

**Control, Instrumentació i Automatismes**

Codi: 102445

Crèdits: 6

| Titulació                  | Tipus | Curs | Semestre |
|----------------------------|-------|------|----------|
| 2500897 Enginyeria Química | OB    | 3    | 1        |
| 2500897 Enginyeria Química | OB    | 3    | 2        |

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

**Professor/a de contacte**

Nom: Juan Antonio Baeza Labat

Correu electrònic: JuanAntonio.Baeza@uab.cat

**Utilització d'idiomes a l'assignatura**

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

**Equip docent**

Albert Guisasola Canudas

**Prerequisits**

Balanços de matèria i energia en estat no estacionari.

Equacions diferencials ordinàries.

Càlcul amb variable complexa.

Ganes d'aprendre els principals conceptes del control de processos.

**Objectius**

Conèixer el control automàtic com a eina imprescindible a la indústria química per garantir el funcionament desitjat i l'estabilitat dels processos de producció.

Conèixer les eines bàsiques del control i la instrumentació de processos en els sistemes d'enginyeria química.

Descriure la dinàmica de sistemes habituals a l'enginyeria química mitjançant models desenvolupats a partir de balanços i expressats a l'espai de Laplace.

Identificar els elements necessaris per implementar un laç de control per retroalimentació.

Dissenyar llaços de control i conèixer procediments per determinar la seva estabilitat i per sintonitzar els controladors.

Conèixer els mètodes de resposta en freqüència pel disseny i l'estudi de llaços de control.

Identificar els elements necessaris per dissenyar altres esquemes de control més avançats.

Ús de software de simulació de comportament dinàmic de sistemes i control.

**Competències**

Enginyeria Química

- Analitzar, avaluar, dissenyar i operar sistemes o processos, equips i instal·lacions propis de l'enginyeria química d'acord amb determinats requeriments, normes i especificacions sota els principis del desenvolupament sostenible.
- Demostrar que es comprenen els principals conceptes del control de processos d'enginyeria química.
- Demostrar que es coneix, a nivell bàsic, l'ús i la programació dels ordinadors, i saber aplicar els recursos informàtics aplicables en enginyeria química.
- Demostrar que es coneixen les diferents operacions de reacció, separació, processament de materials i transport i circulació de fluids involucrades en els processos industrials de l'enginyeria química.
- Hàbits de pensament
- Hàbits de treball personal
- Que els estudiants hagin demostrat que comprenen i tenen coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es basa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda d'aquell camp d'estudi.
- Que els estudiants sàpiguin aplicar els coneixements propis a la seva feina o vocació d'una manera professional i tinguin les competències que se solen demostrar per mitjà de l'elaboració i la defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.
- Treball en equip

## Resultats d'aprenentatge

1. Aplicar els coneixements de reactors i operacions de separació a l'elaboració de models i a la simulació de processos.
2. Aplicar els recursos informàtics de simulació i control de processos.
3. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
4. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics
5. Que els estudiants hagin demostrat que comprenen i tenen coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, si bé es basa en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda d'aquell camp d'estudi.
6. Treballar cooperativament.
7. Treballar de manera autònoma.
8. Utilitzar la modelització matemàtica de sistemes dinàmics i processos en l'àmbit de l'enginyeria química.
9. Utilitzar tècniques aplicables en el disseny assistit per ordinador.

## Continguts

Tema 0: Transformades de Laplace

Transformades de Laplace (TL) de funcions bàsiques.

Solució d'equacions diferencials amb TL.

Exemples d'inversió de TL.

Tema 1: Introducció al control de processos

1.1.- Sistemes de Control.

1.2.- Definicions i conceptes bàsics. Esquemes de control.

1.3.- Modelització del comportament dinàmic de processos químics. Models entrada-sortida.

Tema 2: Anàlisi de la dinàmica de processos químics

2.1.- Funció de transferència (FT) d'un procés amb una sola sortida.

2.2.- FT d'un procés amb múltiples sortides.

2.3.- Pols i zeros de les FT.

2.4.- Sistemes de primer ordre.

2.5.- Sistemes de segon ordre.

Tema 3: Control per retroalimentació

3.1.- Concepte de control per retroalimentació. Instrumentació: sensors i elements finals. Selecció de vàlvules

de control.

3.2.- Dinàmica en llaç tancat. Efecte de les diferents accions de control.

3.3.- Estabilitat. Criteri de Routh-Hurwitz.

3.4.- Disseny i sintonització de controladors.

3.5.- Fulls d'especificacions de llaços de control.

Tema 4: Disseny basat en la resposta en freqüència

4.1.- Anàlisi de la resposta en freqüència. Diagrames de Bode i Nyquist.

4.2.- Disseny de controladors per retroalimentació emprant tècniques de resposta en freqüència.

