**Nom assignatura**: Energia Solar Tèrmica

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

**Crèdits ECTS**: 5

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

**Unitat responsable**: 240 – ETSEIB – Escola Tècnica Superior d’Enginyeria Industrial de Barcelona

**Departament**: Màquines i Motors Tèrmics

**Curs d’inici**: 2013/2014

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

**Responsable de l’assignatura**: Ivette Rodríguez

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

Capacitats prèvies: Aspectes fonamentals de termodinàmica, mecànica de fluids i transferència de calor necessaris per a entendre el funcionament dels sistemes d’energia solar tèrmica.

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

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

Professor Responsable: Ivette Rodríguez

Professorat: Ivette Rodríguez, Assensi Oliva, Jesús Castro

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

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

*Valors posats a la memòria VERIFICA. No es poden canviar. Sí però es pot posar més detall.*

**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:**

*Valors posats a la memòria VERIFICA. No es poden canviar. Sí però es pot posar més detall.*

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).

**Dedicació prevista de l’estudiant**

*Valors posats a la memòria VERIFICA. Pots ajustar-los a les teves necessitats. El més pràctic és fer-ho per temes i després sumar.*

|  |  |
| --- | --- |
|  | **hores** |
| Classes teòriques i conferències (CTC) | 15 |
| Classes pràctiques (CP) | 15 |
| Pràctiques de laboratori o taller (L/T) |  |
| Presentacions (PS) |  |
| Total (Grup Gran/Mitjà/Petit) | **30** |
| Tutories de treballs teòric pràctics (TD) | 15 |
| Total AD (Activitats Dirigides) | **15** |
| Projecte, activitat o treball d’abast reduït (PR) | 30 |
| Projecte o treball d’abast ampli (PA) | 20 |
| Estudi autònom (EA) | 30 |
| Total AA (Aprenentatge Autònom) | **80** |
| TOTAL | **125** |

**Sistema de qualificació**

*Els màxims i mínims posats a la memòria VERIFICA són.*

|  |  |
| --- | --- |
| *mín. (%)* | *máxima (%)* |
| *20%* | *50%* |
| *0%* | *10%* |
| *20%* | *60%* |
| *0%* | *15%* |
| *0%* | *10%* |

|  |  |
| --- | --- |
|  | % |
| 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**

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.

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

**Objectius**

* Conèixer els fenòmens de transferència de calor (radiació, convecció, conducció) que tenen lloc als equips i sistemes solars tèrmics.
* Conèixer els materials i les seves propietats utilitzats a les aplicacions solars tèrmiques com ara: tractaments selectius, materials d’acumulació per canvi de fase, superfícies transparents aïllants, etc.
* Conèixer les diferents metodologies que permeten el càlcul i disseny d’equips i sistemes solars tèrmics. Utilització de diferents software de càlcul tan comercial com a desenvolupat al CTTC-UPC (CentreTecnològic de Transferència de Calor, Universitat Politècnica de Catalunya).
* Realització de diferents practiques per a l’assaig de col·lectors solars tèrmics i sistemes solars tèrmics al CTTC-UPC.
* Coneixement de diferents aplicacions de l’energia solar tèrmica com ara: a sistemes de refrigeració per absorció utilitzant l’energia solar tèrmica com a font primària d’energia , sistemes per a la producció d’energia elèctrica amb energia solar tèrmica de concentració (plantes solars termo-elèctriques).

**Resultats de l’aprenentatge**

*Podeu consultar a l’arxiu Excel els resultats que es van posar a la memòria VERIFICA
Podeu ampliar i concretar.*

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

* Coneix el rol de l’energia solar tèrmica al context del sistema energètic mundial i regional, les seves connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l’impacte de les tecnologies a un àmbit local i global.
* Ha de conèixer les diferents tecnologies per a l’aprofitament i ús de l’energia solar tèrmica.
* Ha de conèixer els diferents equips que es fan servir a les instal·lacions solars tèrmiques depenent del tipus d’aplicació.
* Disposa dels elements d’anàlisi i coneixements necessaris per tal de fer el càlcul i dimensionament dels diferents equips d’una instal·lació solar tèrmica
* Disposa dels elements d’anàlisi i coneixements necessaris per tal de fer un projecte a escala d’enginyeria bàsica relacionat amb el càlcul i dimensionament de instal·lacions solars tèrmiques tant de baixa com d’alta temperatura.
* Ha de conèixer els diferents aspectes medio-ambientals i les normatives vigents relacionades amb les instal·lacions solars tèrmiques tan de baixa com d’alta temperatura. Coneix també les diferents organitzacions rellevants i projectes rellevants a l’àmbit internacional relacionats amb aquestes tecnologies.

