

Títol assignatura: 27404 Filtres Analògics i Digitals

Curs: 2006-2007

Tipus : Obligatòria

Crèdits: 9 (6 teòrics + 1,5 problemes + 1,5 pràctiques)

Tipus de docència: Semi-presencial

Professorat

Teoria:	Professor: Gabriel Abadal Berini (gabriel.abadal@uab.es) Despatx: QC-3031 Horari de Tutories: Dilluns 12h-14h
	Professor: Jordi Sacristan Riquelme (jordi.sacristan@cnm.es) Despatx: CNM Horari de Tutories: Dilluns 18h-20h
Problemes	Professor: Ignasi Gil Galí (nacho.gil@uab.es) Despatx: QC-3055 Horari de Tutories: Divendres 17h-19h
Pràctiques	Professor: Jordi Sacristan Riquelme (jordi.sacristan@cnm.es) Despatx: CNM

OBJECTIUS FORMATIUS GENERALS

Descriptor BOE: *Classificació i mètodes d'aproximació. Sensibilitat. Filtres actius continus en el temps. Filtres actius de capacitat commutada. Filtres digitals.*

L'objectiu fonamental de l'assignatura es proporcionar a l'alumne els fonaments teòrics i els mètodes bàsics per dur a terme el disseny de filtres electrònics. En concret, l'assignatura analitza les característiques generals dels filtres, les aproximacions analítiques clàssiques i les arquitectures circuitals i els mètodes associats que permeten la implementació d'aquests filtres, tant en el domini analògic com en el digital.

RECOMANACIONS SOBRE CONEIXEMENTS PREVIS

No existeix cap prerequisit previ.

TEMARI

Capítol 1 : Conceptes bàsics (1 setmana: 4hT + 1hPP)

- 1.1 Concepte de filtre
- 1.2 Tipus de senyals i de filtres
- 1.3 Filtres LTI: domini freqüencial
 - 1.3.1 Introducció
 - 1.3.2 Zeros i pols de $H(s)$
 - 1.3.3 Estabilitat
 - 1.3.4 Resposta freqüencial
 - 1.3.5 Propietats de la resposta freqüencial
 - 1.3.6 Sistemes de fase mínima
 - 1.3.7 Determinació de $H(s)$ amb una magnitud determinada
 - 1.3.8 Determinació de $H(s)$ amb una fase determinada
- 1.4 Filtres LTI: domini temporal
- 1.5 Tipus de filtres
 - 1.5.1 Especificacions de magnitud
 - 1.5.1.1 Filtre passa-baix
 - 1.5.1.2 Filtre passa-alt
 - 1.5.1.3 Filtre passa-banda
 - 1.5.1.4 Filtre elimina-banda
 - 1.5.2 Especificacions de fase
 - 1.5.3 Funció de transferència

Capítol 2 : Filtres de 1r ordre (1.5 setmanes: 6hT + 1hPP)

- 2.1 Funció de transferència
- 2.2 Filtre passa-baix
- 2.3 Filtre passa-alt
- 2.4 filtre passa-tot (equalitzador)
- 2.5 Implementació passiva
- 2.6 Implementació activa
 - 2.6.1 L'amplificador operacional (A.O.)
 - 2.6.2 Blocs bàsics amb A.O.
 - 2.6.3 Filtres de 1r ordre amb A.O.
 - 2.6.4 Influència d' $A(s)$
 - 2.6.5 L'amplificador de transconductància (OTA)
 - 2.6.6 Blocs bàsics amb OTA
 - 2.6.6.1 Amplificador de tensió
 - 2.6.6.2 Simulació d'una resistència
 - 2.6.6.3 Simulació d'una resistència flotant
 - 2.6.6.4 Muntatge sumador-restador
 - 2.6.7 Filtres de 1r ordre OTA-RC
 - 2.6.8 Filtres de 1r ordre OTA-C

Capítol 3 : Filtres de 2n ordre (2 setmanes: 8hT + 2hPP)

