



# Guia docent

## 220211 - 220211 - Tecnologia Energètica

Última modificació: 17/07/2024

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

**Unitat que imparteix:** 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2013). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024

**Crèdits ECTS:** 5.0

**Idiomes:** Català, Castellà

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** Yolanda Calventus

**Altres:** Gustavo Rausch, Ivette Rodríguez, Joaquim Rigola  
Lluís M. Domènech, Marina Garcia

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Coneixements de Termodinàmica. Coneixements de màquines tèrmiques: cicles amb turbina de vapor, turbina de gas i motors alternatius de combustió interna. Coneixements elementals de les diferents fonts d'energia i de les transformacions energètiques.

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

---

#### Específiques:

1. Coneixements i capacitats per al disseny i anàlisi de màquines i motors tèrmics, màquines hidràuliques i instal·lacions de calor i fred industrial.
3. Tenir coneixements adequats dels aspectes científics i tecnològics de: mètodes matemàtics, analítics i numèrics a l'enginyeria, enginyeria elèctrica, enginyeria energètica, enginyeria química, enginyeria mecànica, mecànica dels medis continus, electrònica industrial, automàtica, fabricació, materials, mètodes quantitius de gestió, informàtica industrial, urbanisme, infraestructures, etc
5. Coneixement i capacitats per a projectar i dissenyar instal·lacions elèctriques i de fluids, il·luminació, climatització i ventilació, estalvi i eficiència energètica, acústica, comunicacions, domòtica i edificis intel·ligents i instal·lacions de seguretat.
6. Ampliació d'alguna tecnologia específica dels àmbits següents: Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica, Enginyeria de la Construcció, Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica Industrial, Enginyeria Elèctrica, Enginyeria Electrònica, Enginyeria Mecànica, Enginyeria Química, Enginyeria Tèxtil i Paperera, Estadística i Investigació Operativa, Expressió Gràfica en l'Enginyeria, Física i Enginyeria Nuclear, Llenguatge i Sistemes Informàtics, Màquines i Motors Tèrmics, Matemàtica Aplicada, Mecànica de Fluids i Turbo màquines, Organització d'Empreses, Projectes d'Enginyeria, Resistència de Materials i Estructures, Enginyeria Aeroespacial.
7. Coneixements i capacitats que permetin comprendre, analitzar, explotar i gestionar les diferents fonts d'energia.

#### Bàsiques:

4. Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts i en contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.



## METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura s'organitza en :

- 1.- Classes en grups grans: en aquestes classes s'eplicarà la teoria de l'assignatura i també es resoldran exercicis pràctics. S'utilitzarà el mètode docent que el professor cregui més convenient per assolir els objectius fixats a l'assignatura.
- 2.- Classes en grups mitjans: En aquestes classes es desenvolupen sessions de problemes i pràctiques de laboratori. També es poden fer pràctiques amb suport informàtic.

La plataforma ATENEA s'utilitzarà com a suport en els dos tipus de classes que s'han descrit. S'utilitzarà com a transmissor i comunicador amb els alumnes.

a) Professor a estudiants:

- 1.- Programació d'activitats i informació
- 2.- Material d'aprenentatge
- 3.- Avaluacions de les activitats

b) Estudiants a professors:

- 1.- Preguntes i comentaris sobre el temari

c) Entre estudiants

- 1.- utilització del FORUM com a lloc d'informació i debat

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

- Adquirir coneixements exhaustius de les diferents fonts d'energia tant renovables com no renovables.
- Ser capaç d'obtenir energia utilitzable amb una eficiència energètica màxima i amb el mínim impacte ambiental possible.
- Adquirir la capacitat de treballar amb mètodes i tecnologies per a la utilització eficient de l'energia en base a criteris termodinàmics.

## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	30,0	24.00
Hores grup mitjà	15,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	80,0	64.00

**Dedicació total:** 125 h

## CONTINGUTS

### Contingut 1: Hidràulica i Geotèrmia

#### Descripció:

- 1.1 Energia Hidràulica
  - 1.1.1 Introducció. Potència d'una central
  - 1.1.2 Fonaments d'enginyeria hidràulica: fluxe en conductes tancats i en canals oberts
  - 1.1.3 Avaluació del recurs hídic. Aforos. Coeficient d'escorrentia
  - 1.1.4 Estructures hidràuliques. Tipus de preses
  - 1.1.5 Equips electromecànics. Tipus de turbines
  - 1.1.6 Impacte ambiental

#### 1.2 Geotèrmia

- 1.2.1 L'escorça terrestre
- 1.2.2 Evolució de l'escorça
- 1.2.3 Origen de la calor
- 1.2.4 Transport d'energia en els sistemes geotèrmics

#### 1.3 Sistemes geotèrmics: característiques generals

- 1.3.1 Sistemes Geotèrmics i Hidrotermals
- 1.3.2 Geoquímica dels fluids geotermals
- 1.3.3 Geotermòmetres

#### 1.4 Aprofitament dels sistemes geotèrmics

- 1.4.1 Característiques dels sistemes geotèrmics explotats
- 1.4.2 Explotació de l'energia geotèrmica
- 1.4.3 Tipus de Centrals Geotèrmiques
- 1.4.4 Impacte ambiental dels aprofitaments geotèrmics

#### Objectius específics:

- Capacitat per analitzar el comportament d'una central hidroelèctrica i avaluar les variables que intervenen en el càlcul de la potència de la mateixa
- Capacitat per realitzar un estudi fluidodinàmic i energètic d'un sistema d'aprofitament eòlic

#### Activitats vinculades:

Classes de teoria i classes pràctiques.  
Pràctica

#### Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 10h

## Contingut 2: Energia Eòlica

### Descripció:

- 2.1 Energia Eòlica
  - 2.1.1 Introducció
    - 2.1.1.1. Avantatges de l'energia eòlica
    - 2.1.1.2. Història de l'energia eòlica
  - 2.2.2 El vent i el seu aprofitament energètic
    - 2.2.2.1. Naturalesa i tipus de vent
    - 2.2.2.2. Potència eòlica (i potència d'una turbina eòlica)
    - 2.2.2.3. Rendiment. Límit de Betz
    - 2.2.2.4. Variabilitat de la velocitat del vent
    - 2.2.2.5. Corba de potència d'un aerogenerador

### Objectius específics:

- Capacitat per analitzar el comportament d'un sistema geotèrmic
- Capacitat per avaluar el comportament d'una central alimentada per combustibles fòssils, així com el seu impacte ambiental.

### Activitats vinculades:

Classes de teoria i classe pràctica.  
Pràctica informàtica

### Dedicació: 15h

Grup gran/Teoria: 3h  
Grup mitjà/Pràctiques: 2h  
Aprentatge autònom: 10h

## Contingut 3: Energia solar

### Descripció:

- 3.1 Introducció a la energia solar tèrmica. Conceptes teòrics.
- 3.2 Energia solar tèrmica en edificis i su equipament.
- 3.3 Col·lectors solar plans. Rendiment del col·lector solar pla.
- 3.4 Acumulació d'energia tèrmica a instal·lacions solars.
- 3.5 Caracterització i rendiment d'un sistema solar tèrmic de baixa temperatura.
- 3.6 Codi tècnic de l'edificació. Sistemes solars passius a edificis. Tècniques d'eficiència energètica per reduir les càrregues de calefacció i refrigeració a edificis.

### Objectius específics:

- Coneixer les tècniques per l'aprofitament de l'energia solar tèrmica i el seu rol a l'eficiència energètica a edificis.

### Activitats vinculades:

Classes de teoria i problemes.  
Treball de l'assignatura  
Activitats d'avaluació continuada

### Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 4h  
Grup mitjà/Pràctiques: 2h  
Aprentatge autònom: 12h

#### Contingut 4: Acumulació d'energia tèrmica

**Descripció:**

4.1 Introducció. Importància i avantatges de l'acumulació d'energia.

4.2 Mètodes i tècniques per a l'acumulació d'energia tèrmica. Integració en edificis. Acumulació estacional. Acumulació de fred. Nocions de dimensionat del sistema d'acumulació

**Objectius específics:**

Introducció a tècniques d'acumulació d'energia tèrmica i la seva possibilitat d'intergració a edificis.

