

Titulació	Tipus	Curs	Semestre
2500897 Enginyeria Química	OB	3	2

### Professor 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

### Prerequisits

Balanços de matèria i energia en estat no estacionari.

Equacions diferencials ordinàries.

Càlcul amb variable complexa.

### 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 llaç 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

- 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.
- Comparar i seleccionar amb objectivitat les diferents alternatives tècniques d'un procés químic.
- 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.
- Hàbits de pensament

### Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar el comportament dinàmic de processos químics i dissenyar sistemes de control.
2. Aplicar els recursos informàtics de simulació i control de processos.

3. Aplicar en el camp de l'enginyeria química els fonaments científics i tecnològics d'automatismes i mètodes de control.
4. Desenvolupar el pensament científic.
5. Desenvolupar el pensament sistèmic.
6. Desenvolupar la capacitat d'anàlisi, síntesi i prospectiva.
7. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics
8. Escollir entre diferents alternatives per definir la millor configuració de control d'un procés.

## 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.

## 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. 1) Instrumentació. 2) Introducció a Simulink. 3) Programació de PLCs. 4) Simulink: dinàmica en llaç tancat. 5) Simulink: resposta en freqüència.

## Activitats formatives

---

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
<b>Tipus: Dirigides</b>			
Seminaris	5	0,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Teoria Tema 0. Transformades de Laplace	2	0,08	1
Teoria Tema 1. Introducció.	2	0,08	1, 8
Teoria Tema 2. Anàlisi de la dinàmica de processos químics.	4	0,16	1
Teoria Tema 3. Control per retroalimentació.	12	0,48	3
Teoria Tema 4. Disseny basat en la resposta en freqüència.	4	0,16	1, 3
Teoria Tema 5. Altres configuracions de control.	4	0,16	7, 8
<b>Tipus: Supervisades</b>			
Problemes Tema 0.	2	0,08	1
Problemes Tema 2.	2	0,08	1, 4, 6
Problemes Tema 3.	8	0,32	1, 3, 4, 5, 6
Problemes Tema 4.	2	0,08	1, 3, 4, 6
<b>Tipus: Autònomes</b>			
Estudi fonaments teòrics	33	1,32	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Realització de treballs	7	0,28	1, 2, 3
Resolució problemes	50	2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Tutories individuals o en petits grups	5	0,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

## Avaluació

La nota final de l'assignatura es calcula a partir de les notes de tres examens parcials i la nota mitjana de les activitats:  $\text{Nota final} = \text{Mitjana examens parcials} \cdot 0.75 + \text{Activitats} \cdot 0.25$

Cada examen parcial tindrà una durada de dues hores i constarà 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 poder aplicar el calcul de la nota final, es requereix:

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

Els alumnes que no superin el 5.0 de nota final podran presentar-se a un examen de recuperació que inclourà tots els continguts de l'assignatura. Aquest examen constarà d'una part de teoria i dos problemes. La nota final de l'assignatura serà en aquest cas  $\text{Nota final} = \text{Nota examen recuperació} \cdot 0.75 + \text{Activitats} \cdot 0.25$ . Es requerirà un mínim de 4.0 a la part de teoria i un mínim de 4.5 de l'examen per aplicar aquest calcul. En cas de que no es compleixi algun dels dos criteris, la nota final màxima de l'assignatura serà 4.0.

Els alumnes que no es presentin a cap de les proves parcials ni al final tindran una qualificació final de No Avaluable.

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

Sense perjudici d'altres mesures disciplinàries que s'estimin oportunes, i d'acord amb la normativa acadèmica vigent, 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, copiar o deixar copiar qualsevol activitat d'avaluació implicarà suspendre-la amb un zero, i si és necessari superar-la per aprovar, tota l'assignatura quedarà suspesa. No seran recuperables les activitats d'avaluació qualificades d'aquesta forma i per aquest procediment, i per tant l'assignatura serà suspesa directament sense oportunitat de recuperar-la en el mateix curs acadèmic.

## Activitats d'avaluació

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

## Bibliografia

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.