



TECNOLOGIA ENERGÈTICA I MEDI AMBIENT

Guia de l'assignatura



Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27804 Tecnologia Energètica i Medi Ambient. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en data 29/06/06

1

Crèdits: 6

Crèdits ECTS: 4,8

Tipus Troncal

Coordenador: P. Colomer (colomer@mmt.upc.edu)

Altres Professors: M. Gangolells, R. Carreras, A. Oliva, Y. Calventus, M. Quera, Y. Rodríguez

Departament: Màquines i Motors Tèrmics i Enginyeria de la Construcció

Presentació

Aquesta assignatura, de caràcter tecnològic, consta de dues parts clarament diferenciades: medi ambient (1,6 crèdits) i tecnologia energètica (4,4 crèdits)

Coneixements previs

Per al seguiment d'aquesta assignatura, tal com està planificada, es requereix un coneixement de la Termodinàmica en els seus aspectes bàsics i d'aplicació. Això implica un coneixement dels principis de la Termodinàmica i de les magnituds utilitzades (entalpia, energia interna, entropia,...) i el plantejament de balanços d'energia, entropia i exergia en tot tipus de dispositius. Així mateix, és convenient el coneixement dels diagrames termodinàmics i de les taules de propietats termodinàmiques i el seu maneig.

Posteriorment s'indicaran aquelles fonts bibliogràfiques i altres tipus d'aportacions que poden ser d'interès per al repàs d'aquests coneixements.

Camps professionals

Qualsevol relacionat amb la Termodinàmica aplicada a processos termo-mecànics o amb la Energètica en general i amb la tecnologia del medi ambient

Relació amb altres assignatures

Amb les assignatures de caràcter tecnològic

Objectius generals

Els objectius generals d'aquesta assignatura són els d'una visió àmplia sobre l'energia en quant a les seves fonts, transformacions i aplicacions tecnològiques. Si bé, per la dimensió del curs, no és possible una visió exhaustiva i profunda de cada apartat, sí que en permet una pinzellada per tenir una idea clara dels contorns de cada tecnologia i la seva possible projecció.

En l'àmbit de medi ambient, l'objectiu és l'estudi de les relacions entre les activitats industrials i el medi ambient, fent referència a la incidència que la indústria té i ha tingut sobre l'actual crisi mediambiental. Les principals eines de prevenció i control de la contaminació a la indústria també són objecte d'estudi dins d'aquest mòdul, aprofundint en els aspectes legislatius i normatius que poden afectar a les instal·lacions industrials.

En l'aspecte de la tecnologia energètica es pretén conèixer les diferents fonts d'energia, els combustibles, la combustió com font d'obtenció d'energia tèrmica, la utilització d'aquesta energia tèrmica per a l'obtenció d'energia mecànica i elèctrica mitjançant les màquines tèrmiques directes: motors de combustió interna, turbines de gas i turbines de vapor; el coneixement de les màquines

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27804 Tecnologia Energètica i Medi Ambient. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en data 29/06/06

2

inverses o de refrigeració i l'obtenció conjunta de calor i electricitat mitjançant la utilització de la cogeneració. Així mateix s'introduiran les energies alternatives i, dintre d'elles, la utilització de l'energia solar en els seus diversos aspectes.

Temari

Mòdul 1 Medi ambient

(1.6 crèdits)

- 1.1. Introducció a la problemàtica ambiental
 - 1.1.1. Referents històrics
 - 1.1.2. El concepte de sostenibilitat. Sostenibilitat forta versus sostenibilitat feble
 - 1.1.3. Indicadors de sostenibilitat: capacitat de càrrega i petjada ecològica
 - 1.1.4. Principals problemàtiques ambientals
- 1.2. El canvi climàtic
 - 1.2.1. Fenomenologia
 - Balanç energètic de la terra
 - Els gasos d'efecte hivernacle
 - 1.2.2. Variacions climàtiques
 - Tendències recents observades en el clima
 - Escenaris de futur en el clima
 - 1.2.3. Potencials impactes del canvi climàtic
 - 1.2.4. Estratègies de resposta al canvi climàtic
 - El Protocol de Kyoto
 - El comerç d'emissions
- 1.3. Els residus
 - 1.3.1. Introducció. Definició i classificació dels residus
 - 1.3.2. Caracterització dels residus industrials
 - 1.3.3. La gestió dels residus industrials
 - Marc legislatiu
 - Models de gestió dels residus industrials
 - Procediments de gestió dels residus industrials
- 1.4. La prevenció i el control de la contaminació
 - 1.4.1. Eines de gestió ambiental
 - Introducció al sistema de gestió ambiental
 - ISO 14000
 - Reglament EMAS
 - 1.4.2. La directiva IPPC
 - Introducció
 - Les millors tècniques disponibles
 - Valors límits d'emissió
 - Documents de referència
 - 1.4.3. La Llei d'Intervenció Integral de l'Administració Ambiental
 - Antecedents
 - Classificació de les activitats
 - Règims de permís ambiental