|  |
| --- |
| **Competències** |

*Són les incloses a la fitxa de la matèria en la memòria VERIFICA. No es poden canviar.*

**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.

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, font d'energia fins al seu ús com 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.

CE4 Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic i aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques més noves en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

CE6 Aplicar criteris tècnics i econòmics a la selecció de l'equip elèctric més adequat per a una determinada aplicació. Dimensionar equips i instal·lacions elèctriques. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques més noves en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.

CE7 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 d'aquests.

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

*Ompliu una taula per a cadascun dels temes de l’assignatura*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Introducció. Disponibilitat d’energia solar.** | **Dedicació**:  | **24h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 20h |
| **Descripció:**Conceptes bàsics sobre radiació solar i la seva disponibilitat. Estimació del radiació solar disponible en dependència de la localització geogràfica.  |
| **Objectius específics:** * Conèixer quina és la disponibilitat d’energia solar per tal d’optimitzar el seu aprofitament
* Esser capaç d’avaluar la posició angular del Sol
* Esser capaç d’estimar la radiació solar sobre una superfície inclinada
 |
| **Activitats vinculades:***A cadascuna de les activitats vinculades, li correspon una taula a l’apartat “Planificació d’activitats”** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball d’abast reduït
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Materials més utilitzats a energia solar tèrmica i les seves propietats**  | **Dedicació**:  | **5h** |
| Classes teòriques i conferències | 1h |
| Classes pràctiques | 1h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 3h |
| **Descripció:**Conceptes bàsics de les propietats radiants dels materials i la seva avaluació. |
| **Objectius específics:** * Fer un repàs de les propietats radiants tant de superfícies opaques com de superfícies transparents.
* Aprofundir en els materials més utilitzats als diferents tipus de captadors solars i les seves propietats.
* Avaluar les propietats espectrals dels materials.
* Avaluar els guanys a l’absorbidor d’un captador solar
 |
| **Activitats vinculades:***A cadascuna de les activitats vinculades, li correspon una taula a l’apartat “Planificació d’activitats”** Classe teòrica
* Classe pràctica
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. Captadors solars tèrmics** | **Dedicació**:  | **29h** |
| Classes teòriques i conferències | 3h |
| Classes pràctiques | 3h |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom | 20h |
| **Descripció:**Captadors solars tèrmics per a baixa, mitjana i alta temperatura (receptors solars d’alta temperatura). Principis d’operació. Estudi dels diferents mecanismes de transferència de calor. Definició del rendiment d’un captador solar. Assaig d’un captador solar de baixa temperatura. |
| **Objectius específics:** * Conèixer les diferents tecnologies utilitzades per a la captació de l’energia solar en dependència del rang de temperatures d’operació.
* Esser capaç d’avaluar des de un punt de vista tèrmic tant l’energia útil com al rendiment d’un captador amb independència de la tecnologia utilitzada.
* Coneixer les normatives per a l’assaig d’un captador solar.
* Realitzar l’assaig d’un captador solar.
 |
| **Activitats vinculades:***A cadascuna de les activitats vinculades, li correspon una taula a l’apartat “Planificació d’activitats”** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball teòric pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **4. Acumulació d’energia tèrmica a les instal·lacions solars** | **Dedicació**:  | **14h** |
| Classes teòriques i conferències | 3h |
| Classes pràctiques | 3h |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom | 5h |
| **Descripció:**Estudi de les tecnologies més utilitzades per a l’acumulació d’energia tèrmica a instal·lacions de baixa, mitjana i alta temperatura. Estudi de l’estratificació tèrmica i la seva influencia al rendiment dels sistemes solars tèrmics.  |
| **Objectius específics:** * Conèixer les diferents tecnologies utilitzades per a l’emmagatzement d’energia tèrmica
* Conèixer les propietats fonamentals dels diferents mitjans d’acumulació més utilitzats segons el tipus de tecnologia
* Importància i avaluació de l’estratificació tèrmica a uns sistema d’acumulació tèrmic.
* Conèixer les normatives per a l’assaig d’un sistema d’acumulació d’energia tèrmica de baixa temperatura
 |
| **Activitats vinculades:***A cadascuna de les activitats vinculades, li correspon una taula a l’apartat “Planificació d’activitats”** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball teòric pràctic dirigit
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **5. Instal·lacions solars tèrmiques.** | **Dedicació**:  | **50h** |
| Classes teòriques i conferències | 6h |
| Classes pràctiques | 6h |
| Activitats dirigides | 6h |
| Aprenentatge autònom | 32h |
| **Descripció:**Instal·lacions solars de baixa, mitjana i alta temperatura, plantes termo-solars. Càlcul, dimensionat i simulació de instal·lacions: i) sistemes domèstics per a l’escalfament d’aigua i calefacció; ii) instal·lacions amb refrigeració solar (absorció) tan domèstic com a industrial; iii) plantes termo-solares.  |
| **Objectius específics:** * Conèixer les diferents tecnologies utilitzades depenent del rang de temperatures de treball.
* Conèixer els diferents aspectes medio-ambientals i les normatives vigents relacionades amb les instal·lacions solars tèrmiques tan de baixa com d’alta temperatura.
* Conèixer les diferent metodologies i programes per al càlcul de instal·lacions solars tèrmiques
* Esser capaç de realitzar el càlcul i dimensionat de diferents tipus de instal·lacions solars tèrmiques com ara: instal·lacions per a l’escalfament d’aigua sanitària, instal·lacions de refrigeració per absorció, plantes termo-solars
 |
| **Activitats vinculades:***A cadascuna de les activitats vinculades, li correspon una taula a l’apartat “Planificació d’activitats”** Classe teòrica
* Classe pràctica
* Treball teòric pràctic dirigit
* Treball d’abast reduït
* Treball d’abast ampli
 |

