Hi haurà els següents elements avaluatius:

- Pràctiques: 20%
- Examen Part I: 40%
- Examen Part II: 40%
- Entrega d'exercicis i participació activa a les sessions de problemes.

L'examen de la Part I es realitzarà dues vegades: la primera aproximadament a la meitat del curs i la segona vegada serà el dia anunciat per l'examen final, una vegada finalitzades les activitats presencials. Els temes que inclourà (que anomenen Part I) es definiran precisament durant el curs, però molt probablement seran els temes 1, 2, 3 i 4. Anomenem aquests examens com EX-I-P i EX-I-F, respectivament.

L'examen de la Part II es realitzarà dues vegades: la primera tindrà lloc a la darrera setmana de les activitats presencials (classes teòriques) i la segona vegada serà el dia anunciat per l'examen final, una vegada finalitzades les activitats presencials (coincidint amb el EX-I-F). Els temes que inclourà (que anomenen Part II) es definiran precisament durant el curs, però molt probablement seran els temes 5, 6 i 7. Anomenem aquests examens com EX-II-P i EX-II-F, respectivament.

Normes

Si la nota de EX-I-P ≥ 5 , la part I de l'assignatura queda alliberada i no es obligatori presentar-se al EX-I-F. Si la nota de EX-I-P < 5 , és obligatori presentar-se al EX-I-F.

La Nota de la Part I serà:

- la nota EX-I-P si l'estudiant només ha realitzat aquest examen.
- la nota EX-I-F si nota EX-I-F $>$ nota EX-I-P.
- $(\text{nota EX-I-P} + \text{nota EX-I-F})/2$ si nota EX-I-F $\leq$ nota EX-I-P.

Si la nota de EX-II-P ≥ 5 , la part II de l'assignatura queda alliberada i no es necessari presentar-se al EX-II-F. Si la nota de EX-II-P < 5 , és obligatori presentar-se al EX-II-F.

La Nota de la Part II serà:

- la nota EX-II-P si l'estudiant només ha realitzat aquest examen.
- la nota EX-II-F si nota EX-II-F $>$ nota EX-II-P.
- $(\text{nota EX-II-P} + \text{nota EX-II-F})/2$ si nota EX-II-F $\leq$ nota EX-II-P.

Les pràctiques s'avaluaran en funció dels informes que s'hauran d'entregar a l'inici i/o final de les sessions de pràctiques, del treball durant a les sessions i de possibles proves addicionals que es realitzin durant les sessions. No és necessari aprovar cada pràctica individualment i al menys hi haurà tres pràctiques, de manera que el pes per pràctica és clarament inferior al 15%.

La "Nota de seguiment del curs" dependrà de la participació activa a les sessions de problemes i de l'entrega dels exercicis que es demanin durant el curs. Tindrà un pes del 15% i es comptarà només si ajuda a pujar la nota final.

Per aprovar són condicions necessàries:

$(\text{Nota Part I} + \text{Nota Part II})/2 \geq 4.5$.

Nota Pràctiques ≥ 5

Nota Final

La Nota Final es calcularà com:

Si $(\text{Nota Part I} + \text{Nota Part II})/2 \geq 4.5$ i $\text{Nota Pràctiques} \geq 5$

$\text{Nota A} = 0.8 \times (\text{Nota Part I} + \text{Nota Part II})/2 + 0.2 \times \text{Nota Pràctiques}.$

$\text{Nota B} = 0.85 \times \text{Nota A} + 0.15 \times \text{Nota de seguiment del curs}.$

$\text{Nota Final} = \max(\text{Nota A}, \text{Nota B}).$

en cas contrari

$\text{Nota Final} = (\text{Nota Part I} + \text{Nota Part II})/2.$

Altres consideracions generals

Es pot conservar la nota de pràctiques d'anys anteriors.

La nota final serà "No Avaluable" només quan l'estudiant no es presenti a cap examen.

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, plagiar, copiar o deixar copiar una pràctica o qualsevol altra activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero i no es podrà recuperar en el mateix curs acadèmic. Si aquesta activitat té una nota mínima associada, aleshores l'assignatura quedarà suspesa.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Participació a les sessions de problemes	Fins a un 15%, si ajuda a pujar la nota.	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29, 30
Prova de la 1ª part de l'assignatura (hi ha dos opcions per fer-la)	40%	3	0,12	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30
Prova de la 1ª part de l'assignatura (hi ha dos opcions per fer-la)	40%	3	0,12	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 30
Treball a les sessions de pràctiques i elaboració dels informes	20%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

Bibliografia

Bàsica

- Cover, T. M.; Thomas, J. A. Elements of Information Theory. Wiley, 2nd edition, 2006.
- Proakis, J.; Salehi, M.; Communications Systems Engineering, Prentice-Hall, 2nd edition, 2001.
- Du, K.-L.; Swamy, M. N., Wireless Communication Systems. From RF Subsystems to 4G Enabling Technologies. Cambridge University Press, 2010.

- Ha, T. T., Theory and Design of Digital Communication Systems. Cambridge University Press, 2011.
- Glover, I. A.; Grant, P. M., Digital Communications. Prentice Hall, 3rd edition, 2010.
- Madhow, U., Fundamentals of Digital Communication. Cambridge University Press, 2008.
- Proakis, J.; Salehi, M.; Digital Communications. McGraw-Hill, 5th edition, 2008.
- Artés Rodríguez, A.; Pérez González, F.; Cid Suero, J.; López Valcarce, R.; Mosquera Nartallo, C.; Pérez Cruz, F.; Comunicaciones Digitales, http://www.tsc.uc3m.es/antonio/libro_comunicaciones

Complementària

- Lin, S.; Costello, D. J., Error Control Coding. Prentice-Hall, 2nd Edition, 2004.
- Gallager, R. G., Principles of Digital Communication. Cambridge University Press, 2008.
- Moon, T. K., Error Correction Coding: Mathematical Methods and Algorithms. Wiley-Interscience, 2005.
- Roman, S., Introduction to Coding and Information Theory. Springer, 1996
- Abramson, N., Information Theory and Coding. McGraw-Hill, 1963.
- Blahut, R., Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge University Press, 2003.
- Hamming, R. W., Coding and Information Theory. Prentice-Hall, 1980.
- Gitlin, R.D.; Hayes, J.F.; Weinstein, S.B. Data communications principles. Plenum Press, 1992.
- Adamec, J., Foundations of Coding: Theory and Applications of Error-Correcting Codes with an Introduction to Cryptography and Information Theory. Wiley-Interscience, 1991.
- Sklar, B.; Digital Communications: Fundamentals and Applications, Prentice Hall, 2nd edition, 2001.
- Goldsmith, A.; Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.
- Molisch, A. F.; Wireless Communications, Wiley, 2nd edition, 2011.