Mòdul 2 Fonts d'Energia. Combustibles i Combustió

(0.8 crèdits)

2.1. Fonts d'Energia

- 2.1.1. Fonts primàries d'energia i recursos energètics de la Terra
- 2.1.2. Demanda energètica de la humanitat i fonts d'energia
- 2.1.3. Interconversions energètiques
 - 2.1.3.1. Procediments clàssics: Ús de combustibles fòssils
 - 2.1.3.2. Alternatives basades en energies renovables
- 2.1.4. Breu introducció a noves tecnologies:
 - Energia eòlica
 - Energia de les mareas
 - Energia de l'onatge
 - Energia mecànica emmagatzemada en volants d'inèrcia
 - Geotèrmica de roca calenta
 - Geotèrmica hidrotermal
 - Energia Termotalàssica. Plantes OTEC
 - Col·lectors Piscina
 - Biomassa i Biocombustibles primaris i secundaris
 - Conreus agroenergètics
 - Fotolisi de l'aigua. Fotosíntesi no vegetal
 - Col·lectors solars
 - Aerogeneradors convectoris
 - Cèl·lules fotovoltaïques
 - Conversió electroquímica (cèl·lules de combustible)
 - Energia nuclear de fissió
 - Energia nuclear de fusió
- 2.1.5. Fuentes de documentació en temes energètics

2.2. Combustibles

- 2.2.1. Combustibles: conceptes bàsics
- 2.2.2. Petroli cru
 - 2.2.2.1. Derivats manufacturats del cru de petroli
 - 2.2.2.2. Refinat i reformat del petroli
- 2.2.3. Gas natural: transport, distribució, usos i propietats
- 2.2.4. Carbó: Classificació, tipus i usos
 - 2.2.4.1. Derivats manufacturats del carbó
- 2.2.5. Altres combustibles fòssils
- 2.2.6. GLP: Propà i butà comercial
- 2.2.7. Biomassa energètica
- 2.2.8. Combustibles sintètics i semisintètics
- 2.2.9. Propietats generals dels combustibles
 - 2.2.9.1. Composició
 - 2.2.9.2. Densitat
 - 2.2.9.3. Volatilitat
 - 2.2.9.4. Factors de caracterització
 - 2.2.9.5. Punt d'anilina
- 2.2.10. Propietats d'utilització dels combustibles per a motors
 - 2.2.10.1. Gasolines Auto : Poder detonant i Volatilitat
 - 2.2.10.2. Gas-oil i Fuel-oil: Viscositat, Inflamabilitat
- 2.2.11. Propietats energètiques : determinació del poder calorífic
- 2.2.12. Gasos combustibles:
 - 2.2.12.1. Famílies de gasos combustibles
 - 2.2.12.2. Índex de caracterització de Gasos
- 2.2.13. Efectes de la combustió sobre el medi ambient. Emissions

2.3. Combustió

- 2.3.1. Reaccions i tipus de combustió
- 2.3.2. Balanços de matèria i balanços elementals: Estequiometria de la combustió
- 2.3.3. Dosatge, barreges pobres i barreges riques. Combustió amb aire real
- 2.3.4. Models predictius i models de diagnòstic de la combustió
- 2.3.5. Ús de diagrames i de programes
- 2.3.6. Energètica de la combustió: Entalpia de reacció i Poder Calorífic
- 2.3.7. Temperatura de flama i factors dels quals depèn
- 2.3.8. Dissociacions tèrmiques i gènesi de contaminants
- 2.3.9. Aplicació a la interpretació de les emissions de NOx

