



## Guia docent 240171 - 240171 - Termodècnia

Última modificació: 08/04/2026

**Unitat responsable:** Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
**Unitat que imparteix:** 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA EN TECNOLOGIES INDUSTRIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA D'AUTOMOCIÓ (Pla 2017). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2026      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Ruiz Mansilla, Rafael

**Altres:** Capdevila Paramio, Roser  
Casanova Palomar, Genís  
Jaramillo Fernández, Juliana  
Martínez Ballester, Santiago  
Mas de les Valls, Elisabet  
Ruiz Mansilla, Rafael  
Velo García, Enric  
Javier Pascualena  
Miquel Ardanuy  
Thibault Péan

### REQUISITS

---

Termodinàmica i Mecànica de Fluids

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

---

**Específiques:**

1. Capacitat per comprendre i aplicar els principis de coneixements bàsics de la química general, química orgànica i inorgànica i de les seves aplicacions a l'enginyeria.
2. Capacitat per la resolució dels problemes matemàtics que poden plantejar-se en l'enginyeria. Aptitud per aplicar els coneixements sobre: àlgebra lineal; geometria; geometria diferencial; càlcul diferencial i integral; equacions diferencials i en derivades parcials; mètodes numèrics; algorítmica numèrica; estadística i optimització.
3. Comprensió i domini dels conceptes bàsics sobre les lleis generals de la mecànica, la termodinàmica, camps, ones i electromagnetisme i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.
4. Coneixement de la termodinàmica aplicada i transmissió de calor. Principis bàsics i la seva aplicació a la resolució de problemes d'enginyeria.
5. Coneixement dels principis bàsics de la mecànica de fluids i la seva aplicació a la resolució de problemes en el camp de l'enginyeria. Càlcul de tuberies, canals i sistemes de fluids.
6. Coneixements bàsics i aplicació de tecnologies mediambientals i sostenibilitat.
7. Coneixements bàsics sobre l'ús i programació d'ordinadors, sistemes operatius, bases de dades i programes informàtics amb aplicacions en enginyeria.

#### Transversals:

8. APRENENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.
9. COMUNICACIÓ EFICAC ORAL I ESCRITA: Comunicar-se de forma oral i escrita amb altres persones sobre els resultats de l'aprenentatge, de l'elaboració del pensament i de la presa de decisions; participar en debats sobre temes de la pròpia especialitat.
10. EMPRENEDORIA I INNOVACIÓ: Conèixer i comprendre l'organització d'una empresa i les ciències que regeixen la seva activitat; capacitat per comprendre les regles laborals i les relacions entre la planificació, les estratègies industrials i comercials, la qualitat i el benefici.
11. SOSTENIBILITAT I COMPROMÍS SOCIAL: Conèixer i comprendre la complexitat dels fenòmens econòmics i socials típics de la societat del benestar; capacitat per relacionar el benestar amb la globalització i la sostenibilitat; habilitat per usar de forma equilibrada i compatible la tècnica, la tecnologia, l'economia i la sostenibilitat.
12. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
13. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.
14. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

A les classes es combina la teoria amb els problemes, convidant a l'estudiantat a participar-hi activament. Es promou l'anàlisi de casos, el pensament crític i el treball continuat al llarg del curs.

La teoria s'exposa contextualitzada a la indústria i a les necessitats de la societat per tal de motivar i mostrar a l'estudiantat la rellevància de la transferència de calor. Aquesta explicació s'acompanya de models matemàtics de càlcul, detallant les seves restriccions i el seu àmbit d'aplicació. Els problemes realitzats a classe permeten a l'estudiantat aprofundir en els conceptes bàsics i en el càlcul de la transferència de calor amb un grau creixent de dificultat, fent especial èmfasi en la interpretació de resultats.

Al laboratori l'alumnat té l'oportunitat de conèixer els aparells i metodologia per a la determinació experimental de magnituds i paràmetres tèrmics, aprofundir en la utilització de correlacions, així com en la validació dels resultats obtinguts mitjançant l'ajust dels balanços d'energia.

La pràctica numèrica amb ANSYS permet fer una aproximació a una eina potent de mètodes numèrics per resoldre un problema complex de conducció i comparar els resultats amb una solució analítica o numèrica simplificada resolta prèviament. A més a més, permet a l'estudiantat aplicar amb creativitat els conceptes apresos per tal de millorar una proposta de disseny.

