



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT  
**INSTAL·LACIONS AUXILIARS  
EN LA INDÚSTRIA  
ALIMENTÀRIA**

Coordinació: FONS SOLE, ESTANISLAU

Any acadèmic 2017-18

**Informació general de l'assignatura**

<b>Denominació</b>	INSTAL·LACIONS AUXILIARS EN LA INDÚSTRIA ALIMENTÀRIA			
<b>Codi</b>	102591			
<b>Semestre d'impartició</b>	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
<b>Caràcter</b>	<b>Grau/Màster</b>	<b>Curs</b>	<b>Caràcter</b>	<b>Modalitat</b>
	Grau en Enginyeria Agrària i Alimentària	3	OBLIGATÒRIA	Presencial
<b>Nombre de crèdits ECTS</b>	9			
<b>Grups</b>	1GG			
<b>Crèdits teòrics</b>	0			
<b>Crèdits pràctics</b>	0			
<b>Coordinació</b>	FONS SOLE, ESTANISLAU			
<b>Departament/s</b>	TECNOLOGIA D'ALIMENTS			
<b>Informació important sobre tractament de dades</b>	Consulteu <a href="#">aquest enllaç</a> per a més informació.			
<b>Idioma/es d'impartició</b>	Català: 50% Castellà: 50%			
<b>Horari de tutoria/lloc</b>	<p>Nom: (coordinador) ESTANISLAU FONS I SOLÉ  Centre: ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA (ETSEA)  Departament: TECNOLOGIA D'ALIMENTS  Despatx: 2.2.13  Horari consulta: Dimarts, 12-14 h  Telèfon: 973702519</p> <p>Nom: TOMÁS RAMO  Centre: ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA (ETSEA)  Departament: TECNOLOGIA D'ALIMENTS  Despatx: 2.12  Horari consulta: A concretar  Telèfon:</p> <p>Nom: JAVIER ARANTEGUI  Centre: ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA (ETSEA)  Departament: TECNOLOGIA D'ALIMENTS  Despatx: 2.2.13  Horari consulta: A concretar  Telèfon: 973702595</p>			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
ARANTEGUI JIMENEZ, JAVIER	arante@tecal.udl.cat	4	Tutories: Acordar dia i hora per l'eina de Missatges del campus virtual o tel. (973702595) Desp. 2.2.13
FONS SOLE, ESTANISLAU	estanislaui.fons@udl.cat	4	Tutories: Acordar dia i hora per l'eina de Missatges del campus virtual o tel. (973702519) Desp. 2.2.13
RAMO APARICIO, TOMAS	tramo@tecal.udl.cat	1	

## Informació complementària de l'assignatura

### Assignatura/matèria en el conjunt del pla d'estudis

L'assignatura "Instal·lacions auxiliars a la indústria alimentària", aporta coneixements tècnics i eines de càlcul per al disseny i selecció de les instal·lacions habituals en una indústria alimentària, tal com les instal·lacions de: fred, generació de vapor i control i regulació, entre d'altres.

Els coneixements impartits en aquesta assignatura resulten necessaris per a un millor aprofitament de les matèries de Disseny de plantes de processat, Projectes i Treball final, relacionats amb els processos d'elaboració d'aliments que es porten a terme en les indústries alimentàries.

### Recomanacions

És convenient haver cursat i assimilat correctament les matèries de "Fonaments d'Enginyeria d'aliments" i "Indústries alimentàries" corresponents al primer semestre.

## Objectius acadèmics de l'assignatura

- Aplicar la tecnologia i enginyeria necessària per al correcte funcionament d'una indústria alimentària.
- Calcular i dissenyar instal·lacions auxiliars de generació i aplicació de fred.
- Disseñar instal·lacions de generació, distribució i aplicació de calor.
- Projectar instal·lacions de generació, distribució i aplicació de vapor.
- Concebre instal·lacions de conducció de líquids.
- Dimensionar instal·lacions contra incendis.
- Concebre instal·lacions auxiliars d'automatització i control de la indústria.

