**Nom assignatura**: Acumulación de energía térmica y termoquímica

**Codi**: (A omplir pel centre)

**Crèdits ECTS**: 5

**Idioma d’impartació: Català-Castellà-Anglès**

**Unitat responsable**:

**Departament**: Màquines i Motors Tèrmics

**Curs d’inici**: 2013/2014

**Titulacions**: Màster universitari en Enginyeria de l’Energia

**Responsable de l’assignatura**: Ivette Rodríguez Pérez / Yolanda Calventus Sole

|  |
| --- |
| **Requisits** |

Capacitats prèvies: Els aspectes generals de termodinàmica, de mecànica de fluids i de transferència de calor i massa.

Requisits:Coneixements equivalents a haver superat el curs d’anivellament del màster

|  |
| --- |
| **Professorat** |

Professor Responsable: Ivette Rodríguez Pérez /Yolanda Calventus Sole.

Professorat: Yolanda Calventus Sole,Pere Colomer Vilanova, Joaquim Rigola Serrano, Jesús Castro Gonzàlez.

Horari d’atenció: dimarts 15-17h, dimecres 16-18h, dijous 15-17h

|  |
| --- |
| **Metodologia** |

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

**Dedicació prevista de l’estudiant**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **hores** |
| Classes teòriques i conferències (CTC) | 20 |
| Classes pràctiques (CP) | 20 |
| Pràctiques de laboratori o taller (L/T) | 5 |
| Presentacions (PS) |  |
| Total (Grup Gran/Mitjà/Petit) | **45** |
| Tutories de treballs teòric pràctics (TD) | 5 |
| Total AD (Activitats Dirigides) | **5** |
| Projecte, activitat o treball d’abast reduït (PR) | 15 |
| Projecte o treball d’abast ampli (PA) | 30 |
| Estudi autònom (EA) | 30 |
| Total AA (Aprenentatge Autònom) | **75** |
| TOTAL | **125** |

**Sistema de qualificació**

|  |  |
| --- | --- |
|  | % |
| Prova escrita de control de coneixements (PE). | 50 |
| Prova oral de control de coneixements (PO). | 0 |
| Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR).  | 40 |
| Assistència i participació en classes i laboratoris (AP). | 5 |
| Qualitat i rendiment del treball en grup (TG). | 5 |

**Normes de realització de les activitats**

L’estudiant haurà de seguir les instruccions explicades a classe i contingudes a l'arxiu amb les activitats a desenvolupar en la pràctica. Com a resultat d’aquestes activitats, l’estudiant haurà d’entregar un report (preferiblement en format pdf) al professor, seguint les seves instruccions i amb la data límit que per a cada activitat s’hi fixi. L’avaluació del treball comportarà tant la seva realització, com també la seva defensa.

Pràctiques:

Els exercicis de pràctiques poden iniciar-se durant l’horari de classes previst per aquest tipus d’activitat i 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 pot comportar tant la seva realització, com també la seva defensa.

Exàmens:

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 amb referència als exàmens es realitzen d’acord a les dates i horaris establerts al calendari acadèmic.

|  |
| --- |
| **Objectius d’aprenentatge de l’assignatura** |

**Objectius**

L’assignatura presenta una descripció del nou paradigma energétic de generació distribuïda, de forma que l’acumulació d’energia tèrmica/termoquímica juga un paper preponderant desacoplant la generació d’energia del seu consum. També es dóna una descripció detallada de la majoria de tecnologies que es fan servir en l’acumulació d’energia tèrmica i termoquímica com ara: tancs d’acumulació d’energia tèrmica per calor sensible i/o latent, piles de combustible i la refrigeració per adsorció i absorció.

**Resultats de l’aprenentatge**

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

* Coneixement de sistemes i tecnologies.
* Coneixement d'aspectes mediambientals.
* Coneixement de materials utilitzats en equips d'emmagatzematge d'energia tèrmica i termoquímica.
* Coneixement d'aspectes relatius al disseny, avaluació, selecció i implementació de sistemes d'emmagatzematge tèrmic i químic.
* Coneixement de les cèl·lules de combustible, tipus de cèl·lules i el seu desenvolupament tecnològic.
* Coneixement de l'acumulació d'energia electroquímica i de l'obtenció i emmagatzematge de l'hidrogen com a vector energètic.

|  |
| --- |
| **Competències** |

**BÀSIQUES I GENERALS**

CG1 Integrar i aplicar els coneixements matemàtics, analítics, científics, instrumentals, tecnològics i de gestió adquirits en la formació universitària, així com la seva capacitat de resolució de problemes, dins l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

CG2: Dimensionar, analitzar, dissenyar i projectar equips, instal · lacions, infraestructures i processos de transformació i transport de l'energia en qualsevol de les fases o etapes de la cadena energètica, des de les fonts fins a l'ús final de l'energia i intervenir en processos de planificació, redacció, direcció i gestió de projectes en l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

CG3 Intervenir en processos de recerca, desenvolupament i innovació en l'àmbit de les tecnologies energètiques i de l'ús de l'energia en els sectors productius i de serveis, aportant nous coneixements, avenços tecnològics i solucions innovadores en equips de treball multidisciplinaris, nacionals o internacionals.

