

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

Unitat responsable: 240 - ETSEIB - Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona  
Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics  
Curs: 2019  
Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 5 Idiomes docència: Català, Castellà, Anglès

### Professorat

Responsable: Joaquim Rigola  
Altres: Assensi Oliva  
Jesús Castro

### Horari d'atenció

Horari: Dimarts i dijous 16-18h  
Dimecres 15-17h

### Capacitats prèvies

Coneixements de dinàmica de fluids i transferència de calor i massa, necessaris per entendre els principis bàsics de funcionament dels sensors de mesura. Coneixements elèctrics bàsics.

### Requisits

Coneixements equivalents a haver superat el curs d'anivellament del màster

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

Específiques:

CEMT-7. Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

CEMT-5. Aplicar criteris tècnics i econòmics en la selecció de l'equip tèrmic més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions tèrmiques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.

Transversals:

CT3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, ja sigui com un membre més o duent a terme 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.

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

### Metodologies docents

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.

Classes participatives (PART): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.

Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.

Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.

Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.

Activitats d'Avaluació (EV).

Activitats formatives:

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:

Presencials:

Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).

Classes participatives (CP): participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula (presencial).

Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).

Treball teòric pràctic dirigit (TD): realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora (presencial).

No Presencials:

Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats (no presencial).

Projecte o treball d'abast ampli (PA): dissenyar, planificar i dur a terme individualment o en grup un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions (no presencial).

Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

Obtenir una formació bàsica en el coneixement de les tipologies de sensors de mesura, i de la seva integració en un sistema experimental (unitat i software d'adquisició de dades, regulació i control del sistema).

Adquirir una competència molt sòlida en quan als principis físics que determinen la resposta d'un determinat sensor, així com de les possibles interaccions que poden existir entre la presència de la sonda de mesura i la lectura que es vol realitzar (efectes de distorsió del problema per intrusió de la sonda, efectes d'inèrcia tèrmica en mesures transitòries, etc.).

Aprendre a tractar les dades experimentals obtingudes, realitzant filtres quan sigui necessari, avaluació dels corresponents errors de mesura, etc.

Resultats de l'aprenentatge

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

Introducció als aspectes bàsics sobre les tècniques experimentals en termoenergètica, buscant el màxim rigor, les seves

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

possibilitats i limitacions. Introducció a l'anàlisi de les dades experimentals, a l'adquisició i el control, així com a l'anàlisi i la mesura.

Aprofundiment en les tècniques experimentals de mesura com: temperatura, pressió, flux, velocitat, humitat, analítica de gasos, etc.

Aplicació a la validació experimental detallada de fenòmens bàsics de transferència de calor i massa. Aplicació a la contrastació de resultats numèrics i d'assajos experimentals sobre sistemes i equips tèrmics de gran importància industrial i social: refrigeració per compressió, bescanviadors de calor, compressors hermètics, refrigeració per absorció, HVAC (ventilació, aire condicionat en edificis, optimització de façanes envidrades, etc.), sistemes solars actius i passius, acumuladors de calor, etc.

Realització de pràctiques de laboratori que permetin a l'estudiant prendre consciència de les aplicacions concretes, de les possibilitats desenvolupades, així com de les tècniques experimentals i de mesura i estimació d'errors experimentals en les unitats experimentals disponibles.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

Dedicació total: 125h	Hores grup gran:	0h	0.00%
	Hores grup mitjà:	0h	0.00%
	Hores grup petit:	30h	24.00%
	Hores activitats dirigides:	10h	8.00%
	Hores aprenentatge autònom:	85h	68.00%

