



# Guia docent

## 820027 - PSB - Processament de Senyals Biomèdics

Última modificació: 08/08/2024

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 707 - ESAII - Departament d'Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** MIGUEL ANGEL MAÑANAS VILLANUEVA

**Altres:** Primer quadrimestre:  
JOAN FRANCESC ALONSO LÓPEZ - Grup: M11, Grup: M12  
MIGUEL ANGEL MAÑANAS VILLANUEVA - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14,  
Grup: M15  
ABEL TORRES CEBRIAN - Grup: M13

### CAPACITATS PRÈVIES

Habilitat en el càlcul de complexos, fonaments matemàtics i teoria de sistemes continus

### REQUISITS

CONTROL INDUSTRIAL I AUTOMATITZACIÓ - Prerequisit  
SENSORS I CONDICIONADORS DE SENYALS - Irequisit

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

#### Específiques:

1. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

#### Transversals:

2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

### METODOLOGIES DOCENTS

En les sessions presencials d'aprenentatge el professorat introduirà, mitjançant explicacions teòriques i exemples il·lustratius, els conceptes, mètodes i resultats de la matèria. En les sessions de resolució de problemes, el professor guiarà els estudiants en la realització d'exercicis i problemes relacionats amb la matèria. En les sessions de laboratori dels estudiants posaran a la pràctica els conceptes, mètodes i resultats de la matèria amb l'ajuda del professor i treballant directament sobre senyals biomèdics reals procedents de diferents sistemes biològics. Els estudiants, de forma autònoma, hauran d'estudiar per assimilar els conceptes i resoldre els exercicis proposats, i treballar un cas d'aplicació en grup que inclou la seva exposició a classe.

Finalment, una component important de l'aprenentatge es basarà en la realització en grups de treball d'un projecte durant el curs i que es desenvoluparà conjuntament amb l'assignatura de "Sensors i condicionadors de senyals" de manera que inclourà una part d'instrumentació/electrònica i una altra de processament/programació. Correspon a una activitat dirigida inicialment, però que després hauran de desenvolupar de manera més autònoma tot i que sempre amb un suport de tutories.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Conèixer les tècniques bàsiques d'anàlisi i interpretació de senyals biomèdics.
2. Comprendre les relacions entre les diferents representacions dels senyals.
3. Identificar i extreure informació d'interès en els senyals biomèdics.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	45,0	30.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### INTRODUCCIÓ

**Descripció:**

- \* Senyals, sistemes i processament de senyals
- \* Classificació dels senyals
- \* Concepte de freqüència (temps continu i temps discret)
- \* Exemples de senyals biomèdics

**Objectius específics:**

- \* Explicar l'origen i les particularitats associades als senyals biomèdics.
- \* Conèixer i saber classificar els senyals segons la seva naturalesa

**Activitats vinculades:**

Classes d'explicacions teòriques i laboratori

**Competències relacionades:**

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

**Dedicació:** 11h 30m

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 5h



## SENYALS I SISTEMES DE TEMPS DISCRET

### Descripció:

- \* Senyals de temps discret. Teorema del mostreig
- \* Sistemes de temps discret i convolució dels senyals
- \* Correlació de senyals de temps discret

### Objectius específics:

- \* Enumerar les etapes d'un sistema d'adquisició de senyals biomèdics.
- \* Entendre i saber aplicar el Teorema del mostreig.
- \* Calcular i interpretar la convolució, correlació i autocorrelació de senyals.

### Activitats vinculades:

Classes d'explicacions teòriques amb problemes

### Competències relacionades:

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

### Dedicació: 20h 30m

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 10h

## LA TRANSFORMADA Z

### Descripció:

- \* Definició
- \* Propietats de la transformada Z
- \* Transformada Z racionals\* Anàlisi en el domini Z dels sistemes LTI

### Objectius específics:

- \* Identificar les propietats d'un sistema en temps discret.
- \* Explicar les característiques particulars d'un sistema lineal i invariant (LTI).
- \* Representar la funció de transferència i l'esquema de blocs d'un sistema LTI.
- \* Interpretar la Transformada Z, i associar els pols i zeros d'un sistema LTI amb l'efecte del filtre sobre el senyal biomèdica d'entrada

### Activitats vinculades:

Classes d'explicacions teòriques amb problemes

Resolució i correcció de problemes en grups mitjançant tècnica puzzle

### Competències relacionades:

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

### Dedicació: 13h

Grup gran/Teoria: 5h

Aprenentatge autònom: 8h



## ANÀLISI FREQUÈNCIAL DE SENYALS

### Descripció:

- \* Anàlisi freqüencial de senyals de temps continu (periòdiques i aperiòdiques)
- \* Anàlisi freqüencial de senyals de temps discret (periòdiques i aperiòdiques)
- \* Propietats de la Transformada de Fourier de senyals de temps discret
- \* La Transformada de Fourier discreta (DFT)
- \* Anàlisi freqüencial de senyals utilitzant la DFT. Finestres temporals

### Objectius específics:

- \* Explicar en què consisteix la representació freqüencial de senyals.
- \* Formular i representar gràficament la densitat espectral de potència (PSD) d'un senyal discreta.
- \* Entendre les relacions del domini temporal i freqüencial, i ser capaç d'extreure informació rellevant de les senyals biomèdics en els dos dominis.

### Activitats vinculades:

Classes d'explicacions teòriques amb problemes i laboratori.