CG4: Analitzar de forma crítica les polítiques energètiques regionals, nacionals i supranacionals, i saber aplicar la legislació en matèria energètica en qualsevol dels àmbits de l'enginyeria de l'energia i de la gestió energètica.

CG6 Dur a terme dictàmens i assessorament tècnic en l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

**ESPECÍFIQUES**

CE1: Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com a "font d'energia" fins al seu ús com a "servei energètic". Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental, i formular judicis valoratius.

CE5: 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 més noves en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia tèrmica.

CE7: Analitzar el comportament equips i instal · lacions en operació a fi d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a la millorar l'eficiència energètica dels mateixos.

|  |
| --- |
| **Continguts** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 1.****Auditories energètiques** | **Dedicació**:  | **17h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 2h |
| Aprenentatge autònom | 11h |
| **Descripció:**Energia, exergia i altres indicadors de rendiment. Ús d'acumulació d'energia i bombes de calor. Sistemes de generació i emmagatzematge d'energia distribuïda: co-generació, cicles tèrmics i xarxes de fred i calor. |
| **Objectius específics:** * Repassar conceptes de rendiment energètic i exergètic.
* Introduir a l’alumne en el concepte d’energia distribuida.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 2.****Acumulació d'energia tèrmica per calor sensible** | **Dedicació**:  | **17h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 2h |
| Aprenentatge autònom | 11h |
| **Descripció:**Sistemes actius i passius. Principals mitjans d'acumulació. Importància de l'estratificació tèrmica. Estratègies per intensificar l'estratificació tèrmica. Quantificació de l'estratificació tèrmica: mètodes basats en balanços energètics i exergéticos. Modelització del sistema d'acumulació. |
| **Objectius específics:** * Descripció dels sistemes d’acumulació d'energia tèrmica per calor sensible.
* Introduir a l’alumne en la modelització d’aquests sistemes.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 3.****Acumulació d'energia tèrmica per calor latent** | **Dedicació**:  | **19h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 2h |
| Aprenentatge autònom | 13h |
| **Descripció:**Selecció dels materials de canvi de fase en funció de l'aplicació. Tipologia dels sistemes d'acumulació per canvi de fase. Modelització dels sistemes de canvi fase. |
| **Objectius específics:** * Descripció dels sistemes d’acumulació d'energia tèrmica per calor latent.
* Introduir a l’alumne en la modelització d’aquests sistemes.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 4.****Sistemes d'acumulació en plantes termo-solars** | **Dedicació**:  | **16h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 1h |
| Aprenentatge autònom | 11h |
| **Descripció:**Importància de l'acumulació d'energia en les plantes termo-solars. Tipologia dels principals sistemes utilitzats. Principals mitjans d'emmagatzematge: avantatges i desavantatges. Integració del sistema d'acumulació a la planta termosolar. Cost del sistema d'acumulació. |
| **Objectius específics:** * Descripció dels sistemes d’acumulació d'energia tèrmica per calor sensible.
* Introduir a l’alumne en l’anàlisi de costos en base a una avaluació tecnològica.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 5.****Acumulació d'energia termoquímica** | **Dedicació**:  | **15h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 1h |
| Aprenentatge autònom | 10h |
| **Descripció:**Principi de funcionament. Parelles reactives. Aplicacions: emmagatzematge d'energia en edificis, refrigeració per adsorció i absorció. Desenvolupaments en curs. Aspectes tecnològics. |
| **Objectius específics:** * Introducció al principi físic dels sistemes de sorció.
* Descripció de les tecnologies existents.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 6.****Acumulació d’ energía electroquímica** | **Dedicació**:  | **21.5h** |
| Classes teòriques i conferències | 3h |
| Classes pràctiques | 3h |
| Activitats dirigides | 2.5h |
| Aprenentatge autònom | 13h |
| **Descripció:**Cèl·lules de combustible: fonaments teòrics. Piles de combustible operacionals. Desenvolupament tecnològic dels diferents tipus de piles. |
| **Objectius específics:** * Introducció en a l’alumne a la tecnologia de cèl·lules de combustible.
* Descripció de tecnologies existents.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Contingut 7.****L'hidrogen com a vector energètic** | **Dedicació**:  | **16.5h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | 1.5h |
| Aprenentatge autònom | 11h |
| **Descripció:**Obtenció i emmagatzematge de l'hidrogen. Processament dels combustibles utilitzats en els diferents tipus de piles. Mètodes convencionals i no convencionals. |
| **Objectius específics:** * Descripció en l’obtenció de l'hidrogen i emmagatzematge.
* Descripció dels combustibles utilitzats en els diferents tipus de piles.
 |
| **Activitats vinculades:*** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |
| --- |
| **Planificació d’activitats** |
| **Classes de teoria** | **Dedicació**:  | **20h** |
| Classes teòriques i conferències | 15h |
| Classes pràctiques |  |
| Activitats dirigides |  |
| Aprenentatge autònom | 5h |
| **Descripció:**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. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 2 (problemes) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement. |
| **Objectius específics:** 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 técniques de l'àmbit tèrmic relacionades, com Refrigeració, Motors Tèrmics o Energia Solar. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Classes pràctiques** | **Dedicació**:  | **20h** |
| Classes teòriques i conferències |  |
| Classes pràctiques | 15h |
| Activitats dirigides |  |
| Aprenentatge autònom | 5h |
| **Descripció:**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 adquiereixin les pautes necessàries per a portar a terme aquesta resolució: hipòtesis simplificatòries, plantejament, resolució numèrica, discussió dels resultats. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**Aquesta activitat s'avalua conjuntament amb l'activitat 1 (teoria) mitjançant el treball de curs i les proves de coneixement. |
| **Objectius específics:** 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:1.- Entendre l'enunciat i analitzar el problema.2.- Plantejar i desenvolupar un esquema de resolució del mateix.3.- Resoldre el problema emprant les equacions platejades, amb un adequat algoritme de resolució.4.- Interpretar críticament els resultats. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Treball teòric-pràctic dirigit** | **Dedicació**:  | **17h** |
| Classes teòriques i conferències |  |
| Classes pràctiques | 7.5h |
| Activitats dirigides | 4.5h |
| Aprenentatge autònom | 5h |
| **Descripció:**Els estudiants hauràn de fer treballs teòrics-pràctics dirigits. Els treballs consistiran en resoldre petits problemes, dels quals les dades de partida podràn 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:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**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**:  | **25h** |
| Classes teòriques i conferències |  |
| Classes pràctiques |  |
| Activitats dirigides |  |
| Aprenentatge autònom | 25h |
| **Descripció:**Resolució de fins dos problemes basats en situacions plantejades pel professor. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**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**:  | **40h** |
| Classes teòriques i conferències |  |
| Classes pràctiques |  |
| Activitats dirigides |  |
| Aprenentatge autònom | 40h |
| **Descripció:**Resolució d’un problema basats en situacions plantejades pel professor o pel alumne. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**Es farà un informe seguint unes pautes donades a classe. |
| **Objectius específics:** Ampliar i consolidar els coneixements adquirits a classe de teoria i pràctiques. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Proves de coneixement** | **Dedicació**:  | **3h** |
| Classes teòriques i conferències |  |
| Classes pràctiques |  |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom |  |
| **Descripció:**Desenvolupament de proves de coneixement de l'assignatura dels continguts 1 i 2. Inclou aspectes teòrics i desenvolupament de problemes. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts del professor (reprografia i/o ATENEA). |
| **Lliurament:**Els exàmens es desenvoluparan lliurement i s'entregaran juntament amb l'enunciat degudament emplenat amb les dades personals requerides. |
| **Objectius específics:** Mostrar el nivell de coneixements assolit en les activitats teòriques i de problemes. |