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

### Continguts

<p>Contingut 1. Adquisició de dades i control</p>	<p>Dedicació: 17h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 10h</p>
<p>Descripció:</p> <p>Aquest contingut pretén ésser una introducció necessària en el que refereix a la adquisició de dades i el seu control. Un primer punt a tractar és revisar els principis de l'electrònica que tracta i condiona les senyals emeses pels diferents tipus de sensor (resposta elèctrica a una pertorbació tèrmica/mecànica). Seguidament es presentarà el software i el hardware d'adquisició de dades com a forma de convertir les pertorbacions que vol mesurar l'usuari en informació interpretable en un arxiu de dades. Finalment es presentarà el software (control PID) i el hardware bàsic de control per fixar les condicions d'operació que interessin en cada cas (control de nivell de temperatura, de cabal, etc.).</p> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classe teòrica</li> <li>Classe pràctica</li> <li>Treball d'abast reduït</li> <li>Treball d'abast ampli</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aportar els coneixements bàsics en adquisició de dades per poder realitzar un experiment tipus en el camp tèrmic.</li> <li>Aportar els coneixements bàsics en control i regulació per poder realitzar un experiment tipus en el camp tèrmic.</li> </ul>	
<p>Contingut 2. Sensors de temperatura</p>	<p>Dedicació: 22h</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p>Descripció:</p> <p>Estudi dels sensors de temperatura més habituals en funció del principi físic en el què es basen (efectes mecànics, efectes elèctrics, efecte de la radiació). S'insistirà especialment en els sensors de més àmplia utilització (termoresistències, termoparells). Es treballaran aspectes relacionats amb la precisió de les mesures en funció de l'emplaçament i construcció de les sondes (efectes de transferència de calor que modifiquin la temperatura real sense el sensor) o la transitorietat de les mesures respecte la inèrcia tèrmica pròpia del sensor</p> <p>Activitats vinculades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Classe teòrica</li> <li>Classe pràctica</li> </ul> <p>Objectius específics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Conèixer els tipus de sensor de temperatura més habituals i el seu marc d'aplicació.</li> <li>Aportar criteri en quan a la gestió dels errors de mesura associats a la instal·lació i la inèrcia tèrmica dels sensors de temperatura.</li> </ul>	

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

<p>Contingut 3. Sensors de pressió i cabalímetres</p>	<p>Dedicació: 21h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 1h 30m Aprentatge autònom: 15h</p>
---	--

<p><b>Descripció:</b> Com a segon grup de sensors a estudiar, aquest contingut engloba els sensors de pressió i de cabal, per estar basats en principis semblants, amb base en la mecànica de fluids. Es presentaran els tipus de sensor més habituals per la mesura de pressió absoluta, relativa i diferencial. Es descriuran els tipus de cabalímetre més usuals (Coriolis, magnètic, turbina, vòrtex, etc.), explicant el fonament físic en el que es basen i el seu marc d'aplicació.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït</p> <p><b>Objectius específics:</b> Descripció dels fonaments físics i marc d'aplicació dels sensors de pressió més habituals. Descripció dels fonaments físics i marc d'aplicació dels sensors de cabal més habituals.</p>	
---	--

<p>Contingut 4. Anemòmetre de fil calent</p>	<p>Dedicació: 21h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 1h 30m Aprentatge autònom: 15h</p>
--	--

<p><b>Descripció:</b> Presentació dels principis de mesura per anemometria de fil calent i dels paràmetres que caracteritzen les mesures (nivell de turbulència, mostreig, etc.). Presentació de diferents tipus de sensor (materials, geometria, uni/multi direccionals, etc.). Explicació detallada del funcionament d'una unitat i presa de mesures. Tractament estadístic de les dades obtingudes i estimació del error de mesura.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït Treball d'abast ampli</p> <p><b>Objectius específics:</b> Comprendre el principi i el funcionament d'una unitat de mesura per anemometria de fil calent. Interpretar i tractar correctament els resultats obtinguts.</p>	
--	--

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

<p>Contingut 5. Sensors d'humitat/concentració</p>	<p>Dedicació: 21h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 1h 30m Aprentatge autònom: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Context històric dels sensors d'humitat. Fonaments de psicrometria. Tipus de sensors d'humitat més comuns (psicròmetre, higròmetre de mirall fred, sensors polimèrics d'humitat relativa, sensors d'òxid d'alumini per detecció de traces, sensors òptics), presentant el seu principi físic, la seva operativa i el seu marc d'utilització.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït Treball d'abast ampli</p> <p><b>Objectius específics:</b> Conèixer els sensors d'humitat més comuns, els seus principis físics i el seu marc d'aplicació. Relacionar els sensors i les mesures proporcionades amb els fonaments de psicrometria corresponents.</p>	
<p>Contingut 6. Instrumentació i mesura en el camp del buit</p>	<p>Dedicació: 21h 30m</p> <p>Grup gran/Teoria: 5h Activitats dirigides: 1h 30m Aprentatge autònom: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Algunes aplicacions tecnològiques en què es fa necessari la gestió de certs nivells de buit, es necessiten uns instruments de mesura específics i una certa tecnologia per controlar-lo i quantificar-lo. Descripció de la tecnologia de construcció d'equips tèrmics que han de gestionar un nivell de buit elevat (soldadures, unions a pressió, materials, etc.), i dels instruments de mesura particulars d'aquesta aplicació (sensors de pressió de molt baix rang, espectròmetre de masses). Explicació detallada del funcionament d'un espectròmetre de masses dedicat a avaluar la qualitat del buit generat en una certa aplicació.</p> <p><b>Activitats vinculades:</b> Classe teòrica Classe pràctica Treball d'abast reduït Treball d'abast ampli</p> <p><b>Objectius específics:</b> Tecnologia del buit (construcció, control, etc.) Instruments de mesura en aplicacions de buit; èmfasi en l'espectròmetre de masses.</p>	

