

# Guia docent

## 820228 - REGA - Regulació Automàtica

Última modificació: 04/06/2021

**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 ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2021      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** BEATRIZ FABIOLA GIRALDO GIRALDO

**Altres:** Primer quadrimestre:  
BEATRIZ FABIOLA GIRALDO GIRALDO - M11, M12, M13, M14, M15, M16  
JOSÉ MARÍA HUERTA SÁNCHEZ - M11, M12, M13, M14, M15, M16  
ABEL TORRES CEBRIAN - M13, M14, M15, M16

Segon quadrimestre:  
JOSÉ MARÍA HUERTA SÁNCHEZ - T11, T12, T13, T14

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Sistemes elèctrics, Sistemes mecànics, Matemàtiques III

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

---

**Específiques:**  
CEEIA-25. Coneixements i capacitat per modelitzar i simular sistemes.

**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.
3. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura utilitza la metodologia expositiva en un 20%, el treball individual presencial (problemes) en un 10%, el treball en grup (laboratori) en un 10%, el treball individual i en grup no presencial en un 60 %.

### OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Al finalitzar l'assignatura l'estudiant serà capaç de:

1. Adquirir competències bàsiques en la modelització de sistemes dinàmics.
2. Definir i saber aplicar els mètodes generals d'anàlisi de sistemes.
3. Definir i saber aplicar els mètodes generals de disseny de sistemes de control de temps continu.
4. Saber configurar i sintonitzar diferents tipus de reguladors que s'utilitzen en la indústria.
5. Treballar en equip.
6. Capacitat de gestionar els recursos d'informació en l'àmbit dels sistemes de control.

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció als sistemes de control amb realimentació

#### Descripció:

Introducció. Exemples de sistemes de control. Sistemes en llaç (bucle) obert i en llaç (bucle) tancat. Definicions i terminologia dels sistemes de control. Classificació dels sistemes de control. Senyals (sistemes) de temps continu i de temps discret. Transductors i condicionament del senyal. Avantatges i desavantatges de la realimentació.

#### Objectius específics:

- Definir els diferents tipus de sistemes físics i de senyals.
- Entendre i saber diferenciar la terminologia dels sistemes de control i les seves definicions.
- Saber utilitzar els mètodes de transformació adequats a cadascun dels tipus de senyal.
- Coneix les avantatges i desavantatges dels sistemes amb realimentació.

#### Activitats vinculades:

Sessions presencials, exemples de sistemes.  
Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.  
Pràctica de laboratori: Simulació de sistemes de control.

#### Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 5h



## 2. Models de sistemes dinàmics

### Descripció:

Concepte de sistema dinàmic. Sistemes lineals invariants en el temps (LTI). La funció de transferència de sistemes lineals. Linealització de sistemes físics. Sistemes elèctrics, mecànics i electro-mecànics: servomotors. Models de diagrames de blocs. Regles de simplificació de diagrames de blocs. Models de grafs de fluència o grafs de flux de senyal. Càlculs de funcions de transferència emprant la regla de Mason. Model de variable d'estat. Transformació de funció de transferència a modelo variable d'estat i viceversa. Simulació de sistemes.

### Objectius específics:

- Aplicar el concepte generalitzador de sistema dinàmic a un sistema físic real.
- Establir les hipòtesis necessàries per a caracteritzar el sistema de forma simplificada.
- Aplicar les lleis físiques per a obtenir un model matemàtic d'un sistema.
- Expressar aquest model en la forma de funció de transferència o de espai d'estat.
- Convertir el model d'un sistema donat com una funció de transferència a un model de variable d'estat, i viceversa.

### Activitats vinculades:

Sessions presencials, exemples de sistemes.

Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.

Pràctica de laboratori: Anàlisi de diferents sistemes de control mitjançant simulació.

### Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 7h 30m

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 20h 30m

## 3. Anàlisi de sistemes en el domini temporal

### Descripció:

Senyals d'entrada estàndard. Càlcul de la resposta temporal de sistemes mitjançant l'integral de convolució. Càlcul de la resposta temporal de sistemes mitjançant la transformada de Laplace. Sistemes de primer ordre. Sistemes de segon ordre. Especificacions de funcionament (de resposta transitòria). Sistemes d'ordre superior a dos. Solució de l'equació d'estat. Localització de pols en el pla  $s$  i resposta transitòria. L'error en estat estacionari.

