Guia docent
820740 - ESF - Energia Solar Fotovoltaica

Última modificació: 08/04/2026

Unitat responsable: Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona
Unitat que imparteix: 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2013). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2014). (Assignatura optativa).
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2022). (Assignatura optativa).

Curs: 2026 **Crèdits ECTS:** 5.0 **Idiomes:** Anglès

PROFESSORAT

Professorat responsable: Ovejas Benedicto, Victòria Júlia

Altres: Ovejas Benedicto, Victòria Júlia
Bordonau Farrerons, Jose

CAPACITATS PRÈVIES

- Fonaments d'enginyeria elèctrica.

REQUISITS

- No té requisits específics.

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
CEMT-1. 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.
CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com 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 innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.
CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en 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 innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.
CEMT-7. 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 dels mateixos.

METODOLOGIES DOCENTS

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
o Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).
o 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).
o Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).
o 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
o 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).
o 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).
o 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).

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Objectius

L'àmbit de l'assignatura correspon a les tecnologies d'aprofitament energètic del sol que utilitza el efecte fotovoltaic. En aquest àmbit es pretén que els estudiants adquireixin els coneixements i habilitats necessaris per a la descripció i selecció d'equips, així com per al càlcul de prestacions dels diferents components del sistema i els aspectes d'anàlisi i disseny d'instal · lacions preexistents a nivell bàsic o de pre-projecte.
Es pretén donar un visió global de les tecnologies i mètodes que permeti a l'estudiant fer valoracions i estudis d'alternatives en la realització de projectes d'enginyeria tant en sistemes fotovoltaics autònoms com en sistemes fotovoltaics connectats a la xarxa.

Resultats de l'aprenentatge

Al final del curs, l'alumne serà capaç de:
- comprendre el paper de l'energia solar en el context del sistema regional i mundial de l'energia, les seves connotacions econòmiques, socials i ambientals, i l'impacte de la tecnologia en un context local i global.
- comprendre els principis físics de les cel · les fotovoltaicas (PV) i quines són les seves fonts de pèrdues.
- comprendre i aplicar els conceptes bàsics de la radiació solar necessàrios per dimensionar instal · lacions de sistemes fotovoltaics.
- conèixer les característiques elèctriques (corrent-voltatge i potència-tensió) de la cel · la solar, panell o generador i com influeixen els paràmetres mediambientals.
- conèixer les característiques més importants dels elements dins d'una instal · lació fotovoltaica i com funcionen: bateria i regulador de càrrega, convertidor CC / CC, convertidor CC / CA (inversor) i càrregues.
- conèixer i utilitzar una eina de programació per a l'enginyeria de sistemes fotovoltaics.
- conèixer les organitzacions pertinents, importants projectes a nivell internacional, les principals fonts d'informació i regulacions relacionades amb la tecnologia solar fotovoltaica.
- conèixer algunes aplicacions pràctiques que utilitzen els sistemes solars fotovoltaics i especificar, analitzar i dissenyar (dimensionar) un sistema fotovoltaic autònom i obtenir l'energia produïda pels sistemes fotovoltaics connectats a la xarxa elèctrica.
- conèixer i ser capaç d'analitzar el comportament de la demanda d'auto-consum i el mesurament de la gestió de la xarxa.
- dur a terme un projecte d'enginyeria bàsica relacionat amb el subministrament d'energia mitjançant tecnologia solar fotovoltaica.
- conèixer les principals línies d'investigació en el camp de l'energia solar fotovoltaica.
- aportar idees innovadores en el camp de l'energia solar fotovoltaica.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

Dedicació total: 125 h

CONTINGUTS

1. Introducció a l'Energia Solar Fotovoltaica

Descripció:
Introducció a l'energia solar fotovoltaica amb discussió dels seus avantatges i inconvenients i descripció dels components de un sistema fotovoltaic i de les aplicacions típiques.

Objectius específics:
Que l'estudiant conegui les possibilitats i aplicacions dels sistemes solars fotovoltaics.

Activitats vinculades:
cap

Competències relacionades:
CEMT-1. 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.