**Activitats vinculades:**

Classes de Teoria i problemes

Treball de l'assignatura

Activitats d'avaluació continuada

**Dedicació:** 13h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

#### Contingut 5: Energia solar tèrmica d'alta temperatura

**Descripció:**

5.1 Introducció

5.2 Avantatges de la concentració solar per a la producció d'energia elèctrica. Tecnologies de concentració solar

5.3 Exemples de diferents plantes i tecnologies de concentració

5.4 Rendiment del camp solar i de la planta

**Objectius específics:**

Conèixer les principals tècniques de producció d'energia elèctrica amb energia solar tèrmica de concentració i el seu principi de funcionament.

**Activitats vinculades:**

Classes de teoria i problemes

Treball de l'assignatura

Activitats d'avaluació continuada

**Dedicació:** 13h

Grup gran/Teoria: 3h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 8h

## Contingut 6: Eficiència energètica a la indústria

### Descripció:

- 6.1 Introducció
- 6.2 Repàs del concepte de cogeneració
- 6.3 Criteris d'eficiència energètica
- 6.4 Estalvi energètic
- 6.5 Ajust d'una planta a la demanda tèrmica i elèctrica
- 6.6 Tecnologies de la Cogeneració

### Objectius específics:

- Donar una idea de l'eficiència energètica a la indústria
- Definir la cogeneració i les seves principals aplicacions al sector secundari i terciari
- Aplicar a problemes pràctics el càlcul dels diferents criteris d'eficiència en cogeneració i discernir quina planta serà més adequada d'instal·lar.
- Calcular en cada tipus de planta l'estalvi d'energia, atenent als diferents ajustos elèctric o tèrmic

### Activitats vinculades:

- Classes de teoria i problemes
- Treball de l'assignatura

### Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 2h

Aprenentatge autònom: 10h

## Contingut 7: Anàlisi exergètica i termoeconòmica de plantes de potència

### Descripció:

- 7.1 Introducció: el mètode exergètic
- 7.2 Exergia amb flux
- 7.3 Balanç exergètic en un sistema obert. Càlcul de l'exergia destruïda
- 7.4 Exergia d'un combustible
- 7.5 Paràmetres d'avaluació de plantes: Eficiència exergètica. Diagrama de flux exergètic
- 7.6 Percentatge d'exergia destruïda
- 7.7 Criteris d'eficiència exergètics en plantes de cogeneració
- 7.8 Anàlisi termoeconòmic

### Objectius específics:

- Aplicar el mètode exergètic i termoeconòmic per a l'estudi de la millora de plantes de potència.
- Avaluació de criteris

### Activitats vinculades:

- Classes de teoria i problemes

### Dedicació: 26h

Grup gran/Teoria: 6h

Grup mitjà/Pràctiques: 3h

Aprenentatge autònom: 17h



## Contingut 8: Estratègies per a la descarbonització. L'hidrogen

### Descripció:

- 8.1 Objectius climàtics UE 2050
- 8.2 Economia circular
- 8.3 Gasos renovables
  - 8.3.1 Biometà
- 8.4 L'Hidrògen. Propietats de l'hidrogen
- 8.5 Tipus d'hidrogen. Processos per a la producció d'hidrogen
- 8.6 Tecnologies CCUS
- 8.7 Emmagatzament de l'Hidrogen
- 8.8 Producció d'hidrogen a partir de l'electròlisi de l'aigua
- 8.9 Aplicacions de l'hidrogen verd
- 8.10 El NH<sub>3</sub> com a vector energètic

### Objectius específics:

Conèixer l'hidrogen com a vector energètic i els gasos renovables

### Activitats vinculades:

Classes de teoria  
Treball de l'assignatura  
Activitats d'avaluació continuada

### Dedicació: 7h

Grup gran/Teoria: 2h  
Aprenentatge autònom: 5h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Examen 1er Parcial N1P pes: 20%
- Exercicis complementaris continguts 6, 7, 8: 10%
- Activitats avaluació continuada continguts 3, 4, 5 pes 15%
- Examen 2n Parcial N2P pes: 31% (10% cont. 3, 4, 5 y 21% cont. 1 i 2)
- Activitats (Pràctiques continguts 1 i 2) NL pes: 14%
- Treball de l'assignatura NT pes: 10%

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- 1.- Els exàmens corresponents al primer parcial i al segon parcial es faran sense utilitzar llibres, apunts o altra material docent, excepte llibre de Taules i Gràfics, si s'escau, o d'un formulari que realitzarà cada alumne si el professor ho considera oportú.
- 2.- Respecte a les pràctiques s'haurà d'entregar un informe que oportunament comunicarà el professor.
- 3.- El treball de l'assignatura es realitzarà en grups i es presentarà via Atenea.