Mòdul 3 Energia Solar i Acumulació Tèrmica

(0,8 crèdits)

- 3.1. Disponibilitat solar
 - 3.1.1. La constant solar
 - 3.1.2. Alteracions atmosfèriques
 - 3.1.3. Balanç global tèrmic
 - 3.1.4. Irradiositat sobre una superfície inclinada
- 3.2. Captació solar: el col·lector solar pla
 - 3.2.1. Descripció física
 - 3.2.2. Equació característica
 - 3.2.3. Guany solar
 - 3.2.4. Pèrdues tèrmiques
 - 3.2.5. Superfícies selectives
 - 3.2.6. Superfícies semitransparents
- 3.3. Acumulació tèrmica: el tanc solar, ús de la calor latent de canvi de fase
 - 3.3.1. Descripció física d'unitats d'acumulació
 - 3.3.2. Equacions característiques
 - 3.3.3. L'estratificació tèrmica
 - 3.3.4. Materials de canvi de fase
 - 3.3.5. Càrrega i descàrrega
- 3.4. Instal·lació solar completa. Instal·lacions d'ACS
 - 3.4.1. Descripció física d'instal·lacions
 - 3.4.2. Elements auxiliars: bescanviadors, bombes, reguladors
 - 3.4.3. Fracció solar i rendiment global
 - 3.4.4. Simulació d'instal·lacions
 - 3.4.5. Viabilitat econòmica

Mòdul 4 Màquines Tèrmiques Directes

(1,4 crèdits)

- 4.1. Motors alternatius de combustió interna (MACI)
 - 4.1.1. Motors alternatius de combustió interna: Introducció
 - 4.1.2. Característiques comunes dels motors alternatius de combustió interna
 - 4.1.2.1. Característiques dimensionals fonamentals
 - 4.1.2.2. Característiques constructives fonamentals
 - 4.1.2.3. Característiques operatives
 - 4.1.2.4. Característiques efectives
 - 4.1.3. Corbes característiques d'un motor
 - 4.1.4. Exigències i procediments de regulació dels MACI
 - 4.1.4.1. Maneres de regulació del parell
 - 4.1.4.2. L'alimentació del motor d'encès per guspira (Otto)
 - 4.1.4.3. L'alimentació del motor Dièsel

- 4.1.5. La renovació de la càrrega: sistemes de control
- 4.1.6. Predicció teòrica i anàlisi experimental del rendiment dels MACI
 - 4.1.6.1. Cicles de referència dels motors de combustió interna
 - 4.1.6.2. Determinacions experimentals de les magnituds indicades
- 4.1.7. Emissions de contaminants dels MACI
- 4.1.8. Qüestions de repàs i problemes resolts

- 4.2. Cicles de potència amb turbines de vapor
 - 4.2.1. Esquema general d'una instal·lació amb turbina de vapor.
 - 4.2.2. Cicle de Rankine. Representació en els diagrames T-s i h-s
 - 4.2.3. Principals transferències de calor i treball. Rendiment tèrmic
 - 4.2.4. Millora del rendiment tèrmic: Efecte de la pressió de la caldera, pressió del condensador i rescalfament del vapor
 - 4.2.5. Efecte de les irreversibilitats
 - 4.2.6. Cicles de Rankine modificats: cicle amb rescalfament intermedi, cicles amb regeneració

- 4.3. Cicles de potència amb turbina de gas
 - 4.3.1. Descripció del cicle de Joule o de Brayton
 - 4.3.2. Principals transferències de calor i treball. Rendiment tèrmic
 - 4.3.3. Anàlisi dels paràmetres que afecten al rendiment tèrmic
 - 4.3.4. Efecte de les irreversibilitats
 - 4.3.5. Cicles de Brayton modificats: cicle regeneratiu, cicle doble expansió i reescalfament intermedi, cicle amb doble compressió i refredament intermedi, cicles d'Ericson i Stirling
 - 4.3.6. Cicle combinat

Mòdul 5 Cogeneració

(1,0 crèdits)