Tema 5: Altres configuracions de control

5.1.- Control en cascada.

5.2.- Control anticipatiu.

5.3.- Altres esquemes de control.

5.4.- Sistemes amb unitats interaccionants.

5.5.- Esquemes de control habituals a la indústria química.

## Metodologia

Classes de teoria. S'introdueixen de forma ordenada i concisa els conceptes teòrics bàsics pel posterior desenvolupament pràctic. S'encomanen petites activitats a desenvolupar per l'estudiant durant la classe.

Classes de problemes. Se selecciona una sèrie de problemes de la col·lecció de cada tema. Es mostra la resolució pas a pas dels problemes més representatius i es presenta l'esquema de resolució d'altres problemes. Resolució de problemes pels alumnes.

Seminaris/treballs: Instrumentació, Introducció a Simulink, Programació de PLCs, Simulink: dinàmica en llaç tancat, Simulink: resposta en freqüència.

El Moodle s'utilitzarà com a plataforma virtual per comunicar-se amb els estudiants.

Tutorials de Simulink al YouTube: <https://www.youtube.com/channel/UCq4HnZPBpb4A3JspPish78g>

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

## Activitats formatives

| Títol                                                       | Hores | ECTS | Resultats d'aprenentatge |
|-------------------------------------------------------------|-------|------|--------------------------|
| Tipus: Dirigides                                            |       |      |                          |
| Seminaris                                                   | 5     | 0,2  | 2, 3, 4                  |
| Teoria Tema 0. Transformades de Laplace                     | 2     | 0,08 |                          |
| Teoria Tema 1. Introducció.                                 | 2     | 0,08 |                          |
| Teoria Tema 2. Anàlisi de la dinàmica de processos químics. | 4     | 0,16 |                          |
| Teoria Tema 3. Control per retroalimentació.                | 12    | 0,48 |                          |
| Teoria Tema 4. Disseny basat en la resposta en freqüència.  | 4     | 0,16 |                          |
| Teoria Tema 5. Altres configuracions de control.            | 4     | 0,16 | 4                        |
| Tipus: Supervisades                                         |       |      |                          |
| Problemes Tema 0.                                           | 2     | 0,08 |                          |

|                                        |    |      |         |
|----------------------------------------|----|------|---------|
| Problemes Tema 2.                      | 2  | 0,08 | 3       |
| Problemes Tema 3.                      | 8  | 0,32 | 3       |
| Problemes Tema 4.                      | 2  | 0,08 | 3       |
| Tipus: Autònomes                       |    |      |         |
| Estudi fonaments teòrics               | 33 | 1,32 | 3, 4    |
| Realització de treballs                | 7  | 0,28 | 2       |
| Resolució problemes                    | 50 | 2    | 2, 3, 4 |
| Tutories individuals o en petits grups | 5  | 0,2  | 2, 3, 4 |

## Avaluació

### a) Procés i activitats d'avaluació programades

A continuació es detallen les activitats d'avaluació de l'assignatura amb el seu percentatge de pes sobre la qualificació final:

- Activitat 1 (4%). Pràctica Introducció al Simulink.
- Activitat 2 (3%). Seminari/s d'instrumentació i control.
- Activitat 3 (4%). Pràctica autòmat programable (PLC).
- Activitat 4 (7%). Treball Simulink llaç tancat.
- Activitat 5 (7%). Treball Simulink resposta en freqüència.
- Activitat 6 (25%). Examen parcial 1 - Dinàmica de processos químics.
- Activitat 7 (25%). Examen parcial 2 - Dinàmica en llaç tancat.
- Activitat 8 (25%). Examen parcial 3 - Resposta en freqüència.

Cada examen parcial té una durada d'unes dues hores i consta d'una part de teoria (1/3 de la nota, 0.5 hores) i d'un problema (2/3 de la nota, 1.5 hores).

Per a poder aplicar el càlcul de la nota final, es requereix:

- una mitjana mínima de 4.0 de la teoria dels exàmens parcials.
- una nota mitjana d'exàmens parcials superior a 4.5.

En cas de que no es compleixi algun dels dos criteris, la nota final màxima de l'assignatura serà 4.0.

La no presència a classe quan es realitzin proves d'avaluació és un zero de l'activitat, sense possibilitat de recuperació.

### b) Programació d'activitats d'avaluació

La calendarització de les activitats d'avaluació es donarà el primer dia de l'assignatura i es farà pública a través del Campus Virtual. Es preveu la següent calendarització:

- Activitat 1. Setmana 4
- Activitat 2. Setmana 7
- Activitat 3. Setmana 8
- Activitat 4. Setmana 9
- Activitat 5. Setmana 13
- Activitat 6. Setmana 7
- Activitat 7. Setmana 12
- Activitat 8. Setmana 16

### c) Procés de recuperació

L'estudiant es pot presentar a la recuperació sempre que s'hagi presentat a un conjunt d'activitats que representin un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura. D'aquests, es podran presentar a la recuperació aquells estudiants que tinguin com a mitjana de totes les activitats de l'assignatura una qualificació superior a 3.