- 3.1 Funció de transferència
- 3.2 Filtre passa-baix
- 3.3 Filtre passa-alt
- 3.4 Filtre passa-banda
- 3.5 Filtre elimina-banda
 - 3.5.1 Filtre elimina-banda simètric
 - 3.5.2 Filtre elimina-banda passa-baix
 - 3.5.3 Filtre elimina-banda passa-alt

- 3.6 Filtre passa-tot (equalitzador)
- 3.7 Implementació passiva
 - 3.7.1 Circuits ressonants
 - 3.7.2 Filtres RLC de 2n ordre
 - 3.7.3 Filtres RC de 2n ordre
- 3.8 Sensibilitat passiva
- 3.9 Implementació activa amb A.O.
 - 3.9.1 Biquads amb un sol A.O.
 - 3.9.1.1 Biquads Sallen-Key
 - 3.9.1.2 Biquads Delyiannis-Friend
 - 3.9.2 Biquads per simulació d'una autoinducció
 - 3.9.2.1 *Gyrator* de Riordan
 - 3.9.2.2 Convertidor general d'impedàncies (GIC) d'Antoniou
 - 3.9.2.3 Filtres de 2n ordre amb GIC
 - 3.9.3 Síntesi de biquads amb integradors
 - 3.9.3.1 Integradors
 - 3.9.3.2 Integradors inversors
 - 3.9.3.3 Integradors no inversors
 - 3.9.3.4 Biquad Kervin-Huelsman-Newcomb
 - 3.9.3.5 Biquad Tow-Thomas
 - 3.9.3.6 Biquad Åckerberg-Mossberg
- 3.10 Implementació activa amb OTA
 - 3.10.1 Blocs bàsics amb OTA-C
 - 3.10.2 Biquads amb OTA-C

Capítol 4 : Teoria de l'aproximació (1 setmana: 4hT + 1hPP)

- 4.1 Introducció
- 4.2 Aproximació a la magnitud o guany
 - 4.2.1 Filtre ideal
 - 4.2.2 Filtre prototipus
 - 4.2.3 Funció característica
 - 4.2.4 Estratègies d'aproximació
 - 4.2.5 Aproximacions clàssiques
- 4.3 Filtres Butterworth
- 4.4 Filtres Chebyshev o Chebyshev I
- 4.5 Filtres Chebyshev inversos o Chebyshev II
- 4.6 Filtres el·líptics o de Cauer
- 4.7 Filtres d'ordre parell
- 4.8 Transformacions freqüèncials
 - 4.8.1 Transformació d'un passa-baix prototipus a un passa-alt
 - 4.8.2 Transformació d'un passa-baix prototipus a un passa-banda
 - 4.8.3 Transformació d'un passa-baix prototipus a un elimina-banda
- 4.9 Aproximació a la fase
 - 4.9.1 Filtres Bessel-Thomson
 - 4.9.2 Filtres passa-tot Bessel-Thomson

Capítol 5 : Filtres passius (1 setmana: 4hT + 1hPP)

- 5.1 Introducció
- 5.2 Filtres passa-baix tot pols
 - 5.2.1 Filtres Butterworth
 - 5.2.2 Filtres Chebyshev
- 5.3 Filtres passa-baix amb zeros de transmissió finits
- 5.4 Transformacions freqüèncials
- 5.5 Filtres passa-tot

Capítol 6 : Filtres d'ordre superior (1 setmana: 4hT + 1hPP)

- 6.1 Filtres en cascada
 - 6.1.1 Distribució de zeros i pols
 - 6.1.2 Ordre de les seccions
 - 6.1.3 Assignació de guanys
- 6.2 Filtres amb realimentació multibucle
- 6.3 Simulació activa d'un filtre passiu RLC
 - 6.3.1 Simulació d'elements
 - 6.3.1.1 Transformació de Bruton
 - 6.3.1.2 Transformació de Gorski-Popiel
 - 6.3.2 Simulació operativa de filtres passa-baix tot pols

