



Nom assignatura:	Energia Solar Tèrmica
Codi:	820744
Crèdits ECTS:	5
Idioma d'impartició:	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

Metodologies docents

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

- Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
- Classes participatives (PART): resolució col·lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
- Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.
- Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
- Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
- Activitats d'Avaluació (EV).

Activitats formatives:

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

- Presencials
 - Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).
 - Classes participatives (CP): participar en la resolució col·lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula (presencial).
 - Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).
 - Treball teòric pràctic dirigit (TD): realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora (presencial).
- No Presencials
 - Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats (no presencial).
 - Projecte o treball d'abast ampli (PA): dissenyar, planificar i dur a terme individualment o en grup un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions (no presencial).
 - Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).

Dedicació prevista de l'estudiant

	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 (Aprentatge Autònom)	80
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

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 (Centre Tecnològic 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

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

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

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: 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:

- 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: - 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 influència 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: - 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-solars.		
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: - Classe teòrica - Classe pràctica - Treball teòric pràctic dirigit - Treball d'abast reduït - Treball d'abast ampli		

Planificació d'activitats

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 influència 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. i. Instal·lacions solars tèrmiques per l'escalfament d'aigua i calefacció. ii. Refrigeració solar tant al sector residencial com al sector industrial iii. 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 industrial iii) 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