Els treballs dirigits consisteixen, normalment, en el plantejament i la resolució de problemes. Aquests es proposen per lliurar en paper o be emprant l'entorn del Campus d'ATENEA. El professorat per tant podrà proposar i recollir exercicis per escrit al llarg del curs.

Com a suport a la docència, al Campus ATENEA, l'alumnat disposa de materials d'estudi per al seguiment de l'assignatura. Així mateix, per a l'estudi personal, disposa també d'apunts de l'assignatura i de bibliografia bàsica de referència, disponible a la biblioteca del centre. Us poden ajudar els apunts que trobareu en el següent enllaç,

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/401239>



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Competències de la titulació a les que contribueix l'assignatura

Específiques:

1. Saber determinar distribucions de temperatura i la transferència de calor per conducció, convecció i/o radiació en sistemes diversos.
2. Conèixer els principis bàsics i la seva aplicació a la resolució de problemes d'enginyeria.

Objectiu general

1. Introduir els conceptes teòrics, terminologia, convenis, principis, lleis fonamentals i metodologies de càlcul de la transferència de calor per conducció, convecció i radiació.
2. Es pretén facilitar uns coneixements bàsics que serveixin de punt de partida per assignatures de màster on es tracti la modelització dels fenòmens de transmissió de calor amb generació i/o acumulació presents a la indústria i el disseny d'equips industrials.

Objectius específics

1. Saber determinar i reduir, si convé, les pèrdues de calor de qualsevol sistema no isotèrmic (canonades, murs, aletes, etc.) emprant solucions analítiques o be numèriques.
2. Conèixer les bases dels bescanviadors de calor. Saber determinar el bescanvi de potència tèrmica entre dos fluids en moviment a diferents temperatures (flux intern en conductes)
3. Saber calcular un balanç espectral de potència radiant tèrmica entre les superfícies d'un recinte (forn) amb un medi no participant (aire sec o buit). Conèixer les bases de l'efecte hivernacle.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	12,0	8.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	48,0	32.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### INTRODUCCIÓ

**Descripció:**

Objecte i abast de l'assignatura. Concepte de calor i transferència de calor. Mecanismes de transferència de calor. Conducció i primera llei de Fourier. Convecció i llei del refredament de Newton. Radiació i la llei de Stefan-Boltzmann. Resistència i conductància tèrmica. Mecanismes combinats. Coeficient global de transferència de calor (U). Conservació de l'energia en un volum de control. Propietats tèrmiques de la matèria. Unitats.

**Dedicació:** 15h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 9h

## CONDUCCIÓ UNIDIMENSIONAL EN ESTAT ESTACIONARI

### Descripció:

Equació de la difusió de la calor. Condicions inicials i de contorn. Parets planes i sistemes radials. Integració de la primera llei de Fourier. Conductància tèrmica. Mecanismes combinats. Resistència de contacte. Aïllants tèrmics. Radi crític amb  $h$  variable. Conducció amb generació d'energia tèrmica. Transferència de calor en superfícies esteses o aletes.

### Dedicació: 30h

Grup gran/Teoria: 12h

Aprenentatge autònom: 18h

## METODES NUMÈRICS (ESTAT ESTACIONARI I TRANSITORI)

### Descripció:

Solucions analítiques de l'equació de la difusió de la calor. Sòlids ideals. Mètode de la resistència interna negligible. Solucions per mètodes numèrics. Discretització de l'espai i el temps. Diferències finites. Mètode del balanç d'energia. Règim estacionari i transitori. Càlcul de conductàncies.

Introducció a un programari comercial d'alt nivell: ANSYS que funciona sota el sistema operatiu WINDOWS. Resolució amb ANSYS d'exercicis numèrics de geometries complexes i amb condicions de contorn extrems del món industrial.

### Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 14h

Aprenentatge autònom: 21h

## CONVECCIÓ

### Descripció:

Equacions de Navier-Stokes i de conservació de l'energia. Nombres adimensionals. Nombre de Nusselt. Correlacions. Capa límit hidrodinàmica i tèrmica. Equacions de balanç. Perfil de velocitats i temperatura. Definició del coeficient de convecció. Flux intern turbulent en conductes. Nombre de Nusselt. Fórmules de Filolenko i Gnielinski. Equació diferencial del balanç d'energia en un conducte. Condicions de contorn. Doble tub. Bescanviadors de calor.

### Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 9h

Aprenentatge autònom: 13h

## RADIACIÓ TÈRMICA

### Descripció:

Naturalesa i característiques de la radiació tèrmica. Fluxos superficials hemisfèrics. Cos negre. Intensitat de radiació. Llei de distribució de Planck. Funció de radiació. Lleis de Kirchhoff. Factors de visió. Balanç espectral d'energia radiant en un recinte de  $N$  superfícies lambertianes. Efecte hivernacle.

### Dedicació: 35h

Grup gran/Teoria: 14h

Aprenentatge autònom: 21h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Per a l'avaluació de l'assignatura, es fan servir les notes següents:

- 1) Nota examen final (NEx\_F). És la nota de la prova que es realitzarà en la data que fixi l'ETSEIB.
- 2) Nota examen parcial (NEx\_P). És la nota de la prova parcial que es realitzarà a meitat del quadrimestre en la data que fixi l'ETSEIB.
- 3) Nota laboratori (NPr\_LAB). Correspon a la nota de les pràctiques de laboratori i s'obté a partir dels informes lliurats, de l'actitud proactiva en el laboratori i del qüestionari previ de coneixements bàsics que es realitzarà a l'entrar al laboratori.
- 4) Pràctica de simulació numèrica emprant ANSYS (NPr\_NUM). S'exposarà algun exemple de simulació numèrica resolt amb ANSYS i s'explicarà com s'apliquen les diferents condicions de contorn amb aquest programa. Es proposarà un exercici de geometria complexa, que caldrà resoldre -en grups de 4 alumnes com a màxim- amb aquesta eina avançada de simulació numèrica.

La nota final de l'assignatura N\_FINAL és:

$$N\_FINAL = 0,60 \cdot NEx\_F + 0,20 \cdot NEx\_P + 0,10 \cdot NPr\_NUM + 0,10 \cdot NPr\_LAB$$

Únicament amb l'objectiu de millorar la nota, el professorat es reserva la possibilitat d'incorporar si escau d'altres elements o criteris d'avaluació.

---

### REVALUACIÓ DE L'ASSIGNATURA

La nota obtinguda a l'examen de reavaluació (N\_Ex\_Reava), substituirà la nota final de l'assignatura (N\_FINAL) únicament si és superior a aquesta.

### CONVALIDACIONS

Es convalida automàticament la nota de pràctica numèrica amb ANSYS (NPr\_NUM) i/o la pràctica de laboratori (NPr\_LAB) (únicament si es té aprovada en el quadrimestre anterior, si és anterior s'ha de tornar a fer). L'estudiantat repetidor que vulgui millorar la nota de laboratori la pot tornar a repetir, i qui vulgui millorar la nota de pràctica numèrica també pot tornar-la a fer (es pot repetir una, l'altre o totes dues, sense risc de baixar nota en cap cas).

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

---

Examen final: focalitzat en els temes 3, 4 i 5, constarà de 3 exercicis o problemes oberts que poden incloure preguntes conceptuals. Durada total aproximada de l'examen: 3 hores.

Examen parcial: inclourà preguntes conceptuals i/o exercicis de càlcul. El seu contingut farà referència al temari vist a classe fins a la data d'examen.

Hi ha programades pràctiques experimentals. L'estudiantat haurà de llegir anticipadament el text de la pràctica que trobarà al campus digital i haurà de lliurar l'informe corresponent al final de la sessió de pràctiques.

A l'examen de re-avaluació hi entra tot el temari i els continguts de pràctiques. Durada aproximada 3-4 h. Els exercicis de re-avaluació, son similars als realitzats durant tot el curs.

Durant la realització de qualsevol dels exàmens l'estudiantat únicament podrà portar una calculadora programable i un full imprès amb el formulari específic d'aquella prova, que es troba al campus digital.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Bonals Muntada, Ll. A. Transferència de calor : apunts de classe (Termodinàmica - 240171) [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2016 [Consulta: 13/09/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/90176>. ISBN 9788495355898.
- Ruiz, R et al.. Termodinàmica: síntesis de la assignatura [en línia]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2022 [Consulta: 22/06/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/401239>.
- Bergman, T. L.. Fundamentals of heat and mass transfer. 7th ed. New York: Wiley, 2011. ISBN 9780470501979.

### Complementària:

- Mills, Anthony F. Transferència de Calor. Mexico: Irwin, 1995. ISBN 8480861940.
- Rohsenow, Warren M. ed. Handbook of heat transfer. 3th ed. New York: McGraw-Hill, 1998. ISBN 0070535558.