Capítol 7 : Filtres discrets: filtres de capacitats commutades (3 setmanes: 12hT + 3hPP)

- 7.1 Introducció: motivació
- 7.2 Equivalència capacitat commutada (SC) i resistència
- 7.3 Integradors amb SC's
 - 7.3.1 Influència de les capacitats paràsites
 - 7.3.2 Bloc general de primer ordre
- 7.4 Equacions diferència
- 7.5 Repàs de la transformada z
- 7.6 Transformada bilineal
- 7.7 Realització de filtres amb SC
 - Implementació en cascada (blocs biquad)

Capítol 8 : Filtres digitals (2 setmanes: 8hT + 2hPP)

- 8.1 Introducció
- 8.2 Filtres digitals no recursius: filtres FIR
 - 8.2.1 Definició
 - 8.2.2 Implementació
 - Promitjat
 - Basats en el mètode de la Transf. Fourier
 - Enfinestrat (windowing)
 - Tipus de finestra
 - 8.2.3 Transformació de filtres passa-baix a passa-alt i passa banda
- 8.3 Filtres digitals recursius: filtres IIR
 - 8.3.1 Definició
 - 8.3.2 Comparació filtres FIR i IIR
 - 8.3.3 Implementació
 - Basats en diagrames de pols i zeros
 - Basats en implementacions analògiques
 - Filtres de mostreig freqüencial

Hores setmanals de teoria (T): 4h (corresponents a 6 crèdits)

Hores setmanals de problemes (PP): 1h (corresponent a 1.5 crèdits)

METODOLOGÍA DOCENT

Bimodalitat

L'assignatura s'imparteix en format bimodal (semi-presencial), en el sentit que combina l'ensenyament en aula (presencial) amb l'ensenyament a través d'eines de comunicació a distància (no-presencial). Impartir l'assignatura en aquest format persegueix com objectiu fonamental l'aprofitament dels avantatges d'ambdós

formats, que no tindríem en formats totalment presencials o totalment no-presencials. Aquest avantatges, entre d'altres serien:

- a) Flexibilitat horària per alumnes que treballen (no presencial).
- b) Contacte directe amb alumne (presencial).
- c) Explicacions i resolució de dubtes presencialment (presencial).

La distribució total de crèdits en els dos formats és el que indica la següent taula:

Tipus de docència	Hores / setmana	IMPARTICIÓ (h/set)	
		PRESENCIAL	NO PRESENCIAL
Teoria + problemes	5	2	3
Pràctiques	1	1	0
TOTAL	6	3 (50%)	3 (50%)

Metodologia

La dinàmica de funcionament de l'assignatura es basa en explicar presencialment els aspectes més fonamentals, i en plantejar problemes a resoldre i corregir semi-presencialment segons la següent seqüència:

- 1) Durant les dues hores presencials:
 - a. En la primera hora es resolen a pissarra els problemes plantejats la setmana anterior (punt 1.b), que hauran estat resolts pels alumnes i corregits pel professor durant la setmana present (punt 2).
 - b. En la segona hora, el professor explica els aspectes més fonamentals del capítol que tocarà treballar la següent setmana i resol un problema patró, que permeti a l'alumne abordar la resolució dels nous problemes plantejats per la següent setmana.
- 2) Durant les tres hores no presencials:
 - a. Els alumnes treballen la resta de capítol a través de materials (pdf) especialment generats per l'assignatura.
 - b. Els alumnes resolen els problemes plantejats la setmana anterior i els lliuren al professor dos dies abans de la sessió presencial (**data límit: dimecres a les 12hPM a Gestió Acadèmica o per email**).
 - c. El professor corregeix els problemes per tal de lliurar-los corregits en la sessió presencial. D'aquesta manera, l'alumne pot analitzar els errors comesos i comentar-los presencialment el dia que el professor explica la solució correcta.