## Competències

CB1. Que els estudiants hagin demostrat posseir i comprendre coneixements en una àrea d'estudi que parteix de la base de l'educació secundària general, i se sol trobar a un nivell que, tot i que es recolza en llibres de text avançats, inclou també alguns aspectes que impliquen coneixements procedents de l'avantguarda del seu camp d'estudi.

CB2. Que els estudiants sàpiguen aplicar els seus coneixements a la seva feina o vocació d'una forma professional i tinguin les competències que solen demostrar-se mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dintre de la seva àrea d'estudi.

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins de la seva àrea d'estudi) per a emetre judicis que incloguin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

CB5. Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per a emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

CG1. Capacitat per a la preparació prèvia, concepció de projectes que tinguin per objecte la construcció que per la seva naturalesa i característiques quedin compresos en la indústria agroalimentària (indústries extractives, fermentatives, làcties, conserveres, hortofructícoles, càrnies, pesqueres, de salaons i, en general, qualsevol altra dedicada a l'elaboració i/o transformació, conservació, manipulació i distribució de productes alimentaris)

CG6. Capacitat per a la direcció i gestió de tot tipus d'indústries agroalimentàries, amb coneixement de les noves tecnologies, i els processos de qualitat.

CG8. Capacitat de resolució de problemes amb creativitat, iniciativa, metodologia i raonament crític.

CG10. Capacitat per a la recerca i utilització de la normativa i reglamentació relativa al seu àmbit d'actuació.

CG12. Capacitat per al treball en equips multidisciplinars i multiculturals.

CG13. Correcció en l'expressió oral i escrita

## Competències específiques

CEIAA1. Enginyeria i tecnologia dels aliments: Modelització i optimització.

CEIAA2. Enginyeria de les indústries agroalimentàries: Equips i maquinàries auxiliars de la indústria agroalimentària. Automatització i control de processos. Enginyeria de les obres i instal·lacions.

CEMC9. Presa de decisions mitjançant l'ús dels recursos disponibles per al treball en grups multidisciplinars.

CEIAA1. Enginyeria i tecnologia dels aliments: Tecnologia d'aliments. Processos a les indústries agroalimentàries.

## Continguts fonamentals de l'assignatura

### PART 1: INSTAL·LACIONS FRIGORÍFIQUES

Tema 1.1.- Producció de fred. Sistemes i cicles frigorífics.

Generalitats. Aplicacions del fred en diverses indústries alimentàries.- Sistemes de producció de fred.- Sistema de compressió mecànica.- Sistemes d'absorció.- Altres sistemes de producció de fred.- Diagrames termodinàmics.- Cicle de refrigeració teòric.- Cicle de refrigeració real.- Efectes del sobreescalfament de vapor i del subrefredament de líquid.

## Tema 1.2.- Càrregues de refredament.

Introducció.- Procediment de càlcul de càrregues tèrmiques.- Exemples de diferents casos.- Consulta de fonts d'informació.

## Tema 1.3.- Complexes frigorífics. Cambres.

Complexes frigorífics. Aspectes de disseny constructiu.- Aspectes normatius.- Aïllament de cambres.- Propietats bàsiques dels materials aïllants.- Principals materials aïllants.- Materials impermeables al vapor.- Materials hermètics als gasos.- Sistemes de muntatge d'aïllaments: tradicional i integral.- Fonaments del càlcul de l'espessor d'aïllant.

## Tema 1.4.- Refrigerants.

Fluids frigorífics. Definició.- Fluids frigorífics. Generalitats.- Antecedents històrics.- Classificació i nomenclatura.- Característiques dels fluids frigorífics.- Comparació entre els refrigerants.- Fluids frigorífics. Instal·lacions indirectes.

## Tema 1.5.- Compressors.

Generalitats.- Tipus de compressors. Classificació.- Compressors alternatius.- Compressors rotatius.- Compressors helicoidals.- Compressors centrífugs.- Regulació de la capacitat.- Lubrificació.- Potència necessària en el compressor. Rendiments.- Selecció del compressor.- Dimensionat del compressor.- Instal·lacions centralitzades/descentralitzades.