|  |
| --- |
| **Bibliografia** |

**Bàsica**:

* S. Doty and W.C. Turner, *Energy Management Handbook*, 7th edition.
* D.Y. Goswami and F. Kreith, *Energy Conversion*, CRC Press, 2007.
* Eastop, T. D. and Croft, D. R., *Energy Efficiency for Engineers and Technologists*, Longman, 1990.
* Winter, C. J., Sizmann, R. L.. and Vant-Hull, L. L., Solar Power Plants, Springer-Verlag, 1990.
* *Thermal Energy Storage Systems and Applications*, edited by I. Dincer, and M. A. Rosen, John Wiley & Sons, UK, 2002.
* Herold, K. E., Radermacher, R. and Klein, S. A. *Absorption chillers and heat pumps*, CRC press, 1996.
* W. Vielstich. *Cèlulas de Combustión*. Ediciones Urmo, 1973.
* Karl Kordesch and Gunter Simader, *Fuel Cells and their applications*.

**Complementària**:

* Nield & Bejan. Convection in porous media, Springer. 2006.
* Solar Engineering of Thermal Processes, J. A. Due, W. A. Beckman. John Wiley & Sons, 1980.
* Alefeld, G. and Radermacher, R , *Heat conversion systems*, CRC press, 1994.
* Bogart, M., *Ammonia absorption refrigeration in industrial processes*, Gulf Publishing Company, 1981.
* James Larminie and Andrew Dicks, *Fuel Cell Systems Explained*.
* Gregor Hoogers, *Fuel Cells Technology*.

**Altres recursos:**

* Apunts realitzats pel professorat de l'assignatura.
* Material audiovisual: transparències, problemes proposats que es faran servir a classe.