### Objectius específics:

- Analitzar d'una forma sistemàtica la resposta temporal de sistemes de primer i segon ordre amb senyals de prova estàndard.
- Classificar les respostes d'aquests sistemes en funció d'especificacions prèviament definides, que es poden mesurar de forma senzilla, i que permeten obtenir una valoració de les prestacions del sistema.
- Establir una correlació entre la localització dels pols del sistema i la seva resposta transitòria.
- Calcular l'error en estat estacionari en un sistema de control.
- Resoldre l'equació d'estat d'un sistema dinàmic.
- Definir índexs d'error per a poder expressar de forma quantitativa les prestacions d'un sistema.

### Activitats vinculades:

Sessions presencials, exemples de sistemes.

Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.

Pràctica de laboratori: Simulació de sistemes mitjançant el model de "Variable d'Estado" de Simulink.

### Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 9h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 18h



#### 4. Estabilitat de sistemes lineals

**Descripció:**

El concepte d'estabilitat. Criteri d'estabilitat de Routh-Hurwitz. Casos especials. Estabilitat relativa. Estabilitat en l'espai d'estat.

**Objectius específics:**

- Plantejar procediments a seguir per a determinar l'estabilitat dels sistemes dinàmics.
- Determinar l'estabilitat de sistemes lineals, partint del seu model de funció de transferència o del seu model de variable d'estat.

**Activitats vinculades:**

Sessions presencials, exemples.

Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.

Pràctica de laboratori: Estudi d'un servosistema de control de velocitat i de posició. Control en cascada.

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 12h

#### 5. Mètode del lloc geomètric de les arrels

**Descripció:**

Concepte del lloc geomètric dels arrels. Aplicació del mètode del lloc geomètric dels arrels a l'anàlisi i disseny de sistemes de control.

**Objectius específics:**

- Saber utilitzar el mètode del lloc geomètric de les arrels com una tècnica per a determinar especificacions del sistema dinàmic quan varia un paràmetre.
- Aplicar aquest mètode per a analitzar i dissenyar sistemes de control.

**Activitats vinculades:**

Sessions presencials, exemples.

Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.

Pràctica de laboratori: Control de temperatura amb un regulador PID.

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 5h



## 6. Reguladors

### Descripció:

Regulador P, I, PI, PD i PID. Modificacions del regulador PID estàndard: Regulador PID amb acció derivativa aproximada. Acció integral "antiwindup". Reguladors amb dos graus de llibertat: regulador PI-D i I-PD. Sintonia empírica i analítica de reguladors. Regulador per realimentació del vector d'estat: El concepte de controlabilitat. Reguladors no lineals.

### Objectius específics:

- Definir les accions bàsiques de control, P, I i D, així com les accions de control combinades.
- Identificar quines són les accions de control més apropiades per a un tipus de procés en particular.
- Identificar quines modificacions del regulador PID estàndard es donen a la pràctica, així com la seva utilitat.
- Saber sintonitzar un regulador PID per a un procés donat, per mètodes empírics i analítics.
- Distingir entre els diferents tipus de reguladors no lineals utilitzats en sistemes de control, coneixent de forma qualitativa el tipus de resposta que produeixen.

### Activitats vinculades:

Sessions presencials, exemples.

Resolució de problemes de forma presencial i no presencial.

Pràctica de laboratori: Aplicació d'un controlador industrial al control d'un procés real.

### Dedicació: 40h

Grup gran/Teoria: 10h 30m

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 26h 30m

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Controles parcials (2): 30%

Últim control: 40%

Pràctiques: 15%

Altres proves: 10%

Competència generica "Treball en Equip": 5%

En aquesta assignatura es programarà una prova de reavaluació. Podran accedir a la prova de reavaluació aquells estudiants que compleixin els requisits fixats per l'EEBE a la seva Normativa d'Avaluació i Permanència (<https://eebe.upc.edu/ca/estudis/normatives-academiques/documents/eebe-normativa-avaluacio-i-permanencia-18-19-aprovat-je-2018-06-13.pdf>)

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Les proves escrites es desenvolupen dintre de l'horari de classe.

Les proves pràctiques es desenvolupen al laboratori.

## BIBLIOGRAFIA

### Bàsica:

- Dorf, Richard C.; Bishop, Robert H. Sistemas de control moderno. 10ª ed. Madrid [etc.]: Prentice Hall, cop. 2005. ISBN 8420544019.
- Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna [en línia]. 5ª ed. Madrid: Pearson Educación, cop. 2010 [Consulta: 10/06/2020]. Disponible a: [http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=1259](http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1259). ISBN 8420536784.

### Complementària:

- Kuo, Benjamin C. Sistemas automáticos de control. 9ª ed. México: Compañía Editorial Continental, 1991. ISBN 9682611393.
- Lewis, Paul H.; Yang, Chang. Sistemas de control en ingeniería. Madrid [etc.]: Prentice Hall, cop. 1999. ISBN 8483221241.