- 5.1. Concepte de cogeneració. Avantatges i inconvenients
- 5.2. Situació de la cogeneració a Espanya i a Catalunya
- 5.3. Mapa energètic d'un centre consumidor. Criteri de selecció de grandària
- 5.4. Tecnologies utilitzades: MACI, Turbines de Gas, Turbines de Vapor. Comparances
 - 5.4.1. Tipus d'instal·lacions amb turbina de vapor
 - 5.4.1.1. Turbo-alternador independent de la xarxa: tipus i característiques
 - 5.4.1.2. Turbo-alternador en paral·lel amb la xarxa: tipus i característiques.
 - 5.4.2. Tipus d'instal·lacions amb turbines de gas
 - 5.4.2.1. Cicles simples i modificacions. Post-combustió. Caldera de recuperació
 - 5.4.2.2. Cicles combinats.
 - 5.4.2.3. Cicle amb injecció de vapor (Chen)
 - 5.4.3. Tipus d'instal·lacions amb MACI's
- 5.5. Criteris d'eficiència en cogeneració:
 - 5.5.1. Rendiment elèctric
 - 5.5.2. Rendiment de generació de calor de procés
 - 5.5.3. Factor d'utilització de l'energia (FUE)
 - 5.5.4. Rendiment elèctric equivalent i Artificial
 - 5.5.5. Consum específic de combustible
 - 5.5.6. Estalvi de combustible i índex d'estalvi d'energia primària
 - 5.5.7. Relació calor-electricitat

5.5.8. Rendiments exergetics

Mòdul 6 Màquines Tèrmiques Inverses

(0,4 crèdits)

- 6.1. Concepte de màquina tèrmica inversa. Màquina Frigorífica i Bomba de Calor
Característiques i coeficient d'eficiència
- 6.2. Cicle de Rankine invers. Principals transferències de calor i treball
- 6.3. Efecte de les Irreversibilitats
- 6.4. Cicles modificats. Efectes i aplicacions

Objectius específics dels mòduls

■ Mòdul I – Medi Ambient

En general es pretén proporcionar a l'alumne una informació general de les relacions entre l'activitat industrial i el medi ambient.

En acabar l'estudi d'aquest mòdul l'estudiant ha de ser capaç de:

- Reconèixer la problemàtica ambiental en el seu conjunt.
- Conèixer la fenomenologia del canvi climàtic, els seus potencials impactes i les estratègies de resposta, posant especial èmfasi a aquelles estratègies amb implicacions importants per a les activitats industrials.
- Conèixer els principals tipus de residus industrials, els models i els procediments de gestió.
- Conèixer les principals eines de prevenció i el control de la contaminació: sistemes de gestió mediambiental, la directiva IPPC i la LIIAA.
- Conèixer els aspectes bàsics del procés de legalització d'una activitat industrial.

■ Mòdul II – Fonts d'Energia, Combustibles i Combustió

En acabar l'estudi d'aquest mòdul l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer les fonts més importants d'energia.
- Conèixer, encara que de forma succinta, algunes de les tecnologies associades a cadascuna d'aquestes fonts.
- Conèixer algunes de les seves aplicacions més immediates, actuals i futures.
- Conèixer els tipus de combustibles, els seus orígens i les seves propietats més importants.
- Conèixer aquells paràmetres més significatius i que representen : índex de cetà, índex d'octà, ...
- Conèixer els processos de combustió en condicions teòriques i reals.
- Saber determinar numèricament la potència calorífica d'un combustible.
- Saber determinar una temperatura teòrica de flama i el mecanisme de càlcul d'una temperatura real.

■ Mòdul III – Energia Solar i acumulació tèrmica

En general es pretén proporcionar a l'alumne una informació sòlida encara que no exhaustiva sobre l'energia solar, acumulació d'energia i les seves aplicacions.

En acabar aquest mòdul, l'alumne ha d'estar en condicions de:

- Poder calcular la disponibilitat solar instantània per a qualsevol superfície terrestre.
- Conèixer la problemàtica del disseny de col·lectors, punts crítics i millores en estudi.
- Conèixer els sistemes d'acumulació d'energia per calor sensible i per calor latent, els seus avantatges i desavantatges i les condicions de disseny.
- Conèixer tots els principals elements i la seva connexió en una instal·lació solar completa destinada a aigua calenta sanitària (ACS).
- Conèixer les principals variables de disseny i els valors típics que s'assoleixen.
- Conèixer en aquestes instal·lacions els diferents nivells de simulació existents i quan acudir a un o altre nivell.

