

Pla Docent de l'Assignatura

Guia Docent

1. Dades descriptives de l'assignatura

Curs acadèmic:	2011-12
Nom de l'assignatura:	Senyals i Systemes
Codi assignatura:	21409, 21720, 21598
Estudis:	Grau en Enginyeria en Informàtica Grau en Enginyeria Telemàtica, Grau en Enginyeria en Sistemes Audiovisuals
Crèdits ECTS:	8
Hores de dedicació:	200 hores
Professorat:	Xavier Serra, Vicent Caselles, Azadeh Faridi
Grups:	1 i 2

2. Presentació de l'assignatura

Aquest és un curs introductori al processament digital del senyal pensat per estudiants del segon any acadèmic de les enginyeries en Informàtica, Telemàtica, i Sistemes Audiovisuals. El curs té com objectiu que els estudiants assoleixin la comprensió dels conceptes matemàtics bàsics utilitzats en l'estudi dels senyals i sistemes digitals i que sàpiguin utilitzar aquests conceptes en problemes concrets d'enginyeria.

El temari del curs inclou una part més matemàtica i una altre més centrada en el processament del senyal des d'un punt de vista d'enginyeria. Dins dels temes més matemàtics s'inclou l'estudi dels nombres complexos, la transformada discreta de Fourier i la transformada Z. En la part més centrada en el processament del senyal s'inclou l'estudi dels senyals sinusoidals, el seu mostreig i la seva representació espectral, i l'estudi dels filtres digitals, tant FIR com IIR.

El curs s'organitza metodològicament en tres tipus d'activitats docents, les classes magistrals o teòriques, els seminaris, i els laboratoris o classes pràctiques. En les classes magistrals el professor explica els conceptes teòrics del temari. En els seminaris, on el professor treballa amb grups reduïts d'estudiants, es discuteixen i resolen problemes relacionats amb cada un dels temes tractats a les classes magistrals amb la participació activa dels estudiants. Finalment, en els laboratoris, que tenen lloc en sales d'ordinadors, els estudiants fan pràctiques de programació sota la supervisió del professor. En aquestes pràctiques es dissenyen i implementen algorismes relacionats amb cada un dels conceptes de processament del senyal que es tracten en el curs.

3. Competències a assolir a l'assignatura

Competències a treballar a l'assignatura segons l'indicat en el pla d'estudis del grau.

Competències transversals	Competències específiques
<i>Instrumentals</i> 1. Capacitat d'anàlisi i síntesi. 2. Resolució de problemes. 3. Comunicació oral i escrita.	1. Entendre i saber utilitzar els conceptes matemàtics adequats per analitzar i representar els senyals i els sistemes digitals.
<i>Interpersonals</i> 1. Treball en equip. 2. Capacitat de crítica i autocrítica.	2. Entendre els senyals sinusoidals tant des del punt de vista matemàtic, com del processament del senyal, com del físic.
<i>Sistèmiques</i> 1. Capacitat per integrar coneixements i metodologies en la pràctica. 2. Preocupació per la qualitat.	3. Entendre les matemàtiques de la Transformada de Fourier i les seves propietats. 4. Entendre el concepte de representació espectral i la seva utilització per a representar senyals temporals. 5. Saber convertir senyals temporals continus en senyals temporals discretes i al revés. Entendre el teorema de mostreig de Shannon i els fenòmens d'aliasing i folding. 6. Entendre i saber utilitzar la transformada Z en l'estudi dels sistemes digitals. 7. Entendre i saber utilitzar les diferents representacions dels filtres FIR i IIR: Equació de diferències, Resposta impulsional, Resposta freqüencial, i Funció de transferència. 8. Entendre els mètodes d'anàlisi espectral per senyals discretes temporals periòdiques i no-periòdiques. Saber interpretar la representació espectral i saber identificar les característiques espectrals dels senyals. 9. Saber dissenyar i implementar algorismes de processament d'àudio.

4. Continguts

Llistat de continguts, organitzats per blocs.

Bloc 1. Introducció als Senyals i Sistemes

- a. Definició de senyals i sistemes en enginyeria
- b. Representació matemàtica de senyals
- c. Representació matemàtica de sistemes

Bloc 2. Sinusoides

- a. Funcions sinus i cosinus
- b. Senyals sinusoidals
- c. Sinusoides complexes
- d. Fasors i suma de fasors
- e. Física del diapasó

Bloc 3. Representació espectral

- a. Espectre de suma de sinusoides
- b. Modulació d'amplitud
- c. Producte de sinusoides
- d. Ones periòdiques, sons periòdics
- e. Series de Fourier
- f. Espectre de les series de Fourier
- g. Anàlisi de Fourier de senyals periòdics
- h. Espectre temps-freqüència
- i. Modulació de freqüència, senyals xirp

Bloc 4. Mostratge i Aliasing

- a. Mostratge
- b. El teorema de mostratge
- c. Aliasing i Folding
- d. Visió espectral del mostratge
- e. Demostració estroboscòpica del mostreig
- f. Conversió de senyals discrets a continuus

