

# Guia docent

## 320069 - SOCPQ - Simulació, Optimització i Control de Processos Químics

Última modificació: 28/07/2023

**Unitat responsable:** Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

**Unitat que imparteix:** 713 - EQ - Departament d'Enginyeria Química.

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

**Curs:** 2023

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Català

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Antoni Escalas Cañellas

**Altres:** Antoni Escalas Cañellas  
Manuel Carrasco Portero

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Per tal de seguir adequadament l'assignatura és essencial haver aprovat les assignatures de Fonaments d'Enginyeria Química (Q4) i Control i automatització industrial (Q4). Com que en aquesta assignatura de SOCPQ s'han de modelitzar unitats de procés com bombes, vàlvules, reactors químics, bescanviadors de calor, columnes de destil·lació i absorció de gasos, etc., és important haver cursat les assignatures Operacions bàsiques 1 (Q5) i Enginyeria de la reacció química (Q5) i estar matriculat de l'assignatura Operacions bàsiques 2 (Q6).

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

---

#### Específiques:

CE20. QUI: Capacitat per a l'anàlisi, disseny, simulació i optimització de processos i productes

CE22. QUI: Capacitat per dissenyar, gestionar i operar procediments de simulació, control i instrumentació de processos químics.

CE19. QUI: Coneixements sobre balanços de matèria i energia, biotecnologia, transferència de matèria, operacions de separació, enginyeria de la reacció química, disseny de reactors, i valorització i transformació de matèries primeres i recursos energètics.

#### Transversals:

07 AAT N3. APRENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.

## METODOLOGIES DOCENTS

- Sessions presencials d'exposició dels continguts.
- Sessions d'aplicació, presencials, de treball pràctic a l'aula
- Sessions de treball pràctic al laboratori.
- Treball autònom d'estudi i realització d'exercicis.
- Realització autònoma d'un projecte de simulació amb DWSIM.
- Realització autònoma de projectes de Control i Automatització

En les sessions d'exposició dels continguts el professor ampliarà les bases teòriques de la matèria que ja s'ha vist a "Control industrial i Automatització", centrant-se en les aplicacions a processos químics. També s'introduiran els conceptes i mètodes de simulació i optimització de processos il·lustrant-los amb els exemples convenients per facilitar-ne la seva comprensió.

Les sessions de treball pràctic a l'aula seran de dues classes:

- a) Sessions en les quals el professor guiarà als estudiants en l'anàlisi de dades i la resolució de problemes aplicant tècniques, conceptes i resultats teòrics.
- b) Sessions d'exàmens i/o presentació del treball realitzat

Les sessions de treball pràctic de laboratori inclouran:

- Sessions de laboratori de simulació on es dissenyaran i optimitzaran operacions i processos químics a partir del programa de simulació DWSIM.
- Sessions de laboratori de Control i Automatització, on es dissenyaran i implementaran diferents sistemes de control de processos, amb ajuda de programari tipus Matlab/Simulink (o similar) i micro PLCs i la instrumentació necessària.

Projecte de simulació - Aprenentatge autònom

Per parelles s'assignarà als estudiants un projecte de simulació de processos químics amb DWSIM, que hauran de desenvolupar de manera autònoma al llarg del quadrimestre. Aquest projecte es desenvoluparà bàsicament fora de classe, si bé 2-3 sessions de laboratori (sobretot durant el 2n bimestre) es dedicaran al treball dels estudiants sobre el seu projecte, supervisats pel professor.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Familiaritzar l'estudiant amb les tècniques de predicció i estimació de dades i tècniques d'optimització. Desenvolupar la capacitat de l'estudiant per aplicar amb bon criteri aquestes tècniques. Apropar a l'estudiant les tècniques de control pròpies dels processos químics. Presentar a l'estudiant diferents programes informàtics comercials que permetin simular els processos químics des de l'etapa de disseny fins el control i la optimització entre d'altres. Desenvolupar les competències específiques i transversals associades al treball acadèmic i detallades a continuació.

Competències específiques:

- Capacitat per dissenyar, gestionar i operar procediments de simulació, control i instrumentació de processos químics.
- Capacitat per implementar l'optimització de processos i productes químics.
- Capacitat per dissenyar i implementar de forma pràctica sistemes de regulació i control d'unitats de procés bàsiques i /o plantes químiques completes reals.
- Coneixement i aplicació de la terminologia utilitzada per descriure els conceptes corresponents a aquesta matèria.

