

**Senyals i Sistemes Discrets**

Codi: 102712

Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500895 Enginyeria Electrònica de Telecomunicació	OB	2	1
2500898 Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació	OB	2	1

**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: No

Grup íntegre en espanyol: No

**Altres indicacions sobre les llengües**

A classe també es podrà fer servir el castellà indistitament.

**Equip docent**

Josep Parron Granados

Jose Antonio del Peral Rosado

**Prerequisits**

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

**Objectius**

El tractament de seqüències de números, també conegudes com senyals discrets, és una tasca present a pràcticament la totalitat de sistemes de transmissió, processament i emmagatzematge d'informació, inclús quan els senyals d'origen poden ser analògics. L'objectiu de l'assignatura és proporcionar a l'alumne els coneixements fonamentals per descriure els senyals discrets i els sistemes que els tracten, tant en el domini temporal com dominis freqüencials o transformats.

Els objectius específics són:

- Comprendre la representació de senyals discrets en el temps, així com les seves propietats.
- Analitzar els sistemes pel tractament de senyals discrets en el temps, i proposar formes alternatives de descriure'ls.
- Representar els senyals i els sistemes en dominis transformats: en el domini freqüencial i en el domini  $z$ .
- Dissenyar filtres digitals bàsics.
- Relacionar els senyals discrets amb el mostreig periòdic de senyals analògics i amb la seva reconstrucció.

- Aplicar l'entorn de programació Matlab per resoldre problemes de processament de senyals digitals.
- Caracteritzar senyals discrets aleatoris.

## Competències

### Enginyeria Electrònica de Telecomunicació

- Actitud personal
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions
- Comunicació
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal
- Redactar, desenvolupar i firmar projectes en l'àmbit de l'enginyeria de telecomunicacions que tinguin per objecte la concepció, el desenvolupament o l'explotació de sistemes electrònics
- 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

### Enginyeria de Sistemes de Telecomunicació

- Actitud personal
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions
- Aprendre nous mètodes i tecnologies a partir dels coneixements bàsics i dels tecnològics, i tenir versatilitat per adaptar-se a noves situacions.
- Comunicació
- 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. Analitzar i dissenyar esquemes de processament de senyals digitals
2. Comunicar eficientment, oralment i per escrit, coneixements, resultats i habilitats, tant en entorns professionals com davant de públics no experts.
3. Desenvolupar el pensament sistèmic.
4. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
5. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i de síntesi.
6. Desenvolupar la curiositat i la creativitat.
7. Fer un ús eficient de les TIC en la comunicació i la transmissió d'idees i resultats.
8. Idear i buscar aplicacions bàsiques del processament de senyal més a allà de les comunicacions.
9. Idear i buscar aplicacions bàsiques del processament de senyal més enllà de les comunicacions.
10. Il·lustrar els algorismes de processament de senyal i comunicacions utilitzant un formalisme matemàtic bàsic.
11. Prendre decisions pròpies.

12. Traslladar conceptes de matemàtica discreta a les telecomunicacions, a l'àrea de processament de sèries numèriques mitjançant filtres digitals
13. Treballar cooperativament.
14. Treballar de manera autònoma.
15. Utilitzar de forma bàsica aplicacions informàtiques per al processat digital.
16. Utilitzar de manera bàsica aplicacions informàtiques per al processament digital.

## Continguts

### 1. Senyals i sistemes discrets

- Senyals: propietats, transformacions i senyals bàsics.
- Sistemes: propietats, sistemes bàsics.
- Convolució
- Descripció de sistemes mitjançant equacions en diferències finites.

### 2. Representació freqüencial

- Transformada de Fourier (FT): definició, propietats, teorema de convolució.
- Transformada discreta de Fourier (DFT): definició, propietats, convolució circular.
- Correlació i espectre.
- Delmat i interpolació.

### 3. Mostreig i reconstrucció

- Mostreig periòdic.
- Representació del mostreig en el domini de la freqüència.
- Reconstrucció de senyals de banda limitada: Teorema de Nyquist.
- Modificació de la freqüència de mostreig.

### 4. Representació de senyals i sistemes en el domini z

- Transformada z: definició, propietats
- Funció de transferència i resposta freqüencial
- Sistemes passa-tot, sistemes de fase mínima i sistemes de fase lineal

### 5. Disseny de filtres

- Filtres FIR
- Filtres IIR

### 6. Introducció als senyals discrets aleatòris

## 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 casos representatius de sistemes reals i posada en pràctica amb un programari estàndard per processament de senyals digitals (Matlab).
- 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.