## Tema 1.6.- Evaporadors.

Funció dels evaporadors.- Tipus d'evaporadors.- Alimentació dels evaporadors. Mètodes.- Disseny constructiu.- Aplicació al refredament d'aire i de líquids.- Desglaç de l'evaporador. Sistemes.- Capacitat frigorífica. Salt tèrmic.- Selecció de l'evaporador.

## Tema 1.7.- Condensadors.

Funció dels condensadors.- Tipus de condensadors. Classificació.- Condensadors d'aire.- Condensadors d'aigua.- Condensadors atmosfèrics.- Condensadors evaporatius.- Capacitat del condensador. Superfície.- Selecció del condensador.- Torres de refredament. Conceptes de rang i aproximació.

## Tema 1.8.- Automatismes. Regulació i control del sistema frigorífic.

Introducció. Funcionament cíclic del sistema frigorífic.- Automatismes. Principis de funcionament.- Controls automàtics: pressòstats, termòstats.- Vàlvules d'expansió. Tipus.- Altres automatismes.

## Tema 1.9.- Canonades i elements auxiliars.

Consideracions sobre el disseny de canonades.- Dimensionat de canonades: d'aspiració, de descàrrega i de líquid.- Traçat de canonades.- Accessoris i elements auxiliars en circuits frigorífics.

## Tema 1.10.- Esquemes d'instal·lacions frigorífiques .

Esquemes frigorífics.- Simbologia i normativa.- Exemples de diferents esquemes frigorífics.- Distribució en planta d'instal·lacions frigorífiques.

## **PART 2: SISTEMES DE GENERACIÓ DE CALOR**

### Tema 2.1.- Combustibles.

Tipus de combustibles.- Característiques.- Composició química dels combustibles. Poder calorífic del combustible.

### Tema 2.2.- Teoria de la combustió.

Combustió. Definició.- Reaccions de combustió. Aire de combustió. Productes de combustió.- Paràmetres de combustió. Càlculs.

### Tema 2.3.- Calderes.

Calderes. Generalitats. Definicions.- Parts d'una caldera.- Disposicions constructives en calderes piro-tubulars.- Disposicions constructives en calderes acuotubulars.- Calderes verticals.- Calderes de vaporització instantània.- Seguretat en una caldera.

### Tema 2.4.- Cremadors.

Funció i classificació dels cremadors.- Cremadors de vaporització.- Cremadors de polvorització mecànica per pressió directa.- Cremadors de polvorització mecànica per centrifugació.- Cremadors de polvorització per fluid auxiliar.- Cremadors d'emulsió.-

Normativa tècnica.

### Tema 2.5.- Distribució de vapor.

Introducció.- Consideracions sobre el disseny de canonades de vapor.- Dimensionat de canonades de vapor.- Retorn de condensats.- Purgadors. Tipus. Selecció.- Aïllament de canonades de vapor.

## **PART III: INSTRUMENTACIÓ I CONTROL DE PROCESSOS**

### Tema 3.1.- Introducció general

Breu història del control de processos. Context de la disciplina i la seva relació amb la indústria alimentària. Descripció qualitativa d'un exemple de procés alimentari i els seus sistemes de control. Conceptes

generals. Problemes.

## Tema 3.2.- Instrumentació industrial

Algunes definicions d'instrumentació. Una mica d'instrumentació. Dispositius de mesura (sensors). Línies de transmissió. Elements finals de control.

## Tema 3.3.- Com abordar la dinàmica d'un sistema

Un exemple de dinàmica d'un sistema. La transformada de Laplace com a eina útil. La funció de transferència. Transformades d'algunes funcions singulars. Retorn al temps real. Expansió en fraccions parcials. Problemes.

## Tema 3.4.- Sistemes lineals de primer ordre

Definició de sistema lineal de primer ordre. Resposta a una entrada en graó. Resposta a una funció impuls. Resposta a una funció sinusoidal. Problemes.