Dedicació: 4h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

2. Radiació Solar

Descripció:
Introducció a la radiació solar i a alguns conceptes importants relacionats com el cos negre, l'espectre solar, irradiància, irradiació, massa d'aire i hora pic solar. L'estudiant, a més emprarà PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), que és una eina que proveeix promitjos mensuals i anuals de la radiació global en superfícies horitzontals i inclinades, així com altres dades climàtiques relacionades amb l'energia solar fotovoltaica.

Objectius específics:
Que l'estudiant adquireixi el coneixement sobre els conceptes més importants de la radiació solar emprant sistemes fotovoltaics i aprengui a fer servir l'eina PVGIS.

Activitats vinculades:
Cap

Competències relacionades:
CEMT-1. 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.

Dedicació: 4h
Grup gran/Teoria: 2h
Aprenentatge autònom: 2h

3. Sistemes Fotovoltaics

Descripció:
Descripció:
A la primera part es presenta el comportament elèctric d'una cèl·lula solar fotovoltaica:
- Fonaments dels principis físics de la cèl·lula fotovoltaica: l'efecte fotovoltaic i com funciona una cèl·lula fotovoltaica.
- El comportament elèctric d'un díode i la seva corba.
- La cèl·lula solar il·luminada amb el seu símbol, circuit equivalent, equacions i corbes I-V.
- Paràmetres importants com el corrent de curtcircuit (Isc), el voltatge de circuit obert (Voc), el voltatge i el corrent al punt de màxima potència, l'eficiència i el el factor de format (FF).
- La corba P-V i els principals factors que afecten el rendiment de la cèl·lula solar.
- L'efecte dels factors atmosfèrics i ombres en una sèrie de mòduls fotovoltaics i el seu efecte en la corba I-V.
A la segona part es tracta sobre el Balanç del Sistema (BOS) i els tipus de sistemes fotovoltaics:
- Bateries.
- Reguladors.
- Convertidors CC/CC.
- Inversors (CC/CA).
- Convertidor CC/CC com a seguidor del punt de màxima potència (MPPT).
- Diferents configuracions dels sistemes fotovoltaics autònoms i connectats a la xarxa.

Objectius específics:
Que els estudiants adquireixin el coneixement i les habilitat necessàries per a la descripció, selecció, anàlisi i dimensionat de diferents components quant a un sistema fotovoltaic amb diferents configuracions.

Activitats vinculades:
1. Exercicis de sistemes fotovoltaics.

Competències relacionades:
CEMT-7. 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 dels mateixos.
CEMT-1. 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.
CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com 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 innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

Dedicació: 44h 20m
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 4h
Activitats dirigides: 5h
Aprenentatge autònom: 27h 20m

4. Anàlisi, dimensionat i manteniment d'instal·lacions emprant sistemes fotovoltaics.

Descripció:
- Dimensionament d'un sistema autònom
o Exemples de disseny i càlcul d'instal · lacions fotovoltaiques per a diferents tipus d'aplicacions (sistemes residencials, bombament d'aigua, etc).
- Disseny i obtenció de l'energia produïda a partir de sistemes fotovoltaics connectats a xarxa (GCPVS).
- Simulació de sistemes fotovoltaics autònoms i connectats a la xarxa, utilitzant el programa (software) PVSOL.
- Video-presentació d'instal · lacions fotovoltaiques.

Objectius específics:
Que els estudiants adquireixen els coneixements i habilitats necessaris per dur a terme a un projecte de sistemes autònoms i connectats a la xarxa, així com que coneguin els diferents tipus d'instal?lacions elèctriques fotovoltaiques amb les seves proteccions.

Activitats vinculades:
2. Projecte de sistemes autònoms i connectats a xarxa.

Competències relacionades:
CEMT-7. 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 dels mateixos.
CEMT-1. 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.
CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com 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 innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.
CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en 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 innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.

Dedicació: 72h 40m
Grup gran/Teoria: 10h 20m
Grup petit/Laboratori: 6h 20m
Activitats dirigides: 7h
Aprenentatge autònom: 49h

ACTIVITATS

1. Exercicis de Sistemes Fotovoltaics

Descripció:
Resolució d'exercicis a classe de forma individual o en grups petits amb l'assessorament del professor i exercicis per a resoldre individualment.

Objectius específics:
Aprofundir en els coneixements teòrics i en la seva aplicació a la resolució de problemes relacionat amb els sistemes fotovoltaics.