A més a més, els alumnes podran assistir a sessions de tutories individuals o col·lectives per resoldre dubtes que puguin sorgir durant el curs.

## Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Classes de problemes	12	0,48	1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16
Classes de teoria	26	1,04	1, 3, 5, 8, 9, 10, 12
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Pràctiques de laboratori	12	0,48	1, 2, 3, 5, 9, 11, 13, 14, 15, 16
Tutories	2	0,08	1, 2, 5, 6
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Treball individual de l'alumne: preparació pràctiques	12	0,48	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 16
Treball individual de l'alumne: estudi i resolució de problemes	74	2,96	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16

## 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 del pes de l'avaluació es concentra al final del curs (que també pot servir com a mecanisme de recuperació per a l'avaluació continuada). Això permet que l'alumne adapti el ritme de realització dels elements avaluatius a les seves necessitats i preferències.

### Elements avaluatius

Hi haurà els següents elements avaluatius:

- Pràctiques
- Examen Parcial 1
- Examen Parcial 2
- Examen Final

L'examen parcial 1 (EXP1) es realitzarà aproximadament a la meitat del curs. No allibera matèria per què els continguts d'aquest curs són acumulatius; és a dir, s'han de dominar els primers temes per poder seguir els últims.

L'examen parcial 2 (EXP2) es realitzarà aproximadament a la darrera setmana de les activitats presencials (classes teòriques).

L'examen final (EXF) es realitzarà una vegada finalitzades les activitats presencials, durant el període de temps específicament dedicat a examens.

## Càlcul de la nota final

- Nota d'avaluació continuada:  $AC = 0.4 \cdot EXP1 + 0.6 \cdot EXP2$
- Nota global dels examens (NE):
- Si no s'ha fet l'avaluació continuada o  $AC < 4.5$ , llavors  $NE = \max\{EXF, AC\}$ .
- Si  $AC \geq 4.5$  i es fa l'examen final amb nota  $EXF < 2.5$ , llavors  $NE = 0.5 \cdot EXF + 0.5 \cdot AC$ .
- Si  $AC \geq 4.5$  i es fa l'examen final amb nota  $EXF \geq 2.5$ , llavors  $NE = \max\{EXF, AC\}$ .
- Si  $AC \geq 4.5$  i no es fa l'examen final,  $NE = AC$ .
- Per aprovar és condició necessària que  $NE \geq 4.5$  i que Nota Pràctiques (NP)  $\geq 4.5$ . S'ha d'observar que si  $AC \geq 4.5$ , no és obligatori presentar-se a l'examen final.
- La nota final de l'assignatura és:
- Si  $NE < 4.5$ ,  $NF = NE$ .
- Si  $NE \geq 4.5$  i  $NP < 4.5$ , llavors  $NF = \min\{4.5, 0.75 \cdot NE + 0.25 \cdot \text{Nota Pràctiques}\}$ .
- Si  $NE \geq 4.5$  i  $NP \geq 4.5$ ,  $NF = 0.75 \cdot NE + 0.25 \cdot \text{Nota Pràctiques}$
- Per aprovar és necessari que  $NF \geq 5$ .

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. L'assistència a totes les pràctiques de laboratori és obligatòria.

## 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, ni els de l'avaluació continuada ni el final.

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 qualsevol 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
Examen Final	50%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14
Examen Parcial 1	20%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14
Examen Parcial 2	30%	2	0,08	1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 14
Treball a les sessions de pràctiques i elaboració dels informes	25%	5	0,2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16

## Bibliografía

- S. Haykin, B. Van Veen, Señales y sistemas, Limusa, 2001.
- S. Haykin, B. Van Veen, Signals and Systems, Wiley, 2002.
- M. J. Roberts, Señales y Sistemas, Mc Graw Hill, 2005.
- A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, Discrete-Time Signal Processing, 3rd edition, Prentice-Hall, 2009.
- J. Proakis, D. Manolakis, Digital Signal Processing: Principles, Algorithms and Applications, 3rd edition, Prentice-Hall, 1996.
- J. Proakis, D. Manolakis, Digital Signal Processing, Pearson, 2016
- J.B. Mariño Acebal, F. Vallverdú Bayés, J.A. Rodríguez Fonollosa, A. Moreno Bilbao, Tratamiento Digital de la Señal: Una introducción experimental, Edicions UPC, 1999.
- A. V. Oppenheim, A. S. Willsky, Signals and Systems, 2nd edition, Pearson, 1996.
- S. Haykin, Signals and Systems, John-Wiley & Sons, 2000.