Competències genèriques:

- Capacitat per plantejar i resoldre problemes
- Raonament crític
- Aprenentatge autònom
- Capacitat de treball en grup
- Gestió del temps i organització del treball
- Capacitat per a redactar i desenvolupar projectes

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	20.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup mitjà	15,0	10.00
Hores grup petit	15,0	10.00



Dedicació total: 150 h

## CONTINGUTS

### T1. CONTROL INDUSTRIAL APLICAT A PROCESSOS QUÍMICS

#### Descripció:

Aplicació del Control de processos a l'enginyeria química i les seves operacions:

#### 1.- Control Continu:

Control feedback.

Control feedforward.

Control feedforward-feedback.

Control de relació.

Control en cascada.

Control subhastador.

Control inferencial

D'altres sistemes de control: Fuzzy logic, Robust, Estadístic, Control predictiu, Control adaptatiu,

Optimització de sistemes de control.

Optimització fora de línia, en temps real, xarxes neuronals i sistemes experts.

#### 2.- Control de processos discrets:

- L'Autòmat programable

- Llenguatges de programació:

- Llenguatges gràfics: Ladder, GRAFCET

- Llenguatges de Text estructurat ST (Llenguatge C).

#### 3.- SCADA : Sistemes de supervisió, control i captura de dades

#### 4.- Implementació pràctica de Sistemes de control de procés.

- Implementació pràctica de Sistemes de control de procés amb micro PLCs Arduino i programari Matlab/Simulink o similar.

#### Objectius específics:

- Aprofundir en l'aplicació de les tècniques de control estudiats en els processos químics.

- Exposar i aprofundir en els sistemes feedforward.

- Introduir nous sistemes de control amb exemples.

- Optimitzar els sistemes de control proposats

- Ser capaç de dissenyar e implementar llaços de control i sistemes SCADA senzills de manera pràctica amb l'ajuda de maquinari i programari adients.

#### Dedicació: 75h

Grup gran/Teoria: 30h

Aprenentatge autònom: 45h



## T2. SIMULACIÓ DE PROCESSOS

### Descripció:

- Predicció de propietats fisicoquímiques en sistemes d'un component.
- Equacions d'estat.
- Sistemes multicomponents.
- Predicció de propietats termodinàmiques.
- Aplicació dels models de predicció en DWSIM.
- Disseny d'operacions bàsiques en DWSIM
- Disseny d'un procés en DWSIM
- Disseny del control del procés en DWSIM
- Altres programes de simulació

### Objectius específics:

Conèixer les bases dels models predictius utilitzats en els programes de simulació existents en el mercat.

- Saber interpretar la validesa de les dades disponibles segons el seu origen.
- Relacionar les diferents propietats fisicoquímiques i termodinàmiques entre elles.
- Estimar el valor de les propietats no disponibles.
- Treballar amb el programa DWSIM.
- Donar una visió de les possibilitats de la simulació de processos per ordinador com una eina d'anàlisi de sistemes, que permet minimitzar riscos i costos en l'experimentació.

### Activitats vinculades:

Introducció al programa de simulació DWSIM i desenvolupament d'operacions i processos reals.

- Realització de pràctiques en parelles
- Realització d'un projecte individual

### Dedicació: 51h

Grup mitjà/Pràctiques: 10h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 31h

## T3. OPTIMITZACIÓ DE PROCESSOS

### Descripció:

- Introducció a l'Optimització. Optimització a l'Enginyeria Química
- Teoria i algorismes d'optimització: Optimització amb/sense restriccions. Problemes lineals/no lineals. Programació lineal, mètode simple, programació no lineal
- Simulació de processos i la seva relació amb la optimització.

### Objectius específics:

- Desenvolupar la capacitat per reconèixer i resoldre situacions en les que calgui l'ús d'eines d'optimització.
- Obtenir coneixements sobre algorismes matemàtics d'optimització i la seva aplicació
- Ús d'eines informàtiques per a optimització
- Oferir un ventall de tècniques d'optimització capaç de resoldre gran nombre de problemes que poden sorgir en Enginyeria Química.

### Activitats vinculades:

- Aplicació del software de simulació DWSIM i altres en l'optimització d'operacions i processos reals.