■ Mòdul IV – Màquines Tèrmiques Directes (MACI, Turbines de Gas, Turbines de Vapor)

En acabar l'estudi d'aquest mòdul l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer els processos fonamentals de funcionament d'un motor alternatiu així com les seves classificacions (tipus d'encesa i nombre de temps).
- Conèixer la descripció d'un motor alternatiu en els seus diversos components.
- Conèixer els tipus de cicles teòrics que s'utilitzen: Otto, Dièsel, mixt.
- Conèixer els paràmetres característics: pressió mitja, rendiments, consum específic, potències, corbes característiques ,
- Tenir un succint coneixement respecte als sistemes d'alimentació i encès, refrigeració i lubricació.
- Conèixer el funcionament general d'una central tèrmica que operi amb turbina de vapor.
- Conèixer el cicle de Rankine així com les principals transferències de calor i treball i la determinació d'un rendiment tèrmic.
- Conèixer aquelles modificacions bàsiques del cicle de Rankine que permetin la millora del rendiment: pressió de la caldera, pressió del condensador, temperatura màxima del vapor.
- Conèixer els cicles modificats amb rescalfaments i regeneratius i el seu efecte sobre el rendiment tèrmic
- Conèixer el cicle real i analitzar les possibles irreversibilitats i els seus efectes.
- Conèixer breument el tipus de turbines de vapor i algunes de les seves característiques: turbines d'acció i de reacció, axials, radials i mixtes.
- Conèixer l'esquema bàsic en una turbina de gas i els seus components.
- Conèixer el cicle de Joule o de Brayton standard d'aire, les principals transferències de calor i treball i la determinació del seu rendiment.
- Conèixer com afecta al treball i al rendiment paràmetres com la relació de pressions la relació isentròpica de temperatures,...
- Conèixer les modificacions bàsiques del cicle de Brayton quant a rescalfaments i refredaments intermedis i el cicle regeneratiu.
- Conèixer el cicle real, l'existència d'irreversibilitats i el seu efecte.
- Conèixer breument el cicle combinat i la seva utilització.
- Conèixer altres cicles tals com el cicle Ericson i Stirling, els seus avantatges i inconvenients, la seva aplicabilitat actual i futura.
- La resolució de problemes numèrics en els cicles aplicats a MACI, Turbina de Gas i de Vapor amb determinació de les transferències de calor, potència, rendiment tèrmic i si és possible irreversibilitats.

■ Mòdul V - Cogeneració

En acabar l'estudi d'aquest mòdul l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer els fonaments de la cogeneració i la seva finalitat, així com els seus avantatges i

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27804 Tecnologia Energètica i Medi Ambient. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en data 29/06/06

8

- inconvenients.
- Conèixer l'estat actual de la cogeneració a nivell de Catalunya i d'Espanya quant a tecnologies, grandàries, sectors i tipus d'indústries.
- Conèixer les tecnologies que s'apliquen a cogeneració de forma general primer i amb més atenció i profunditat posteriorment i els avantatges i inconvenients de cadascuna d'elles.
- Conèixer els tipus de cicles utilitzats en cada tecnologia: turbina de contrapressió i de condensació amb extracció en les turbines de vapor, cicles de Brayton simples i modificats, combinats i d'injecció de vapor en les turbines de gas i cicles utilitzats en MACI's.
- Conèixer tots aquells paràmetres que permetin caracteritzar una planta de cogeneració: rendiments elèctric i de calor útil, FUE, relació calor electricitat, rendiment elèctric equivalent i artificial, estalvi de combustible, rendiments exergetics, irreversibilitats.
- Aplicar els conceptes anteriors a problemes numèrics i determinar aquests paràmetres.