|  |
| --- |
| **Planificaciód’activitats** |

*Ompliu una taula per a cadascun dels activitats de l’assignatura*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat teòrica contingut 1.** **Introducció i disponibilitat d’energia** | **Dedicació**:  | **5h** |
| Classes teòriques i conferències | 2h |
| Classes pràctiques | H |
| Activitats dirigides | H |
| Aprenentatge autònom | 3h |
| **Descripció:**Introducció als conceptes bàsics de radiació solar. Disponibilitat d’energia solar i balanç global a la Terra. Atenuació de la radiació solar a l’atmosfera. Posició del Sol i conceptes bàsics per a l’aprofitament de la radiació solar a les instal·lacions solars. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències.  |
| **Objectius específics:** * Conèixer quina és la disponibilitat d’energia solar per tal d’optimitzar el seu aprofitament
* Conèixer la distribució espectral de la radiació solar
* Esser capaç d’avaluar la posició angular del Sol
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat pràctica contingut 1.** **Estimació de la radiació solar** | **Dedicació**:  | **2h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 2h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 2h |
| **Descripció:**Estimació del radiació solar disponible en dependència de la localització geogràfica.  |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Bases de dades de radiació solar disponibles. |
| **Objectius específics:** * Utilitzar les bases de dades disponibles de radiació com a punt de partida de l’estimació de la radiació
* Comprendre i saber utilitzar les diferents correlacions proposades a la literatura per a l’estimació de les components de la radiació
* Estudiar els diferents models de radiació solar. Avantatges i desavantatges dels models.
* Esser capaç d’estimar la radiació solar per a qualsevol superfície en dependència de la localització geogràfica
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat contingut 1.** **Estimació de la radiació solar horària sobre una superfície inclinada** | **Dedicació**:  | **15h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 15h |
| **Descripció:**Treball d’abast reduït on s’estima la radiació solar sobre una superfície inclinada donat les dades de localització geogràfica |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Bases de dades de radiació solar disponibles. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats i el seu anàlisi |
| **Objectius específics:** * Esser capaç d’aplicar els coneixements adquirits tant a les classes teòriques com a pràctiques per a estimar la radiació solar
* Esser capaç d’analitzar els resultats i la seva dependència amb la localització geogràfica, l’època del any, la inclinació de la superfície, etc.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat teòrica contingut 2.****Propietats radiants dels materials. Característiques.** | **Dedicació**:  | **3h** |
| Classes teòriques i conferències | 1h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 2h |
| **Descripció:**Conceptes bàsics de les propietats radiants dels materials. Característiques dels materials utilitzats als captadors solars. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Fer un repàs de les propietats radiants tant de superfícies opaques com de superfícies transparents.
* Aprofundir en els materials més utilitzats als diferents tipus de captadors solars i les seves propietats.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat pràctica contingut 2.****Propietats radiants dels materials. Avaluació de les propietats espectrals.** | **Dedicació**:  | **2h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 1h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 1h |
| **Descripció:**Avaluar les propietats radiants dels materials en funció de la longitud d’ona i les característiques de l’espectre de la radiació incident |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Avaluar les propietats espectrals dels materials.
* A partir dels coneixements adquirits, avaluar els guanys a l’absorbidor d’un captador solar
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat teòrica contingut 3.****Captadors solars tèrmics. Tecnologies i característiques.** | **Dedicació**:  | **5h** |
| Classes teòriques i conferències | 3h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 2h |
| **Descripció:**Estudi de les diferents tecnologies existents en funció de la temperatura de treball i l’aplicació solar. Captadors solars tèrmics per a baixa, mitjana i alta temperatura (receptors solars d’alta temperatura). Característiques. Principis d’operació. Principals fluids de treball. Propietats termo-físiques. Estudi dels diferents mecanismes de transferència de calor. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Conèixer les deferents tecnologies utilitzades per a la captació de l’energia solar en dependència del rang de temperatures d’operació.
* Esser capaç de seleccionar un captador solar tèrmic en funció de la seva aplicació i temperatures de treball.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat pràctica contingut 3.****Captadors solars tèrmics. Rendiment d’un captador solar** | **Dedicació**:  | **6h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 3h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 3h |
| **Descripció:**Estudi dels diferents mecanismes de transferència de calor. Balanç tèrmic a un captador solar. Definició i càlcul del rendiment d’un captador solar. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Esser capaç d’avaluar des de un punt de vista tèrmic tant l’energia útil, pèrdues com al rendiment d’un captador amb independència de la tecnologia utilitzada.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat contingut 3.****Captadors solars tèrmics. Balanços tèrmics i rendiment.**  | **Dedicació**:  | **15h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 15h |