## Tema 3.5.- Sistemes lineals de segon ordre

Definició de sistema de segon ordre. Resposta a una entrada en graó. Linealització. Endarreriments. Problemes

## Tema 3.6.- Accions de control

Descripció d'un llaç de control. Control proporcional (P). Control Proporcional + Integral (PI). Control Proporcional + Derivatiu (PD). Control Proporcional + Integral + Derivatiu (PID). Problemes

## Tema 3.7.- Control per retroalimentació de sistemes lineals

Acció de control proporcional. Acció de control integral. Acció de control derivativa. Accions de control combinades. Influència dels endarreriments. Introducció al disseny de sistemes de control per retroalimentació. Problemes

## Tema 3.8.- Anàlisi d'estabilitat de sistemes

Definició d'estabilitat. Equació característica. Mètode de Routh-Hurwitz. Mètode del lloc de les arrels. Anàlisi harmònica de sistemes lineals. Diagrames de Bode. Criteri d'estabilitat

de Bode. Problemes

## Tema 3.9.- Mètodes empírics i semiempírics

Mètode de l'assaig i error. Mètodes de criteri únic. Mètode del criteri integral amb el temps. Mètode de Cohen i Coon. Mètode de Ziegler i Nichols. Problemes

## Tema 3.10.- Implantació de llaços de control en plantes





<b>Lliçó magistral</b>	Classe magistral (Aula. Grup gran)	Explicació dels principals conceptes	<b>42</b>	Estudi: Conèixer, comprendre i sintetitzar coneixements	<b>80</b>		<b>122h/4.88</b>
<b>Problemes i casos</b>	Classe participativa (Aula. Grup gran)	Aplicació dels conceptes teòrics impartits a les classes magistrals	<b>30</b>	Resoldre problemes i casos	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>54h/2.16</b>
<b>Visita</b>	Visites a indústries	Coneixement in situ de sistemes auxiliars	<b>6</b>	Informe sobre cada visita	<b>12</b>		<b>18h/0.72</b>
<b>Activitats dirigides</b>	Treball del alumne (individual o grup)	Redacció d'un càlcul d'una instal·lació auxiliar completa	<b>6</b>	Redactar memòria	<b>20</b>		<b>26h/1.24</b>
<b>Totals</b>			<b>84</b>		<b>141</b>	<b>6</b>	<b>225h/9ECTS</b>

## Observacions

S'han considerat 25 hores d'activitat total per crèdit ECTS.

## Sistema d'avaluació

Tipus d'activitat	Activitat d'Avaluació		Pes qualificació
	Procediment	Número	
<b>Lliçó magistral</b>	Proves escrites sobre la teoria del programa de l'assignatura	<b>3</b>	<b>70</b>
<b>Problemes i casos</b>	Lliuraments o proves escrites sobre problemes i casos	<b>3</b>	<b>15</b>
<b>Visita</b>	Informe tècnic sobre visites a instal·lacions	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Activitat dirigida</b>	Entrega del Treball de l'alumne	<b>1</b>	<b>10</b>
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>

## Observacions

A efectes de la qualificació final, per tal de superar l'assignatura caldrà haver obtingut una nota igual o superior a 4 punts a les diferents proves escrites. El promig haurà de ser igual o superior a 5 punts.

## Bibliografia i recursos d'informació

La bibliografia de les matèries tecnològiques requereix una revisió contínua. No obstant això, se citen alguns manuals el contingut dels quals és adequat per al nivell que es pretén de l'estudi dels sistemes auxiliars a les indústries alimentàries.

### Bibliografia bàsica

AMIGO, P. (2000) Termotecnia. Aplicaciones Agroindustriales. Mundi-Prensa. Madrid.

BAQUERO, J.; LLORENTE, V. (1985) Equipos para la industria química y alimentaria. Alhambra. Madrid.