### Dedicació: 24h

Grup mitjà/Pràctiques: 5h

Grup petit/Laboratori: 5h

Aprenentatge autònom: 14h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

PROVES ORALS I ESCRITES 50%:

- Examen parcial de Simulació 12,5%, caràcter eliminatori
- Examen parcial de Control i Automatització 12,5%, caràcter eliminatori
- Examen final d'Optimització 12,5%
- Examen final de Control i Automatització 12,5%

PROJECTES I TREBALLS PRÀCTICS 50%:

- Laboratori de Simulació (DWSIM) 5%
- Projecte de simulació 20%
- Projecte de control i automatització 8%
- Pràctiques de laboratori de control i automatització 11%
- Tasques lliurables de Control i Automatització 6%

\*Obligació de fer i entregar els projectes i els treballs pràctics\*

Acollint-nos a l'apartat 3.1.3 de la Normativa Acadèmica General, en aquesta assignatura hem establert que és una condició necessària per aprovar l'assignatura haver realitzat els projectes i els treballs pràctics, i haver presentat els informes corresponents. Aquesta condició s'aplicarà als estudiants que, de manera injustificada a criteri del professorat, no hagin fet i entregat almenys el 90% del conjunt de projectes i treballs pràctics, percentatge que es calcularà amb la suma de ponderacions assignades a les parts de projectes+treballs pràctics efectivament fetes i entregades.

Nota: El projecte de simulació i les tasques de control i automatització també serveixen per a l'avaluació de la competència "Aprentatge autònom".

- Aquesta assignatura no té reconducció perquè no té cap acte d'avaluació que valgui més del 25%.
- Aquesta assignatura té examen de reavaluació (juny/juliol), d'acord amb la normativa d'avaluació de l'ESEIAAT. Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de reavaluació, la qualificació de l'examen de reavaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.

Si la nota final després de la reavaluació és inferior a 5,0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la reavaluació és superior o igual a 5,0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5,0.

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

A l'examen cal portar:

- Fulls en blanc A4; bolígraf blau o negre per respondre a l'examen
- Una calculadora amb totes les funcions matemàtiques necessàries i que, a més, pugui resoldre equacions implícites i trobar zeros de polinomis i d'altres funcions matemàtiques.
- El formulari que el professor publicarà a Atenea per a cada examen, i només aquest formulari.
- Les gràfiques i taules que indiqui el professor (Atenea)

## BIBLIOGRAFIA

---

**Bàsica:**

- Poling, Bruce E.; Prausnitz, John M.; O'Connell, John P. The properties of gases and liquids. 5th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001. ISBN 0070116822.
- Ramirez, W. Fred. Computational methods for process simulation. 2nd ed. Boston: Butterworths, 1997. ISBN 075063541X.
- Bequette, B. Wayne. Process dynamics : modeling, analysis and simulation. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1998. ISBN 0132068893.
- Stephanopoulos, George. Chemical process control : an introduction to theory and practice. Wilmington: Prentice-Hall, 1984. ISBN 0131285963.
- Bateson, Robert N. Introduction to control system technology. 7th ed. Upper Saddle River ; Columbus: Prentice Hall, 2001. ISBN 0130306886.
- Ollero de Castro, Pedro. Control e instrumentación de procesos químicos. Madrid: Síntesis, 1997. ISBN 8477385173.

**Complementària:**

- Medina, José Luis. La automatización en la industria química [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2010 [Consulta: 12/05/2020].



Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36842>. ISBN 9788498803983.

- Crowe, C. M. Chemical plant simulation : an introduction to computer-aided steady-state process analysis. Hamilton: McMaster University, 1969. ISBN 0131286862.

- Colbourn, Elizabeth A. Computer simulation of polymers. New York: Longman Scientific & Technical, 1994. ISBN 0582083745.

- Smith, Carlos A.; Corripio, Armando B. Control automático de procesos : teoría y práctica. México: Limusa, 1996. ISBN 9789681837914.

- Mayol i Badia, Albert. Autómatas programables. Barcelona: Marcombo, 1987. ISBN 842670672X.

- Shinskey, F. Greg. Process control systems: application, design and tuning. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 1996. ISBN 0070571015.

- Creus Solé, Antonio. Instrumentación industrial [en línia]. 8a ed. Barcelona: Marcombo, 2011 [Consulta: 19/09/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=9767](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=9767). ISBN 9788426731890.

## RECURSOS

---

### Altres recursos:

- Guadayol Cunill, Josep Maria. Control, instrumentació i automatització de processos químics: problemes [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 1999 [Consulta: 10/03/2008]. Disponible a: "><http://bibliotecna.upc.es/EdUPC/locate4.asp?codi=QU005XXX>>. ISBN 84-8301-310-X.

- Autors diversos. Tutorials. [Tutorials del DWSIM a la Wiki d'aquest programa]. Disponible a:

<http://dwsim.inforside.com.br/wiki/index.php?title=Tutorials>.

- Fòrums del DWSIM a Sourceforge. Disponible a <https://sourceforge.net/p/dwsim/discussion/>