| **Descripció:**Treball d’abast reduït on s’han de posar en pràctica els coneixements adquirits per tal d’avaluar les pèrdues a un captador solar i el seu rendiment. El treball es podrà realitzar amb un captador solar pla o bé amb un receptor solar d’alta temperatura. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats i el seu anàlisi. Solucions per tal de millorar el rendiment d’un captador solar. |
| **Objectius específics:** * El/la alumne ha d’esser capaç de demostrar i aplicar els seus coneixements de transferència de calor i d’aplicar-los al càlcul de les pèrdues tèrmiques a un captador.
* Esser capaç de valorar la influència de la tipologia del captador i el materials utilitzats en el rendiment tèrmic d’un captador
* Aprofundir en els factors que influeixen en les pèrdues a un captador i el seu rendiment. Proposar solucions teòriques i pràctiques per a millorar el rendiment d’un captador.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat dirigida contingut 3.****Assaig del rendiment d’un captador solar**  | **Dedicació**:  | **3h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:**Activitat teòric-pràctica dirigida a conèixer com assajar un captador solar pla. S’assajarà un captador solar pla. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Normativa per l’assaig d’un captador solar tèrmic. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats de l’assaig experimental. |
| **Objectius específics:** * Conèixer la normativa d’assaig d’un captador solar tèrmic.
* Com determinar experimentalment la corba de rendiment d’un captador solar en condicions de radiació normal.
* Aprendre com s’han de considerar la influència de l’angle de incidència de la radiació i els fenòmens transitoris a partir dels resultats experimentals.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat teòrica contingut 4.****Acumulació tèrmica a instal·lacions solars. Tecnologies.** | **Dedicació**:  | **5h** |
| Classes teòriques i conferències | 3h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 2h |
| **Descripció:**Importància de l’acumulació de energia a les instal·lacions solar. Estudi de les tecnologies més utilitzades per a l’acumulació d’energia tèrmica a instal·lacions de baixa, mitjana i alta temperatura. Propietats dels diferents mitjans de acumulació tèrmica emprats a les instal·lacions solar.  |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Conèixer la importància i el rol del sistema d’acumulació tèrmica a una instal·lació solar tèrmica.
* Conèixer les diferents tecnologies utilitzades per a l’emmagatzement d’energia tèrmica en dependència del rang de temperatures de treball i l’aplicació.
* Conèixer les propietats fonamentals dels diferents mitjans d’acumulació més utilitzats segons el tipus de tecnologia
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat pràctica contingut 4.****Acumulació tèrmica a instal·lacions solars. Rendiment i estratificació.** | **Dedicació**:  | **6h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 3h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 3h |
| **Descripció:**A partir de diferents exercicis teòrics, estudiar l’estratificació tèrmica i la seva influencia al rendiment dels sistemes solars tèrmics. Rendiment del sistema d’acumulació tèrmica. Avaluació del funcionament del sistema d’acumulació tèrmica. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Comprendre el rol i la importància de l’estratificació tèrmica a un sistema d’acumulació tèrmic.
* Quantificar l’estratificació tèrmica i el rendiment d’un sistema d’acumulació tèrmica
* Conèixer els diferents models que permeten avaluar un sistema d’acumulació tèrmica.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat dirigida contingut 4.****Assaig d’un sistema d’acumulació tèrmica** | **Dedicació**:  | **3h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:**Activitat teòric-pràctica dirigida a conèixer com assajar un sistema d’acumulació tèrmica per a una instal·lació solar de baixa temperatura. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Normativa per l’assaig d’un sistema d’acumulació d’una instal·lació solar de baixa temperatura. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats de l’assaig experimental. |
| **Objectius específics:** * Conèixer la normativa d’assaig d’un sistema d’acumulació d’una instal·lació solar de baixa temperatura..
* Aprendre com determinar a partir dels resultats de l’assaig les pèrdues de un sistema d’acumulació i el seu rendiment.
* Caracterització del sistema d’acumulació a partir de los resultats experimentals
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat teòrica contingut 5.** **Instal·lacions solars tèrmiques. Tecnologies.** | **Dedicació**:  | **12h** |
| Classes teòriques i conferències | 6h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 6h |
| **Descripció:**Estudi de les diferents tecnologies existents per a la utilització de l’energia solar tèrmica.Instal·lacions solars de baixa, mitjana i alta temperatura, plantes termo-solars. Característiques i particularitats de cadascuna. 1. Instal·lacions solars tèrmiques per l’escalfament d’aigua i calefacció.
2. Refrigeració solar tant al sector residencial com al sector industrial
3. Instal·lacions per a la producció de energia elèctrica amb energia solar de concentració. Plantes termo-solares.

