



Universitat de Lleida

GUIA DOCENT
**ANÀLISI D'EQUIPS TÈRMICS
INDUSTRIALS**

Coordinació: MEDRANO MARTORELL, MARCO

Any acadèmic 2017-18

Informació general de l'assignatura

Denominació	ANÀLISI D'EQUIPS TÈRMICS INDUSTRIALS			
Codi	14540			
Semestre d'impartició	2N Q(SEMESTRE) AVALUACIÓ CONTINUADA			
Caràcter	Grau/Màster	Curs	Caràcter	Modalitat
	Màster Universitari en Enginyeria Industrial	2	OPTATIVA	Presencial
Nombre de crèdits ECTS	6			
Grups	1GG			
Crèdits teòrics	3			
Crèdits pràctics	3			
Coordinació	MEDRANO MARTORELL, MARCO			
Departament/s	INFORMATICA I ENGINYERIA INDUSTRIAL			
Distribució càrrega docent entre la classe presencial i el treball autònom de l'estudiant	60 h presencials (40%) 90 h treball autònom (60%)			
Informació important sobre tractament de dades	Consulteu aquest enllaç per a més informació.			
Idioma/es d'impartició	Anglès			
Distribució de crèdits	Marc Medrano Martorell: 3 ECTS Albert Oriol Castell Casol: 3 ECTS			
Horari de tutoria/lloc	S'especificarà el primer dia de classe.			

Professor/a (s/es)	Adreça electrònica professor/a (s/es)	Crèdits impartits pel professorat	Horari de tutoria/lloc
CASTELL CASOL, ALBERT ORIOL	acastell@diei.udl.cat	3	Demandar cita prèvia
MEDRANO MARTORELL, MARCO	mmedrano@diei.udl.cat	3	Demandar cita prèvia

Informació complementària de l'assignatura

Aquesta assignatura revisa i amplia els coneixements de transferència de calor i termodinàmica, els quals són necessaris per al correcte disseny de moltes tecnologies d'ús habitual avui en dia, tals com electrodomèstics, equips electrònics, aïllament tèrmic de llars i instal·lacions, radiadors de cotxe, col·lectors solars, equips de centrals elèctriques o naus espacials. L'assignatura parteix del principis bàsics de termodinàmica i de les lleis experimentals sobre els diferents modes de transferència de calor (Llei de Fourier, per conducció, Llei de Refredament de Newton, per convecció, i Llei d'Stephan-Boltzmann, per radiació) perquè l'alumne sigui capaç de dissenyar i analitzar diferents tipus d'equips tèrmics industrials, emprant tant metodologies de resolució analítiques com numèriques. Així mateix, també s'introdueix a l'alumne en eines avançades de simulació numèrica, com és Comsol Multiphysics, i en la termografia per infrarojos. És recomenable disposar d'una base suficient en transferència de calor, termodinàmica i equacions diferencials.

Es tracta d'una assignatura optativa que es cursa el 2on quadrimestre del 2n curs del Màster en Enginyeria Industrial. D'acord amb l'estructura del títol, aquesta assignatura pertany al Mòdul de formació optativa, i a l'Optativitat de Sistemes Energètics, juntament amb l'assignatura "Màquines elèctriques a la Indústria". Aquestes dues assignatures realitzen una pràctica en comú i persegueixen l'anàlisi integral d'aspectes tèrmics i elèctrics en problemes i projectes.

És **OBLIGATORI** que els estudiants portin els següents equips de protecció individual (EPI) a les pràctiques docents.

- Bata laboratori blava UdL unisex
- Ulleres de protecció
- Guants de protecció mecànica

Poden adquirir-se a través de la botiga Údels de la UdL:

Carrer de Jaume II, 67 baixos
Centre de Cultures i Cooperació Transfronterera

<http://www.publicacions.udl.cat/>

L'ús d'altres equips de protecció (per exemple taps auditius, mascaretes respiratòries, guants de risc químic o elèctric, etc.) dependrà del tipus de pràctica a realitzar. En aquest cas, el personal docent responsable informará si és necessari la utilització d'EPI's específics.

No portar els EPI's descrits o no complir les normes de seguretat generals que es detallen a sota comporta que

l'estudiant no pugui accedir als laboratoris o hagi de sortir del mateixos. La no realització de les pràctiques docents per aquest motiu comporta les **conseqüències en l'avaluació** de l'assignatura que es descriuen en aquesta guia docent.