■ Mòdul VI – Màquines Tèrmiques Inverses

En acabar l'estudi d'aquest mòdul l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer els fonaments de la refrigeració i d'una bomba de calor.
- Conèixer els fluids de treball, les seves característiques fonamentals i el seu efecte mediambiental.
- Conèixer els cicles teòrics, l'avaluació de les principals transferències de calor i treball i la determinació d'un coeficient d'eficiència (COP).
- Conèixer el cicle real, l'existència d'irreversibilitats i les seves conseqüències.
- Conèixer encara que sigui molt breument l'existència de cicles en cascada i altres tipus d'aplicació real.
- Saber resoldre problemes simples mitjançant la utilització de taules i diagrames.

Metodologia de treball

Les classes són de teoria i problemes on s'exposen els continguts teòrics bàsics i es resolen els problemes. Es realitzen a l'aula. S'utilitza el mètode expositiu fent ús de la pissarra i de transparències. També es realitzen pràctiques a les aules d'ordinadors

Sessions teoria, problemes

- Es realitzen 4 hores de classe presencials a la setmana. Serien unes 3 hores de teoria i 1 h de problemes. Però aquesta proporció pot variar d'un mòdul a un altre

Organització en mòduls i temps de dedicació de l'estudiant

Mòdul	Temps de Classe	Temps d'estudi	Temps total
Mòdul 1. Medi ambient	16 hores	32 hores	48 hores
Mòdul 2: Fonts d'energia	6 hores	12 hores	18 hores
Mòdul 3: Energia solar	8 hores	16 hores	24 hores
Mòdul 4: Màquines tèrmiques directes	16 hores	32 hores	48 hores
Mòdul 5: Cogeneració	10 hores	20 hores	30 hores
Mòdul 6: Refrigeració	4 hores	8 hores	12 hores

Materials

Bibliografia bàsica

Tecnologia energètica i medi ambient. Tomo I i Tomo II. Y. Calventus, R. Carreras, M. Casals, P. Colomer, M. Costa, A. Jaén, S. Montserrat, A. Oliva, M. Quera, X. Roca. Aula Politècnica 114/Medio ambiente Edicions UPC, Barcelona. 1ª Edició, Febrer 2006.

Aquest llibre comprèn el desenvolupament de tots els mòduls quant a aspectes teòrics, problemes resoltos, problemes i qüestions proposades i pràctiques de laboratori.

Bibliografia complementària

- **Repàs de conceptes bàsics de Termodinàmica**

- **Termodinàmica: Guions de classe i problemes**. Professors UDI Termodinàmica i Físicoquímica. ETSEI Terrassa. (Termodinàmica de 3º de Ingenieria Industrial).
- M.J. Moran y H.N. Shapiro. **Fundamentos de Termodinàmica Técnica**. Ed. Reverté. Vol. I (1993).
- Y.A. Cengel y M.A. Boles. **Termodinàmica**. Ed. McGraw-Hill. Vol. I (2ª Ed.) (1996).
- K. Wark y D.A. Richards. **Termodinàmica**. Ed. McGraw-Hill (2000).

- **Altres materials**

- **Apunts de les assignatures : Termodinàmica Tècnica, Gestió Energètica Industrial, Motors Tèrmics, Refrigeració i Condicionament, Fonts d'Energia (Energia Solar), Combustibles i Combustió y Medi Ambient**. ETSEI Terrassa.
- **Taules i Gràfiques de Propietats Termodinàmiques**. Professors Departament de Màquines i Motors Tèrmics. Ed. CPDA ETSEI Barcelona (2000).
- **Problemes per a la seva resolució i per a autoavaluació**. Es lliuraran via e-mail o per ATENEA

■ Mòdul I

- E.Llebot ed. **Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya**. Institut Estudis Catalans (2005).
- X. Delgado i A. Queralt ed. **Canvi climàtic 2001 III Informe del grup intergovernamental d'experts sobre el canvi climàtic (IPCC)**. Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient: Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (2003).
- **Pàgines web:**

Pàgina web del Departament de Medi Ambient i Habitatge de la Generalitat de Catalunya.