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Sala Lizarraga, J.M. Cogeneración: aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos. 3ª ed. Bilbao: Universidad del País Vasco, 1999. ISBN 8475855717.
- Madrid Vicente, A. Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones. Madrid: AMV Ediciones, 2009. ISBN 9788496709102.
- Bermúdez, Vicente. Tecnología energética. Valencia: Servicio de Publicaciones UPV, 2000. ISBN 8477218684.
- Calventus, Y. [et al.]. Tecnología energética y medio ambiente, vol. 1 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2006 [Consulta: 05/03/2014]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36818>. ISBN 8483018489.
- Calventus, Y. [et al.]. Tecnología energética y medio ambiente, vol. 2 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2006 [Consulta: 05/03/2014]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36819>. ISBN 8483018497.
- Beck, A.E.; Garven, G.; Stegena, L. Hydrogeological regimes and their subsurface thermal effects. Washington D.C: American Geophysical Union, 1991. ISBN 0875904513.
- Bear, Jacob. Dynamics of fluids in porous media. New York: Dover, 1988. ISBN 9780486656755.
- Çengel, Y. A.; Cimbala, J. M. Mecánica de fluidos: fundamentos y aplicaciones [en línia]. 4a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2018 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: [https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB\\_BooksVis?cod\\_primaria=1000187&codigo\\_libro=8102](https://www-ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8102). ISBN 9781456260941.
- Custodio, E.; Llamas M.R. Hidrología subterránea, vol. 2. 2 ed. corregida. Barcelona: Omega, 1983. ISBN 9788428204460.
- DiPippo, Ronald. Geothermal power plants: principles, applications, case studies and environmental impact. 4th ed. [s.l.]: Butterworth-Heinemann, 2015. ISBN 9780081002902.
- Dickson, M.H.; Fanelli, M. What is geothermal energy?. Routledge, 2011. ISBN 9781315793245.
- Guía para el desarrollo de una pequeña central hidroeléctrica, vol. 2. European Small Hydropower Association, 2006.
- Instituto de la Ingeniería de España. Energía geotérmica. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 1985. ISBN 8474743230.
- Kaviany, Massoud. Principles of heat transfer in porous media. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 1995. ISBN 9781461287100.
- Pous Jaume; Jutglar, Lluís. Energía geotérmica. Barcelona: CEAC, 2004. ISBN 9788432910616.
- Minicentrales hidroeléctricas [en línia]. Madrid: IDAE, 2006 [Consulta: 12/04/2022]. Disponible a: [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_2.1.7\\_Minicentrales\\_hidroelectricas\\_125f6cd9.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_2.1.7_Minicentrales_hidroelectricas_125f6cd9.pdf).
- Energía eólica [en línia]. Madrid: IDAE, 2006 [Consulta: 12/04/2022]. Disponible a: [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/10374\\_energia\\_eolica\\_a2006.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/10374_energia_eolica_a2006.pdf).
- Duffie, J.A.; Beckman, W.A. Solar engineering of thermal processes [en línia]. 4th ed. Chichester: Wiley, 2013 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781118671603>. ISBN 9781118671603.
- Kalogirou, Soteris A. Solar energy engineering: processes and systems [en línia]. Burlington: Elsevier/Academic Press, 2009 [Consulta: 03/10/2022]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780123745019/solar-energy-engineering>. ISBN 9780080922874.

## RECURSOS

---

### Material informàtic:

- Apunts de l'assignatura Tecnologia Energètica, mòdul d'Energia Solar Tèrmica. Apunts de la Professora Ivette Rodríguez per seguir aquest contingut

### Enllaç web:

- [www.energiza.org](http://www.energiza.org). És la web d'una revista on apareixen articles molt interessants relacionats amb la temàtica de l'assignatura.
- [www.acogen.es](http://www.acogen.es). És la web de l'associació espanyola de la cogeneració
- [www.gencat.cat/icaen/](http://www.gencat.cat/icaen/). És la web de l'Institut Català de l'Energia

### Altres recursos:

- Apunts