DISTEFANO, J.J.: STUBBERUD, A.R.: WILLIAMS, I.J. - 1972 - Teoría y problemas de retroalimentación y sistemas de control - McGraw-Hill (México)

DIVERSOS AUTORS (1993) Nuevo curso de ingeniería del frío. AMV ediciones. Madrid.

DORF, R.C. - 1989 - Sistemas modernos de control. Teoría y práctica - Addison- Wesley, SA (USA)

FRANKLIN, G.F.: POWELL, J.D.: EMANI-NAENI, A. - 1991 - Control de sistemas dinámicos con retroalimentación - Addison-Wesley Iberoamericana, SA (USA)

LÓPEZ, A. (1993) Las instalaciones frigoríficas en las industrias agroalimentarias. AMV ediciones. Madrid.

LUYBEN, W.L. - 1989 - Process modeling, simulation and control for chemical engineers. - McGraw-Hill (USA)

MARLIN, T.E. - 1995 - Process control. Designing processes and control systems for dynamic performance. - McGraw-Hill (USA)

MELGAREJO, P. (2000) Cámaras frigoríficas y túneles de enfriamiento rápido. AMV ediciones-Mundi Prensa. Madrid.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA. (1981) Operadores industriales de calderas. Programa oficial ITC-MIE-AP--1-BOE- 23.09.1981

MOORE, C.A. - 1991 - Automation in the food industry - Chapman and Hall

NAVARRO, J., CABELLO, R., TORRELLA, E. (2003). Fluidos refrigerantes. Tablas y Diagramas. A. Madrid Vicente editores.

PERRY, R.H.: GREEN, D.W.: MAHONEY, J.O. - 1993 - Perry manual del ingeniero químico. - McGraw-Hill (México)

RAPIN, P.J. (1990) Instalaciones frigoríficas. Vol. 1 i 2 Marcombo.Barcelona.

ROCA, A. - 1997 - Control de procesos. - Edicions UPC (España)

SÁNCHEZ P., MT. (2001) Ingeniería del frío: teoría y práctica. AMV Ediciones.- MundiPrensa. Madrid

SHINSKEY, F.G. - 1996 - Process control systems: Applications, design and tuning - McGraw-Hill (USA)

SMITH; CORRIPIO - Control automático de procesos - Limusa

STEPHANOPOULOS, G. - 1984 - Chemical process control. An introduction to theory and practice. - Prentice-Hall (USA)

### Bibliografia complementària

MELGAREJO, P. (1995). Aislamiento, cálculo y construcción de cámaras frigoríficas. AMV ediciones.

ASHRAE (1990) Refrigeración. Sistemas y aplicaciones. ATECYR

BRENNAN, J.G.; BUTTERS, J.R.; COWELL, N.D.; LILLY, A.E.V. (1980) Las operaciones de la ingeniería de los alimentos. Acribia. Zaragoza

CREUS SOLÉ, Antonio - 1993 - Instrumentación industrial - Marcombo

CREUS SOLÉ, Antonio - 1988 - Control de procesos industriales. Criterios de implementación - Marcombo

DOSSAT, R.J. (1995) Principios de refrigeración. CECOSA. México.

INSTITUTO INTERNACIONAL DEL FRÍO (1995) Guía de almacenamiento frigorífico. AMV Ediciones

MCFARLANE, I. - 1994 - Automatic control for food manufacturing processes - Chapman and Hall Altres edicions

MURPHY, S.D. - 1995 - In-process measurement and control. - Marcel Dekker. Otras ediciones

PERRY, R.H.; CHILTON, C.H. (1992) Manual del ingeniero químico. McGRAW- Hill

PINDER, A.C.; GODFREY, G. - 1993 - Food process monitoring systems - Chapman and Hall

RENARD,M.:BIMBENET,J.J. - 1988 - Automatic Control and optimization of food processes - Chapman and Hall

SPIRAX-SARCO (1985) Curso de vapor. Catàlegs Spirax-Sarc

TSE, F.S.: MORSE, I.E. - 1995 - Measurement and instrumentation in engineering. - Marcel Dekker Otras ediciones