Normatives existents. El codi tècnic de l’edificació. Normatives aplicables a les plantes termo-solares.  |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Conèixer les diferents tecnologies utilitzades depenent del rang de temperatures de treball.
* Conèixer els diferents aspectes medio-ambientals i les normatives vigents relacionades amb les instal·lacions solars tèrmiques tan de baixa com d’alta temperatura.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat pràctica contingut 5.** **Instal·lacions solars tèrmiques. Càlcul i dimensionat.** | **Dedicació**:  | **12h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | 6h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 6h |
| **Descripció:**Càlcul, dimensionat i simulació de instal·lacions: i)Instal·lacions solars tèrmiques per l’escalfament d’aigua i calefacció.ii) Refrigeració solar tant al sector residencial com al sector industrialiii) Instal·lacions per a la producció de energia elèctrica amb energia solar de concentració. Plantes termo-solares.Metodologies i programes de càlcul a l’abast de l’enginyer.  |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Objectius específics:** * Conèixer les diferent metodologies i programes per al càlcul de instal·lacions solars tèrmiques
* Esser capaç de realitzar el càlcul i dimensionat de diferents tipus de instal·lacions solars tèrmiques com ara: instal·lacions per a l’escalfament d’aigua sanitària, instal·lacions de refrigeració per absorció, plantes termo-solars.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat dirigida contingut 5.****Càlcul d’una instal·lació solar amb el programa TRNSYS**  | **Dedicació**:  | **6h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | 6h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:**Activitat teòric-pràctica dirigida a aprendre l’ús d’un codi comercial per al dimensionament d’instal·lacions solars tèrmiques. |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Manual del programa TRNSYS. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats del càlcul d’una instal·lació. |
| **Objectius específics:** * Aprendre a dimensionar una instal·lació solar tèrmica de baixa temperatura.
* Aprendre a usar TRNSYS per a simular un sistema solar tèrmic.
* Entendre el funcionament bàsic de TRNSYS.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Activitat contingut 5.****Càlcul d’una instal·lació solar.**  | **Dedicació**:  | **20h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | h |
| Aprenentatge autònom | 20h |
| **Descripció:**Treball d’abast ampli on l’estudiant posarà en pràctica els coneixements adquirits i els integrarà per a realitzar l’estudi d’un sistema solar. Aquest treball es pot realitzar a qualsevol de les tecnologies estudiades en el curs.  |
| **Material:**Bibliografia recomanada. Apunts i transparències. Articles de revistes relacionades amb la temàtica. |
| **Lliurament:**Report amb els resultats i el seu anàlisi. Solucions per tal de millorar tan la cobertura solar com el rendiment de la instal·lació. |
| **Objectius específics:** * El/la alumne ha d’esser capaç de demostrar i aplicar els seus coneixements adquirits pel càlcul d’una instal·lació.
* Comprendre la dependència dels diferents paràmetres i equips en el resultat obtingut com ara la cobertura solar, el rendiment de la instal·lació i, en general , les pèrdues tèrmiques als diferents equips.
* Ésser capaç de aportar solucions per millorar el funcionament de la instal·lació solar.
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Prova de coneixement** | **Dedicació**:  | **3h** |
| Classes teòriques i conferències | h |
| Classes pràctiques | h |
| Activitats dirigides | 3h |
| Aprenentatge autònom | h |
| **Descripció:**Desenvolupament de l'examen final de l'assignatura. Aquesta prova inclou tot el contingut de l'assignatura. Inclou aspectes teòrics i desenvolupament de problemes. |
| **Material:**Formularis i taules que el professor facilitarà |
| **Lliurament:**L'examen es resol sobre el plec de fulls lliurats a l'inici de la prova per la part teòrica i/o sobre fulls addicionals fulls addicionals pels problemes. Els fulls addicionals, si n'hi ha, s'adjunten als de teoria en finalitzar la prova. |
| **Objectius específics:** * Mostrar el nivell de coneixements assolit en les activitats teòriques i de problemes.
 |