### Competències relacionades:

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

### Dedicació: 37h 30m

Grup gran/Teoria: 15h

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 20h

## FILTRATGE I INTERPRETACIÓ DE SENYALS BIOMÈDICS

### Descripció:

- \* Sistemes LTI com filtres selectius en freqüència
  - \* Filtres FIR
  - \* Filtres IIR
- \* Filtre adaptat i promitjat dels senyals

### Objectius específics:

- \* Entendre la funció de filtre d'un sistema LTI.
- \* Calcular i representar gràficament la resposta freqüencial d'un sistema LTI.
- \* Dissenyar diferents tipus de filtres en el domini discret.
- \* Aplicar filtres discrets a l'anàlisi i interpretació de senyals biomèdics.

### Activitats vinculades:

Classes d'explicacions teòriques amb problemes i laboratori.

### Competències relacionades:

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

### Dedicació: 25h 30m

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 13h



### EXEMPLES DE PROCESSAMENT DE SENYALS BIOMÈDICS

**Descripció:**

- \* Reducció de soroll i eliminació d'artefactes.
- \* Detecció d'esdeveniments d'interès en senyals biomèdics.

**Objectius específics:**

- \* Aplicar tècniques bàsiques de reducció d'artefactes presents en senyals biomèdiques.
- \* Proposar mètodes per a la detecció d'esdeveniments d'interès i extreure informació rellevant en senyals biomèdiques.

**Activitats vinculades:**

Classes d'explicacions teòriques amb problemes i laboratori.

**Competències relacionades:**

CEBIO-20. Aplicar les tècniques d'anàlisi i interpretar senyals i imatges biomèdics.

**Dedicació:** 9h 30m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 4h

### SISTEMA DE MESURA DE PRESSIÓ ARTERIAL NO INVASIVA

**Descripció:**

- \* Projecte conjunt amb l'assignatura de "Sensors i Acondicionadors de Senyal":
- \* Estimació de la pressió sistòlica i diastòlica a partir de l'anàlisi temporal i freqüencial del senyal de pressió i dels sons de Korotkoff

**Objectius específics:**

- \* Treball en equip, resolent possibles conflictes, prioritzant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
- \* Comparació dels resultats obtinguts amb diferents mètodes i extracció de conclusions
- \* Capacitat per a resoldre problemes, prendre iniciatives i compartir habilitats amb els altres membres de l'equip

**Activitats vinculades:**

- \* Coneixement de l'estat de l'art en el tractament de la pressió sistòlica i diastòlica així com els sons de Korotkoff
- \* Anàlisi dels senyals i determinació de la informació a extreure
- \* Desenvolupament d'algorismes per al processament dels senyals
- \* Escripció de l'informe i presentació

**Competències relacionades:**

05 TEQ N3. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.

**Dedicació:** 32h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 30h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

L'avaluació es durà a terme mitjançant la valoració per part dels professors del treball de l'estudiant, individual i/o en grup, realitzat de forma presencial i no presencial. Es durà a terme ponderant convenientment les següents activitats:

- Lliurament d'exercicis durant el curs i Pràctiques de Laboratori incloent els informes lliurats de cada sessió. (La nota d'aquesta activitat és Nep)
- Una prova parcial (La nota d'aquesta prova és Npp),
- Projecte relacionat amb processament de senyals biomèdics a realitzar conjuntament amb l'assignatura de "Sensors i condicionadors de senyals" i que es lliurarà al final del quadrimestre. La nota d'aquest projecte és NPR
- Un examen final (La nota d'aquesta prova és Nef):

La nota final de l'assignatura, Nfinal, es calcula mitjançant la següent expressió:

$$N_{\text{final}} = 0,40 N_{\text{ef}} + 0,20 N_{\text{PR}} + 0,20 N_{\text{pp}} + 0,20 N_{\text{ep}}$$

Aquesta assignatura no té reavaluació.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Per a l'examen parcial i final, constaran de dues parts:

- o qüestions de tipus conceptual o que requereixen raonaments qualitius bàsics i
- o resolució de problemes (per aquesta última part es podrà disposar d'un full formulari DIN A4 per les dues cares i calculadora)

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Proakis, John G.; Manolakis, Dimitris G. Tratamiento digital de señales. 4ª ed. Madrid [etc.]: Prentice-Hall, 2007. ISBN 9788483223475.
- Bruce, Eugene N. Biomedical signal processing and signal modeling. New York: John Wiley & Sons, 2001. ISBN 0471345407.

### Complementària:

- Sörnmo, Leif; Laguna, Pablo. Bioelectrical signal processing in cardiac and neurological applications. Burlington [etc.]: Elsevier Academic Press, cop. 2005. ISBN 0124375529.
- Semmlow, John L. Biosignal and biomedical image processing : MATLAB-based applications. New York: Marcel Dekker, 2004. ISBN 0824748034.
- Bronzino, Joseph D. The Biomedical engineering handbook. Boca Raton [Fla.]: CRC Press, cop. 2000.
- Najarian, Kayvan; Splinter, Robert. Biomedical signal and image processing. 2nd ed. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2012. ISBN 9781439870334.
- Tompkins, Willis J. Biomedical digital signal processing : C-language examples and laboratory experiments for the IBM PC. Englewood Cliffs [etc.]: Prentice Hall, 1993. ISBN 0130672165.

## RECURSOS

---

### Enllaç web:

- <http://ieeexplore.ieee.org/>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics de la Societat IEEE
- <http://www.sciencedirect.com>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics de l'editorial Elsevier
- <http://www.pubmed.com>. Base de dades d'articles de revistes i congressos científics en el camp de l'Enginyeria Biomèdica i la Medicina