NORMES GENERALS DE SEGURETAT EN LES PRÀCTIQUES DE LABORATORI

- Mantenir el lloc de realització de les pràctiques net i ordenat. La taula de treball ha de quedar lliure de motxilles, carpetes, abrics...
- En el laboratori no es pot anar amb pantalons curts ni faldilles curtes.
- Portar calçat tancat i cobert durant la realització de les pràctiques.
- Portar el cabell llarg sempre recollit.
- Mantenir les bates cordades per protegir enfront d'esquitxades i vessaments de substàncies químiques.
- No portar polseres, penjolls o mànigues amples que puguin ser atrapats pels equips, muntatges...
- Evitar portar lents de contacte, ja que l'efecte dels productes químics és molt més gran si s'introdueixen entre la lent de contacte i la còrnia. Es pot adquirir un cobre-ulleres de protecció.
- No menjar ni beure dins el laboratori.
- Està prohibit fumar dins dels laboratoris.
- Rentar-se les mans sempre que es tingui contacte amb algun producte químic i abans de sortir del laboratori.
- Seguir les instruccions del professor i dels tècnics de laboratori i consultar qualsevol dubte sobre seguretat.

Per a major informació es pot consultar el manual d'acollida del Servei de Prevenció de Riscos Laborals de la UdL que es troba a: <http://www.sprl.udl.cat/alumnes/index.html>

Objectius acadèmics de l'assignatura

OBJECTIU GENERAL DE L'ASSIGNATURA

Dotar als alumnes dels coneixements, així com de les tècniques, eines, destreses i habilitats necessàries per poder desenvolupar eficaçment les activitats professionals relacionades amb l'anàlisi i disseny d'equips tèrmics industrials.

L'assoliment d'aquest objectiu general es concreta en:

- Aprendre a descriure i solucionar les equacions diferencials que defineixen la transferència de calor per conducció en sòlids.
- Conèixer les equacions de Navier-Stokes i les seves aplicacions en l'ús de nombres adimensionals.
- Aprendre la teoria de capa límit i zona Potencial.
- Aprendre el mecanisme de transferència de calor per radiació entre varies superfícies.
- Aprendre els mètodes numèrics per solucionar problemes amb equacions diferencials no integrables.
- Conèixer la metodologia CFD per al càlcul numèric de problemes de transferència de calor en sòlids i fluids.
- Redactar amb llenguatge tècnic adequat, amb correcció ortogràfica i gramàtica.
- Saber defensar públicament, amb idees i conceptes clars i llenguatge tècnic adequat, un projecte d'un equip tèrmic industrial.

Competències

Competències Generals segons Ordre CIN/311/2009 i criteris EPS

- **CG3.** Capacitat de transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.
- **CG4.** Capacitat de concebre, dissenyar i implementar projectes i/o aportar solucions innovadores, utilitzant eines pròpies de l'enginyeria.
- **CG7.** Projectar, calcular i dissenyar productes, processos, instal·lacions i plantes.
- **CG9.** Realitzar investigació, desenvolupament i innovació en productes, processos i mètodes.

Competències Específiques segons Ordre CIN/311/2009

- **CE5.** Coneixement i capacitats per al disseny i anàlisi de màquines i motors tèrmics, màquines hidràuliques i instal·lacions de calor i fred industrial.

Competències Transversals aprovades per la Comissió Plenària dels Graus d'Enginyeria Industrial, Enginyeria Informàtica i Enginyeria de l'Edificació, reunida el 16 de Juny de 2008

- **CT1.** Correcció en l'expressió oral escrita.
- **CT2.** Domini d'una llengua estrangera.

Continguts fonamentals de l'assignatura**Programa de teoria****1. Enginyeria tèrmica bàsica**

- 1.1 Propietats físiques
- 1.2 Conducció
- 1.3 Convecció
- 1.4 Radiació

2. Conducció

- 2.1 Introducció a la conducció
- 2.2 Equacions diferencials en règim estacionari
- 2.3 Solucions analítiques en règim estacionari
- 2.4 Règim transitori

3. Mètodes numèrics

- 3.1 Introducció als mètodes numèrics
- 3.2 Formulació de diferències finites
- 3.3 Mètode del balanç de energia
 - 3.3.1 Transferència de calor 1D en estat estacionari
 - 3.3.2 Transferència de calor 2D en estat estacionari
 - 3.3.3 Transferència de calor 1D en estat transitori