www.gencat.es/mediamb/

Pàgina web de l'Agència de Residus de Catalunya

<http://www.arc-cat.net>

Pàgina web del Ministerio de Medio Ambiente

www.mma.es

■ Mòdul II

- G. Boyle. **Renewable Energy. Power for a Sustainable Energy.** Oxford University Press (1996).
- **Manuales de Energías renovables.** Biblioteca Cinco Días. Madrid (1993).
- V. Bermúdez y col. **Tecnología Energética.** Universitat Politècnica de València (2000).
- J.C.Jones. **Topics in Environmental and Safety Aspects of Combustion Technology.** Whittles Publishing (1977).
- E.L. Keating. **Applied Combustion.** Marcel Dekker Inc. (1993).
- I. Glassman . **Combustion.** (2ª Ed.) . Academic Press (1987).
- A.L. Miranda Barreras, R. Oliver Pujol. **La Combustion.** Ed. CEAC (1996).
- G.L.Borman, K.W. Ragland. **Combustion Engineering.** McGraw Hill (1998).
- **Combustibles y su combustion.** Centro de Estudios de la Energía. Madrid (1983).

■ Mòdul III

- G. Boyle . **Renewable Energy. Power for a Sustainable Energy..** Oxford University Press (1996).
- J.Duffie and W. Beckman . **Solar Engineering of Thermal Processes.** 2nd Ed. 1992.
- **Atlas de radiación solar de Catalunya.** ICAEN,1996.

■ Mòdul IV

- M.J. Moran y H.N. Shapiro. **Fundamentos de Termodinámica Técnica.** Ed. Reverté. Vol. I (1993), II (1994).
- Y.A. Cengel y M.A. Boles. **Termodinámica.** Ed. McGraw-Hill. Vol. I,II (2ª Ed.) (1996).
- K. Wark y D.A. Richards. **Termodinámica.** Ed. McGraw-Hill (2000).
- R.W. Haywood. **Análisis Termodinámico de Plantas Eléctricas.** R.W. Haywood. Ed. Limusa (1986).
- R. Stone .**Introduction to Internal Combustion Engines.** Public.SAE (2ª Ed.),Wanendale (USA).
- J.L. Lumley. **Engines. An introduction.** Cambridge University Press (1999).
- J.B. Heywood. **Internal Combustion Engine Fundamentals.** McGraw-Hill(1988).
- W.W. Bathie. **Fundamentals of Gas Turbines.** John Wiley Ed. (2ª Ed.) (1996).
- W.H. Severns, H.E. Degler, J.C. Miles. **Energía mediante vapor, aire o gas.** Ed. Reverté, S.A. (1982).
- R.W.Haywood. **Ciclos Termodinámicos de Potencia y Refrigeración.** Ed. Limusa (2ª ed.) (1999).

■ Mòdul V

- J.H. Horlock. **Cogeneration. Combined Heat and Power.** Pergamon Press (1987).
- J.M. Sala Lizarraga. **Cogeneración.** J.M. Sala Lizarraga. Universidad del País Vasco (2ª Ed.) (1994).
- L. Jutglar. **Cogeneración de calor y electricidad.** Ed. CEAC (1996)
- S.D.Hu. **Cogeneration.** Reston Pub. Co. (1985).

■ Mòdul VI

- H. Kirm. **La Bomba de calor.** Vol.I . El Instalador (1983).
- R.W.Haywood. **Ciclos Termodinámicos de Potencia y Refrigeración.** Ed. Limusa (2ª ed.) (1999).

ENGINYERIA EN ORGANITZACIÓ INDUSTRIAL

Modalitat presencial

27804 Tecnologia Energètica i Medi Ambient. Guia de l'assignatura

Aprovada en C.A.A de data 8/06/05

Modificada en data 29/06/06

11

- M.J. Moran y H.N. Shapiro. **Fundamentos de Termodinámica técnica**. Ed. Reverté. Vol. I (1993), II (1994).
- Y.A. Cengel y M.A. Boles. **Termodinámica**. Ed. McGraw-Hill. Vol. I,II (2ª Ed.) (1996).
- K. Wark y D.A. Richards. **Termodinámica**. Ed. McGraw-Hill (2000).

Avaluació

$$N_f = 0.5N_{1p} + 0.4N_{ef} + 0.1N_{ep}$$

N_f : Nota final

N_{1p} : Nota 1r parcial (mòdul 2, 3, 4)

N_{ef} : Nota examen final (mòdul 5, 6, 1)

N_{ep} : Nota pràctiques