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

**Bàsica**:

1. J.A. Duffie, W.A. Beckman, Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons; 3rd Edition edition (8 Sep 2006)
2. Soteris A. Kalogirou. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Academic Press Ed. 2009.
3. G.N. Tiwari, Solar Energy: technology advances. Nova Science Publishers, Inc. 2006.
4. W. Vogel and H. Kalb. Large-scale solar thermal power. Wiley-VCH Verlag GmbH& Co. kGaA., 2011.
5. G.Alefeld, R.Radermacher, Heat Conversion Systems, CRC Press, Boca Raton, 1994.
6. K.E. Herold, R. Radermacher, S.A. Klein. Absorption Chillers and Heat Pumps, CRC Press, 1996.

**Complementària**:

1. TRNSYS 15. A Transient Simulation Program. User’s manual. SEL. Madison University, Wisconsin. 1999
2. Jeffrey M. Gordon. Solar Energy: The State of the Art. Routledge Ed. 2001.
3. W.A.Beckman, S.A. Klein, J. A. Duffie, Proyecto de Sistemas Térmico-Solares por el Método de las Curvas-f, W.A. Editorial Index, Madrid, 1982.
4. Charles Christopher Newton. Concentrated Solar Thermal Energy. VDM Verlag Dr. Mueller e.K. Ed. 2008.
5. Werner Vogel and Henry Kalb. Large-Scale Solar Thermal Power: Technologies, Costs and Development. Wiley-VCH; 23 edition. 2010.

**Altres recursos:**

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