L'examen de recuperació inclourà tots els continguts de l'assignatura. Aquest examen constarà d'una part de teoria (1/3 nota examen) i dos problemes (2/3 nota examen). La nota d'aquest examen substituirà la nota de les activitats 6-8 (exàmens parcials). Es requerirà un mínim de 4.0 a la part de teoria i un mínim de 4.5 de l'examen per a aplicar aquest càlcul. En cas de que no es compleixi algun dels dos criteris, la nota final màxima de l'assignatura serà 4.0.

D'acord amb la coordinació del Grau i la direcció de l'Escola d'Enginyeria les activitats següents no es podran recuperar:

- Activitat 1 (4%).
- Activitat 2 (3%).
- Activitat 3 (4%).
- Activitat 4 (7%).
- Activitat 5 (7%).
- Les activitats avaluatives de qualsevol tipus en les que l'alumne ha comés una irregularitat (copiar, plagiar, deixar copiar...).

#### d) Procediment de revisió de les qualificacions

Per a cada activitat d'avaluació, s'indicarà un lloc, data i hora de revisió en la que l'estudiant podrà revisar l'activitat amb el professor. En aquest context, es podran fer reclamacions sobre la nota de l'activitat, que seran avaluades pel professorat responsable de l'assignatura. Si l'estudiant no es presenta a aquesta revisió, no es revisarà posteriorment aquesta activitat.

#### e) Qualificacions

Matricules d'honor. Atorgar una qualificació de matrícula d'honor és decisió del professorat responsable de l'assignatura. La normativa de la UAB indica que les MH només es podran concedir a estudiants que hagin obtingut una qualificació final igual o superior a 9.00. Es pot atorgar fins a un 5% de MH del total d'estudiants matriculats.

Un estudiant es considerarà no avaluable (NA) si no s'ha presentat en un conjunt d'activitats el pes de les quals equivalgui a un mínim de dues terceres parts de la qualificació total de l'assignatura.

#### f) Irregularitats per part de l'estudiant, còpia i plagi

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, es qualificaran amb un zero les irregularitats comeses per l'estudiant que puguin conduir a una variació de la qualificació d'un acte d'avaluació. Per tant, la còpia, el plagi, l'engany, deixar copiar, etc. en qualsevol de les activitats d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero. Les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment no seran recuperables.

#### h) Avaluació dels estudiants repetidors

L'únic canvi en l'avaluació de l'assignatura dels alumnes repetidors és la possibilitat de mantenir les qualificacions de les activitats 1-5 cursades al curs anterior. Aquesta opció s'haurà de comunicar per correu electrònic al professor responsable, com a molt tard 15 dies després de l'inici de les classes.

## Activitats d'avaluació

| Títol                                                                 | Pes | Hores | ECTS | d'aprenentatge      |
|-----------------------------------------------------------------------|-----|-------|------|---------------------|
| Examen parcial 1. Dinàmica de processos químics.                      | 25% | 2     | 0,08 | 1, 3, 4, 7, 8       |
| Examen parcial 2. Dinàmica en llaç tancat. Sintonització.             | 25% | 2     | 0,08 | 1, 3, 4, 7, 8       |
| Examen parcial 3. Resposta en freqüència. Altres esquemes de control. | 25% | 2     | 0,08 | 1, 3, 4, 5, 7, 8    |
| Treballs Simulink i altres activitats                                 | 25% | 2     | 0,08 | 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 |

## Bibliografia

### Bibliografia més rellevant

Stephanopoulos, G. "Chemical Process Control: An Introduction to Theory and Practice". Prentice-Hall (New Jersey), 1984.

Seborg, D.E.; Edgar, T.; Mellichamp, D.A. "Process Dynamics and Control". J. Wiley (NY), 2nd edition. 2004.

Babatunde A. Ogunnaike, W. Harmon Ray. "Process Dynamics, Modeling and Control". Oxford University Press. 1994.

### Bibliografia complementària

Ollero de Castro, P. ; Fernández, E. "Control e instrumentación de procesos químicos". Síntesis (Madrid), 1998.

Baeza, J.A. Capítol de llibre: "Principles of Bioprocess Control" al llibre "Current Developments in Biotechnology and Bioengineering. Bioprocesses, Bioreactors and Controls", Elsevier, 2017.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444636638000185>

## Programari

Matlab - Simulink

Siemens Step7 - Microwin (Seminari PLCs)