Bloc 5. Filtres de Resposta Impulsional Finita, FIR

- a. Sistemes en temps discret
- b. Filtre de mitjana mòbil
- c. El filtre FIR general
- d. Resposta impulsional dels filtres FIR
- e. Implementació de filtres FIR
- f. Convolució discreta de senyals
- g. Sistemes lineals i invariants en el temps, LTI
- h. Convolució, sistemes LTI, i filtres FIR
- i. Sistemes LTI en cascada

Bloc 6. Resposta freqüencial dels filtres FIR

- a. Resposta sinusoidal dels filtres FIR
- b. Superposició i la resposta freqüencial
- c. Resposta transitoria i en estat estable
- d. Propietats de la resposta freqüencial
- e. Representació gràfica de la resposta freqüencial
- f. Sistemes LTI en cascada
- g. Filtre de mitjana mòbil
- h. Filtratge de senyals temporals mostrats

Bloc 7. Transformada Z

- a. Definició de la transformada Z
- b. La transformada Z i els sistemes lineals
- c. Propietats de la transformada Z
- d. La transformada Z com operador
- e. Convolució y la transformada Z

- f. Relació entre el domini Z i el domini freqüencial
- g. Filtres útils
- h. Disseny pràctic de filtres passa-banda
- i. Propietats dels filtres de fase linial

Bloc 8. Filtres de Resposta Impulsional Infinita, IIR

- a. L'equació de diferències general dels filtres IIR
- b. Resposta en el domini temporal
- c. Funció del sistema d'un filtre IIR
- d. Pols i zeros
- e. Resposta freqüencial d'un filtre IIR
- f. Els tres dominis
- g. La transformada Z inversa i aplicacions
- h. Resposat en estat estable i estabilitat
- i. Filtres de segon ordre
- j. Resposta freqüencial dels filtres de segon ordre
- k. Exemple d'un filtre IIR passa-baixos

Bloc 9. Senyals temporals continus i sistemes LTI

- a. Senyals temporals continus
- b. Senyal impulsional
- c. Sistemes contunus temporals
- d. Sistemes linials i invariants en el temps
- e. Resposta impulsional de sistemes LTI bàsics
- f. Convolució d'impulsos
- g. Evaluació de la integral de convolució
- h. Propietats dels sistemes LTI

Bloc 10. Transformada de Fourier continua

- a. Definició de la transformada de Fourier
- b. Transformada de Fourier i l'espectre
- c. Existència i convergència de la transformada de Fourier
- d. Exemples de parells de Fourier
- e. Propietats de dels parells de Fourier
- f. Propietat de Convolució
- g. Sistemes LTI bàsics
- h. Taula de les propietats de la transformada de Fourier
- i. Propietats dels sistemes LTI

Bloc 11. Filtratge, modulació i mostreig

- a. Sistemes linials i invariants en el temps
- b. Modulació d'amplitud de sinusoides
- c. Mostreig i reconstrucció

Bloc 12. Calculant l'espectre

- a. Suma finita de Fourier
- b. Masses transformades de Fourier?
- c. Finestra temporal
- d. Anàlisi d'una suma de sinusoides
- e. Transformada de Fourier Discreta
- f. Anàlisi espectral de senyals finits
- g. Anàlisi espectral de senyals periòdics
- h. El espectrograma
- i. Transformada de Fourier de temps curt, STFT

5. Avaluació del nivell d'assoliment de les competències

El curs està organitzat en tres tipus d'activitats docents: classes magistrals de teoria, seminaris i pràctiques/laboratoris. La nota final és el resultat de combinar una avaluació continuada amb dos exàmens parcials i un de final. L'examen final inclou la recuperació dels dos parcials i una part nova. Si s'aproven els dos primers exàmens parcials no cal fer l'examen final d'aquestes parts, sols voluntàriament per pujar nota.

A continuació es detalla l'avaluació de cada activitat:

- Teoria (17 punts)
 - o Primer examen parcial, setmana 8 del primer trimestre (5 punts)
 - o Segon examen parcial, setmana 6 del segon trimestre (7 punts)
 - o Examen final dels dos parcials (6 punts) i tercer parcial (5 punts)
- Laboratoris (9 punts)
 - o Entrega informes (1 punts)
 - o Primer examen parcial, setmana 8 del primer trimestre (2 punt)
 - o Segon examen parcial, setmana 6 del segon trimestre (5 punts)
 - o Examen final dels dos parcials (4 punts) i tercer parcial (1 punts)
- Seminaris (8 punts)
 - o Proves a classe

La nota final es calcula de la següent forma:

$$\text{Nota} = 10 * (\text{Teoria} + \text{Labs} + \text{Seminaris}) / 34$$

Es fan dos exàmens parcials i un de final escrits i individuals per avaluar la comprensió dels continguts presentats en les classes de teoria i reforçats amb els seminaris i laboratoris. Aquesta avaluació és obligatòria i ha de ser qualificada com a mínim amb un 50% per tal de aprovar l'assignatura. Si s'aproven els dos exàmens parcials, en l'examen final sols cal fer la tercera part de l'assignatura que no s'ha avaluat en els parcials. L'estudiant pot optar per fer tot l'examen final per pujar la nota dels exàmens parcials.