En tot cas, aquesta metodologia basada en l'anterior seqüència de resolució-correcció de problemes té com objectiu marcar una pauta pel seguiment de l'assignatura, més que no pas oferir una via d'avaluació continuada.

Eines virtuals

El mètode anteriorment descrit es basa en els següents elements:

- a) Campus Virtual de la UAB, com a eina de comunicació a distància professor-alumne i com a plataforma d'intercanvi de materials docents.
- b) Atenció de tutories bimodal: qualsevol dubte és atès tant de forma no presencial (email) com presencial (despatx).

AVALUACIO

Criteris d'avaluació:

Es contemplen dos mètodes d'avaluació possibles a triar per l'alumne:

Ordinari:

Nota final: $0.2 \cdot \text{Nota de pràctiques} + 0.3 \cdot \text{Nota de problemes setmanals} + 0.5 \cdot \text{Nota examen ordinari}$

Extraordinari:

Nota final: $0.2 \cdot \text{Nota de pràctiques} + 0.8 \cdot \text{Nota examen extraordinari}$

Avaluació de les pràctiques:

Ordinàriament les pràctiques s'avaluaran en funció de la presència al laboratori (es obligatori assistir a totes les sessions de pràctiques) i de la mitjana de les qualificacions de tots els informes de pràctiques.

En casos extraordinaris, l'alumne que hagi superat l'examen (teoria/problemes) podrà ser avaluat dels crèdits de laboratori mitjançant un examen pràctic. Aquest consistirà en la realització dels punts més fonamentals de totes i cadascuna de les pràctiques de l'assignatura i en la realització d'un mini-informe escrit, que reculli els resultats obtinguts en l'examen.

ESTIMACIO DE LA DURADA DE LES ACTIVITATS DOCENTS

A continuació s'especifica el conjunt d'activitats que ha de realitzar l'alumne per tal de seguir l'assignatura de forma ordinària, així com l'estimació del temps de dedicació a cadascuna d'elles en hores setmanals (en promig):

- Assistència a sessions presencials de teoria: **2 h/set**

- Estudi/treball dels materials docents no-presencials:
 - Estudi dels continguts de cada capítol no explicats presencialment: **2h/set**
 - Resolució dels problemes de lliurament setmanal: **2 h/set**
- Resolució de problemes de la llista de problemes: **2h/set**
- Assistència a sessions presencials de pràctiques de laboratori: **1h/set**
- Elaboració d'informes i estudis previs de pràctiques: **1h/set**
- Consulta de bibliografia: **2h/set**

NOTA: La correspondència 20 h/cr es tradueix en 1.33 h/cr·set (20/15 h/cr·set). En conseqüència, els 9 crèdits de l'assignatura corresponen a 12 hores/setmana de dedicació total.

BIBLIOGRAFIA RECOMANADA

- **R.Schaumann, M.S.Ghausi, K.R.Laker.** *Design of Analog filters*. Prentice Hall, 1990.
- **Paarmann, L.D.** *Design and Analysis os Analog Filters: A Signal Processing Perpective*. Kluwer Academic Publisher, 2001.
- **Deliyannis, T., Sun, Y. and Fidler, J.K.** *Continous-Time Active Filter Design*. CRC Press, 1999.
- **A.S.Sedra, P.O.Brackett.** *Filter Theory and design: Active and Passive*. Matrix Publishers, Inc., 1978.
- **W.K.Chen**, *Passive and active filters. Theory and implementations*. Willey 1986.
- **M.G.Ellis**, *Electronic filters. Analysis and synthesis*. Artech House 1994.
- **Su, K.L.** *Analog Filters*. Chapman & Hall, 1996.
- **R.Gregorian, G.C.Temes.** *Analog MOS Integrated Circuits for Signal Processing*. Willey, 1986
- **L.B.Jackson**, *Digital filters and signal processing*. Kluwer, 1996.
- **P.A. Lynn, W.Fuerst.** *Digital signal processing with computer applications*. Willey&Sons, 1994.