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

### Planificació d'activitats

<p>Classes de teoria</p>	<p>Dedicació: 40h Aprentatge autònom: 20h Grup gran/Teoria: 20h</p>
<p><b>Descripció:</b> Metodologia en grup gran. Exposició dels continguts de l'assignatura seguint un model de classe expositiva i participativa. La matèria s'ha organitzat en diferents grups de continguts d'acord a les àrees de coneixement de l'assignatura.</p> <p><b>Material de suport:</b> Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 2 (problemes) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement.</p> <p><b>Objectius específics:</b> En finalitzar aquesta activitat, l'alumne ha de ser capaç de dominar els coneixements adquirits, consolidar-los i aplicar-los correctament a diferents problemes tècnics. A més a més, essent una assignatura tecnocientífica aplicada, les classes de teoria han de servir com a complement d'altres assignatures tècniques de l'àmbit tèrmic relacionades, com Refrigeració, Motors Tèrmics o Energia Solar.</p>	
<p>Classes pràctiques</p>	<p>Dedicació: 25h Grup gran/Teoria: 10h Aprentatge autònom: 15h</p>
<p><b>Descripció:</b> Metodologia de grup gran i grup mitjà, sempre que la disponibilitat de professorat ho permeti. De cadascun dels temes, es realitzaran uns problemes a classe per tal de què els alumnes adquireixin les pautes necessàries per a portar a terme aquesta resolució: hipòtesis simplificadores, plantejament, resolució numèrica, discussió dels resultats.</p> <p><b>Material de suport:</b> Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 1 (teoria) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement.</p> <p><b>Objectius específics:</b> En finalitzar aquesta activitat, l'alumne ha de ser capaç d'aplicar els coneixements teòrics a la resolució de diferents tipus de problemes. Atenent a la metodologia l'alumne ha de ser capaç de:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Entendre l'enunciat i analitzar el problema.</li> <li>2.- Plantejar i desenvolupar un esquema de resolució del mateix.</li> <li>3.- Resoldre el problema emprant les equacions plantejades, amb un adequat algorisme de resolució.</li> <li>4.- Interpretar críticament els resultats.</li> </ol>	
<p>Treball teòric-pràctic dirigit</p>	<p>Dedicació: 14h Activitats dirigides: 4h Aprentatge autònom: 10h</p>

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

### Descripció:

Els estudiants hauran de fer treballs teòrics-pràctics dirigits. Els treballs consistiran en resoldre petits problemes, dels quals les dades de partida podran ser tant els resultats d'un experiment de laboratori com dades plantejades pel professor. L'estructura a seguir serà:

Preparació de la pràctica mitjançant un manual de pràctiques.

Grups de 2 ó 3 persones amb una durada màxima de 2 hores.

Discussió dels resultats obtinguts i dels problemes que han sorgit durant la realització de la pràctica.

Realització d'un informe relatiu a la pràctica realitzada amb resultats, qüestions i conclusions. Aquest informe s'avaluarà juntament amb la realització de la pràctica.

### Material de suport:

Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Es faran informes seguint unes pautes donades a classe.

### Objectius específics:

Consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques.

### Treball d'abast reduït

Dedicació: 12h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 10h

### Descripció:

Resolució de fins dos problemes basats en situacions plantejades pel professor.

### Material de suport:

Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Es farà un informe seguint unes pautes donades a classe.

### Objectius específics:

Consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques.

### Treball d'abast ampli

Dedicació: 12h

Activitats dirigides: 2h

Aprenentatge autònom: 10h

### Descripció:

Resolució d'un problema basats en situacions plantejades pel professor o pel alumne.