Abans de cada laboratori s'entrega l'enunciat dels exercicis a realitzar durant la pràctica. Durant els laboratoris els alumnes resolen problemes pràctics i implementen algorismes amb Octave i/o Matlab. Les pràctiques s'entreguen a través de Moodle individualment al final de cada classe de pràctiques. L'avaluació es fa a partir de les pràctiques entregades i a partir d'una prova escrita que es realitza conjuntament amb els exàmens parcials i final. Aquesta avaluació també és obligatòria i ha de ser qualificada com a mínim amb un 50% per tal de aprovar l'assignatura.

Abans de cada seminari s'entrega una col·lecció de problemes als alumnes per tal que ells els treballin individualment abans de la sessió, com a una preparació prèvia al seminari. Aquests problemes corresponen a conceptes o coneixements tractats a classe de teoria i posats a la pràctica en els laboratoris. Durant el seminari tots els estudiants han de participar en la resolució d'una selecció dels problemes entregats prèviament. L'avaluació d'aquesta activitat es basa en els exercicis individuals que determini el professor i que es fan durant les classes.

6. Bibliografia i recursos didàctics

6.1. Bibliografia bàsica

- James H. McClellan, Ronald W. Schafer, and Mark A. Yoder, 2003. Signal Processing First (SPF). Prentice Hall, International edition

6.2. Bibliografia complementària

- A. V. Oppenheim and R. W. Schafer. 1999. Discrete-Time Signal Processing. Prentice Hall.
- John G. Proakis and Dimitris G. Manolakis. 1998. Tratamiento digital de señales. Prentice Hall.
- C. Sidney Burrus et al. 1998. Ejercicios de Tratamiento de la Señal utilizando matlab v.4. Prentice-Hall.

6.3. Recursos didàctics

- Recursos relacionats amb SP First: <http://users.ece.gatech.edu/mcclella/SPFirst/>
- Per a cada sessió de seminari hi ha disponible una col·lecció de problemes al Moodle de l'assignatura.
- Per a cada sessió de pràctiques hi ha disponible el enunciat de la pràctica al Moodle de l'assignatura.

7. Metodologia

Blocs de contingut	Hores a l'aula			Hores fora de l'aula	
	Grup gran (Teoria)	Grup mitjà (Lab)	Grup petit (Seminari)		
Bloc 1	1	---	---	1	
Bloc 2	3	2	2	8	
Bloc 3	4	2	2	10	
Bloc 4	2	---	1	4	
Examen 1			1	15	
Bloc 5	4	4	2	12	
Bloc 6	2	---	1	4	
Bloc 7	2	2	1	6	
Bloc 8	4	2	2	10	
Bloc 9	2	2	1	6	
Examen 2			1	15	
Bloc 10	4	---	2	8	
Bloc 11	2	---	1	4	
Bloc 12	4	2	1	10	
Examen Final	2			17	
Total	36	16	18	130	# d'hores total 200

8. Programació d'activitats

1. Programació de sessions presencials

Set.	Teoria	Seminari	Laboratori	Exàmens
Primer Trimestre				
1	Introducció als Senyals i Sistemes (1) Sinusoides i Exponencials (1)			
2	Sinusoides i Exponencials (2)	Sinusoides i Exponencials (1)		
3	Representació espectral (2)	Sinusoides i Exponencials (1)	Intro a Octave i Sinusoides (2)	
4	Representació espectral (2)	Representació espectral (1)		
5	Mostreig i Aliasing (2)	Representació espectral (1)	Representació espectral (2)	
6	Filtres FIR (2)	Mostreig i Aliasing (1)		
7		Filtres FIR (1)		
8		repas (1)		primer parcial
9	Filtres FIR (2)		Filtres FIR (2)	
10	Resposta freq. FIR (2)	Filtres FIR (1)		
11	Transformada Z (2)	Resposta freq. FIR (1)	Filtres FIR (2)	
Segon Trimestre				
1	Filtres IIR (2)	Transformada Z (1)	Transformada Z (2)	
2	Filtres IIR (2)	Filtres IIR (1)		
3	Senyals Continus (2)	Filtres IIR (1)	Filtres IIR (2)	
4	Transformada Fourier (2)	Senyals Continus (1)		
5	Transformada Fourier (2)	repas (1)		
6			Senyals Continus (2)	segon parcial
7	Filtratge, modulació (2)	Transformada Fourier (1)		
8	Calculant l'espectre (2)	Transformada Fourier (1)		
9	Calculant l'espectre (2)	Filtratge, modulació (1)		
10	repas (2)	Calculant l'espectre (1)	Calculant l'espectre (2)	
				final