



# Guia docent

## 230924 - CTR - Sistemes de Control

Última modificació: 25/05/2023

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona

**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA DE TELECOMUNICACIÓ (Pla 2018). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2023

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:**

Consultar aquí / See here:

<https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/responsables-assignatura>

**Altres:**

Consultar aquí / See here:

<https://telecos.upc.edu/ca/estudis/curs-actual/professorat-responsables-coordinadors/professorat-assignat-idioma>

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Teoria de circuits.

Processament de senyal.

Electrònica bàsica.

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

---

**Específiques:**

CE26. Capacitat per a comprendre i utilitzar la teoria de la realimentació i els sistemes electrònics de control. (Mòdul de tecnologia específica- Sistemes electrònics).

**Bàsiques:**

CB2. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits al seu treball o vocació d'una forma professional i tinguin las competències que solen desmostrar-se per mitjà de l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

Mètode expositiu / Lliçó magistral

Pràctica de laboratori

Treball autònom

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

- . Tenir la capacitat per a establir les especificacions d'un sistema de control.
- . Adquirir la capacitat de dissenyar i verificar el correcte funcionament d'un sistema de control.
- . Dissenyar els controladors idonis per a complir amb les especificacions de funcionament en domini temporal i/o freqüencial.



## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	13,0	8.67
Hores aprenentatge autònom	85,0	56.67
Hores grup gran	52,0	34.67

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció als sistemes de control

**Descripció:**

- 1.1. Definició de sistema de control: parts constituents, senyals de referència, control i sortida, pertorbacions.
- 1.2. Objectius d'un sistema control.
- 1.3. Control en temps continu i control en temps discret. Exemples.

**Dedicació:** 5h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 3h

### 2. Modelització de sistemes

**Descripció:**

- 2.1. Tipus de sistemes dinàmics: sistemes lineals i sistemes no lineals, sistemes variants i sistemes invariants en el temps.
- 2.2. Descripció de sistemes dinàmics mitjançant variables de estat.
- 2.3. Sistemes SISO i MIMO.
- 2.4. Linealització de sistemes no lineals. Exemples.

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

### 3. Dinàmica de sistemes

**Descripció:**

- 3.1. Sistemes autònoms i no autònoms. Espai d'estats. Trajectòries.
- 3.2. Equilibri d'un sistema autònom, conjunts invariants i cicles límits.
- 3.3. Estabilitat. Anàlisis de estabilitat basat en criteris de Lyapunov.

**Dedicació:** 19h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 10h



#### 4. Sistemes lineals

**Descripció:**

- 4.1. Sistemes lineals en espai d'estat.
- 4.2. Matriu exponencial. Autovalors. Resposta forçada i lliure de sistemes lineals.
- 4.3. Caracterització de sistemes SISO mitjançant la funció de transferència.
- 4.4. Sistemes de primer i segon ordre.
- 4.5. Característiques de la resposta transitòria: temps de establiment, màxim sobre impuls, etc.
- 4.6. Sistemes de ordre superior: aproximació de resposta transitòria mitjançant pols dominants i cancel·lació zero-pol.
- 4.7. Criteri de estabilitat de Routh-Hurwitz.
- 4.8. Errors i coeficients d'error en estat estacionari.

**Dedicació:** 22h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprentatge autònom: 13h

#### 5. Realimentació d'estat

**Descripció:**

- 5.1. Controlabilitat.
- 5.2. Estabilització mitjançant realimentació d'estat. Assignació de pols mitjançant realimentació d'estat. Formula de Ackermann.
- 5.3. Compensador dinàmic (acció integral).
- 5.4. Observabilitat.
- 5.5. Disseny d'estimadors de estat.

**Dedicació:** 26h

Grup gran/Teoria: 10h

Aprentatge autònom: 16h

#### 6. Realimentació de sortida

**Descripció:**

- 6.1. Disseny de controladors en sistemes SISO mitjançant el Lloc Geomètric de les Arrels. Controladors de primer i segon ordre. Controladors PID.
- 6.2. Consideracions d'implementació de controladors PID.

**Dedicació:** 23h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprentatge autònom: 15h

#### 7. Disseny de controladors en domini freqüencial

**Descripció:**

- 7.1. Resposta freqüencial de sistemes SISO. Diagrama polar i diagrama de Bode.
- 7.2. Criteri d'estabilitat de Nyquist.
- 7.3. Estabilitat relativa: marges de guany i fase.
- 7.4. Especificacions en domini freqüencial: marges de estabilitat relativa i amplada de banda d'un sistema de control.
- 7.5. Disseny de controladors en domini freqüencial. Compensadors en retard i avanç de fase.

**Dedicació:** 21h

Grup gran/Teoria: 10h

Aprentatge autònom: 11h



### Pràctica 1: Introducció als Sistemes de Control

**Descripció:**

Descripció d'un sistema de control. Objectius de control. Senyals característiques. Resultats mitjançant simulació numèrica.

**Dedicació:** 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

### Pràctica 2: Identificació de sistemes

**Descripció:**

Identificació de sistemes mitjançant eines d'anàlisi numèric.

**Dedicació:** 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

### Pràctica 3: Disseny d'un controlador PID

**Descripció:**

Disseny d'un control PID implementat mitjançant circuits electrònics.

**Dedicació:** 12h

Grup petit/Laboratori: 6h

Aprenentatge autònom: 6h

### Pràctica 4: Introducció als sistemes de control de temps discret

**Descripció:**

Introducció als sistemes de control de temps discret

**Dedicació:** 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

La qualificació del curs s'obindrà a partir de dues notes: la nota del laboratori (LAB) i la nota de la teoria. La nota de teoria considera dos exàmens, un examen parcial (ME) i un examen final (FE). La nota final (FM) serà  $FM=0,2*LAB + 0,8*\max(FE, 0,65*FE + 0,35*ME)$ . El laboratori no és reavaluable.

## BIBLIOGRAFIA

**Bàsica:**

- Ogata, K. Modern control engineering. 5th ed. Boston: Pearson, 2010. ISBN 9780137133376.
- Khalil, H.K. Nonlinear systems. 3rd ed., international ed. New Jersey: Pearson Education, 2014. ISBN 9781292039213.
- Åström, K.J.; Murray, R.M. Feedback systems: an introduction for scientists and engineers. Princeton: Princeton University, 2008. ISBN 9780691135762.

**Complementària:**

- Golnaraghi, F.; Kuo, B.C. Automatic control systems. 10th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2017. ISBN 9781259643835.



- Slotine, J.-J.E.; Li, W. Applied nonlinear control. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1991. ISBN 0130408905.