### Material de suport:

Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).

### Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:

Es farà un informe seguint unes pautes donades a classe.

### Objectius específics:

Ampliar i consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques.



## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

Proves de coneixement	Dedicació: 22h Activitats dirigides: 2h Aprentatge autònom: 20h
<p><b>Descripció:</b> Desenvolupament de proves de coneixement de l'assignatura dels continguts 1 i 2. Inclou aspectes teòrics i desenvolupament de problemes.</p> <p><b>Material de suport:</b> Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA).</p> <p><b>Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació:</b> Els exàmens es desenvoluparan lliurement i s'entregaran juntament amb l'enunciat degudament emplenat amb les dades personals requerides.</p> <p><b>Objectius específics:</b> Mostrar el nivell de coneixements assolit en les activitats teòriques i de problemes.</p>	

### Sistema de qualificació

Per %:

Prova escrita de control de coneixements (PE): 30

Prova oral de control de coneixements (PO): 0

Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR): 50

Assistència i participació en classes i laboratoris (AP): 20

Qualitat i rendiment del treball en grup (TG): 0

## 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

### Normes de realització de les activitats

A continuació es detallen les normes del sistema d'avaluació de les activitats formatives de l'assignatura.

Prova escrita de control de coneixements (PE):

Es farà un examen final de l'assignatura. L'alumne haurà de completar tant preguntes teòriques com problemes relacionats amb els continguts teòric i pràctic de l'assignatura. Les revisions i/o reclamacions en referència als exàmens es realitzaran d'acord a les dates i horaris establerts al calendari acadèmic.

Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR):

L'estudiant haurà de seguir les instruccions explicades a classe i contingudes a l'arxiu corresponent al treball que es proposarà a l'alumne en relació al diferents continguts docents de l'assignatura. Com a resultat d'aquestes activitats, l'estudiant haurà d'entregar un report (preferiblement en format pdf) al professor, amb la data límit que es fixi per a cada activitat. L'avaluació del treball comportarà tant la seva realització, com la seva possible defensa.

Assistència i participació en classes i laboratoris (AP):

Les pràctiques de laboratori es valoraran tant durant la seva realització com en l'execució dels exercicis de pràctiques que es proposaran; que poden iniciar-se durant l'horari de classes previst per aquest tipus d'activitat i que es completaran (se s'escau) com una activitat autònoma, seguint les instruccions donades a classe. Els resultats dels exercicis de pràctiques s'entregaran al professor seguint les instruccions donades a classe. L'avaluació de la pràctica comportarà tant la seva realització, com la seva possible defensa.

Qualitat i rendiment del treball en grup (TG):

Els informes de les pràctiques i/o els treballs en grup es valoraran a nivell individual sobre la defensa oral si s'escau i en conjunt sobre l'informe únic.

# 820758 - TETDTM - Tècniques Experimentals i Tractament de Dades en Termoenergètica

## Bibliografia

### Bàsica:

Benedict, Robert P. Fundamentals of temperature, pressure and flow measurements. 3a ed. New York: Wiley, cop. 1984. ISBN 0471893838.

Holman, J. P. (Jack Philip). Experimental methods for engineers. 8th ed. New York: McGraw-Hill, 2011. ISBN 9780071326483.

Northrop, Robert B. Introduction to instrumentation and measurements [en línia]. 3rd ed. Boca Raton, Fla: CRC Press, 2014 [Consulta: 12/09/2017]. Disponible a:

<<http://site.ebrary.com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11167243>>. ISBN 9781466596795.

Baker, Henry Dean; Ryder, E. A.; Baker, N. H. Temperature measurement in engineering. Stamford: Omega Press, cop. 1975.

Wiederhold, Pieter R. Water vapor measurement : methods and instrumentation. New York: Marcel Dekker Inc, 1997. ISBN 0824793196.

ASHRAE handbook. Fundamentals. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 1985-. ISBN 1523-7230.

Herold, Keith E. [et al.]. Absorption chillers and heat pumps [en línia]. 2nd ed. Boca Raton[etc.]: CRC, 2016 [Consulta: 07/09/2017]. Disponible a:

<<http://site.ebrary.com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya/detail.action?docID=11201095>>. ISBN 9781498714358.

### Altres recursos:

#### Material audiovisual

Notes made by the professors of the course

Recurs

Transparencies, proposed problems to be used in class

Recurs