4. Convecció

- 4.1 Introducció a la convecció
- 4.2 Equacions de Navier-Stokes
- 4.3 Capa límit i Zona Potencial
- 4.4 Teoria de Models i Anàlisi Dimensional
- 4.5 Computational Fluid Dynamics (CFD)

5. Radiació

5.1 Introducció a la radiació

5.2 Paràmetres que defineixen la radiació

5.3 Mètode de les radiositats

6. Problemes combinats

Pràctiques de laboratori

Presentació i aplicació de càmera termogràfica (a realitzar al laboratori de Mecatrònica)

Presentació i aplicació de Comsol Multiphysics (a realitzar a l'aula d'ordinadors L3)

Eixos metodològics de l'assignatura

Els eixos metodològics de l'assignatura es dividiran en:

- **Classes magistrals:** A les classes magistrals s'exposen els continguts de l'assignatura de forma oral per part d'un professor o professora sense la participació activa de l'alumnat.
- **Resolució de problemes:** A l'activitat de resolució de problemes, el professorat presenta una qüestió complexa que l'alumnat ha de resoldre, ja sigui treballant individualment, o en equip.
- **Treball en grup:** Activitat d'aprenentatge que s'ha de realitzar mitjançant la col·laboració entre els membres d'un grup.
- **Pràctiques:** Permeten aplicar i configurar, a nivell pràctic, la teoria d'un àmbit de coneixement en un context concret.

Pla de desenvolupament de l'assignatura

El pla de desenvolupament seguirà l'ordre dels continguts. Aquest pla podrà ser objecte de modificacions al llarg del curs, en funcions del nombre d'alumnes, els grups de treball, i l'evolució del grup.

Setmana	Metodologia	Temari	Hores presencials	Hores treball autònom	Professor
1	Classe magistral	Introducció i presentació assignatura	2	3	Marc Medrano
1-3	Classe magistral Resolució de problemes Pràctiques	Tema 1. Enginyeria tèrmica bàsica i introducció a l'EES	8	12	Marc Medrano
3-6	Classe magistral Resolució de problemes	Tema 2. Conducció	14	21	Albert Castell
7-8	Classe magistral Resolució de problemes Treball en grup	Tema 3. Mètodes numèrics	8	12	Marc Medrano
9		Avaluació. Prova escrita.	2	3	Marc Medrano/Albert Castell

10-12	Classe magistral Resolució de problemes Pràctiques Treball en grup	Tema 4: Convecció i CFD	12	18	Albert Castell
13-14	Classe magistral Resolució de problemes. Pràctiques	Tema 5: Radiació	8	12	Marc Medrano
15	Resolució de problemes	Tema 6: Problemes combinats	4	6	Marc Medrano
16-19		Avaluació. Prova escrita. Recuperació			

Sistema d'avaluació

Activitats d'avaluació	%	Dates	O/V (1)	I/G (2)	Observacions
PA1: Examen escrit	20	Setmana 9	O	I	Han de superar el 3 per poder fer mitjana
PA2: Examen escrit	10	Setmana 17	O	I	Han de superar el 3 per poder fer mitjana
PA3: Informe escrit projecte de mètodes numèrics	15	Setmana 17	O	G	
PA4: Presentació oral projecte de mètodes numèrics	15	Setmana 15	O	G	
PA5: Informe sobre treball de CFD	30	Setmana 15	O	G	
PA6: Exercicis de classe i informe de pràctiques	10	A les dates proposades durant el curs	O	I	
PA7: Examen de recuperació		Setmana 19	O	I	Es podran recuperar només els exàmens escrits PA1 i PA2(1)

(1) Obligatòria/Voluntària

(2) Individual/Grupal

Bibliografia i recursos d'informació

Bibliografia Bàsica

- Y. Çengel, 'Heat Transfer: A Practical Approach', 2nd Edition, McGrawHill, 2003.
- T. Bergman, A. Lavine, F. Incropera, D. Dewitt, 'Fundamentals of Heat and Mass Transfer', 7th Edition, John Wiley & Sons, 2011.

Bibliografia Complementària

- G.Nellis, S. Klein. 'Heat Transfer', Cambridge University Press, 2009.
- M.Fogiel. 'Heat transfer problem solver', REA, 1999.
- F. Krerten, M. Bohn. 'Principios de transferencia de calor' Thomson, 2001.

Altres recursos

- Thermal Imaging Guidebook for Industrial Applications, 2011, FLIR Systems AB
(http://www.flirmedia.com/MMC/THG/Brochures/T820264/T820264_EN.pdf)