Material:
- Exemples de problemes resolts
- Enunciats de problemes amb respostes (autoaprenentatge)
- Enunciats de problemes a resoldre (avaluació continuada)

Lliurament:
Resolució dels exercicis proposats per resoldre a casa de forma individual o en petits grups.

Competències relacionades:
CEMT-4. Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic, així com 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 innovadores en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

Dedicació: 34h
Grup petit/Laboratori: 6h
Activitats dirigides: 6h
Aprenentatge autònom: 22h

2. Projecte de sistemes autònoms i connectats a xarxa

Descripció:
Aprenentatge basat en el disseny i planificació d'un projecte, treballant en grups, per aplicar i ampliar coneixement. Redacció d'un informe, que descriu l'enfocament, els resultats i les conclusions. Els estudiants han de dissenyar i dimensionar un sistema fotovoltaic autònom o connectat a xarxa.

Objectius específics:
L'alumne adquirirà les habilitats per seleccionar i dimensionar els components i equips més adequats per a un projecte solar fotovoltaic, així com els passos necessaris per dur-lo a terme.

Material:
- Exemples de projectes fotovoltaics autònoms i connectats a la xarxa.
- Programa informatic: PVSOL.
- Presentació en vídeo que mostra algunes instal?lacions fotovoltaiques.

Lliurament:
Informe del projecte.

Competències relacionades:
CEMT-6. Aplicar criteris tècnics i econòmics en 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 innovadores en l'àmbit de la producció, transport, distribució, emmagatzematge i ús de l'energia elèctrica.
CEMT-7. 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 dels mateixos.

Dedicació: 55h
Grup petit/Laboratori: 8h
Activitats dirigides: 10h
Aprenentatge autònom: 37h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Qualsevol acte de frau acadèmic, plagi, ús o tinença a l'abast de mitjans no autoritzats en qualsevol activitat d'avaluació comportarà la qualificació de zero (0) en la prova o lliurament afectat. A més, d'acord amb la normativa de la Universitat, la possible derivació dels fets per a l'obertura d'un expedient disciplinari implicarà que l'assignatura quedi en l'estat provisional de "pendent d'avaluació" fins a la resolució de l'expedient. La gestió d'aquestes incidències es desplega d'acord amb el **Marc d'actuació per a la integritat acadèmica en l'avaluació de la UPC**.

Informes de laboratori: 20 %.
Treball realitzat en grup: 30 %.
Rendiment i qualitat del treball en grup: 10 %.
Prova escrita de control de coneixements: 30 %.
Participació a classe: 10 %.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Per a la prova escrita de control de coneixements l'estudiant podrà disposar només d'un formulari i una calculadora programable.
Les nomes específiques dels treballs individuals i en grup es publicaran a la intranet docent.

BIBLIOGRAFIA

Complementària:

- Luque, A.; Hegedus, S. Handbook of photovoltaic science and engineering [en línia]. 2nd ed. Chichester, West Sussex, U.K: Wiley, 2011 [Consulta: 20/09/2022]. Disponible a: https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9780470974704. ISBN 9780470974704.
- Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie. Planning and installing photovoltaic systems : a guide for installers, architects and engineers DGS - Deutsche Gesellschaft für Sonnenergie [en línia]. 3rd ed. London: Earthscan, 2013 [Consulta: 24/03/2023]. Disponible a: https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=1323379. ISBN 9781849713436.
- Castañer Muñoz, Luis ; Silvestre Berges, Santiago. Modelling photovoltaic systems : using PSpice. Chichester: John Wiley & Sons, 2002. ISBN 9780470845271.
- Alonso Abella, Miguel. Sistemas fotovoltaicos : introducción al diseño y dimensionado de instalaciones de energía solar fotovoltaicas. 2a ed. Madrid: Publicaciones Técnicas, 2005. ISBN 8486913128.
- Alcor Cabrerizo, Enrique. Instalaciones solares fotovoltaicas. 4a ed. Sevilla: PROGENSA, 2008. ISBN 9788495693457.
- Universität Kassel. Photovoltaic Systems Technology [en línia]. SS 2003. Kassel: Universität Kassel, 2003 [Consulta: 27/05/2019]. Disponible a: https://es.scribd.com/document/26768123/Photovoltaic-Systems-Technology-SS-2003.