



## Guia docent 295112 - 295II132 - Sistemes d'Energies Renovables

Última modificació: 02/10/2025

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.  
749 - MAT - Departament de Matemàtiques.  
709 - DEE - Departament d'Enginyeria Elèctrica.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INTERDISCIPLINÀRIA I INNOVADORA (Pla 2019). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI ERASMUS MUNDUS EN SISTEMES D'HIDROGEN I TECNOLOGIES HABILITADORES (HYSET) (Pla 2024). (Assignatura optativa).  
MÀSTER UNIVERSITARI EN TECNOLOGIES PER A SISTEMES ENERGÈTICS DISTRIBUÏTS (Pla 2025). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2025      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Anglès

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** YOLANDA VIDAL SEGUI - GUILLERMO VELASCO QUESADA

**Altres:** Primer quadrimestre:  
ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: T11  
MARIA ELENA MARTIN CAÑADAS - Grup: T11  
GUILLERMO VELASCO QUESADA - Grup: T11  
YOLANDA VIDAL SEGUI - Grup: T11

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Enginyeria elèctrica i mecànica bàsica

### REQUISITS

---

Enginyeria elèctrica i mecànica bàsica

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Específiques:**

CEMUEII-11. Dissenyar i gestionar sistemes de processament i gestió per a la producció, emmagatzematge, conversió i distribució d'energia elèctrica utilitzant diferents tecnologies. (Competència específica de l'especialitat Sistemes Eficients / Efficient Systems)

**Genèriques:**

CGMUEII-01. Participar en projectes d'innovació tecnològica en problemes d'àmbit multidisciplinar, aplicant coneixements matemàtics, analítics, científics, instrumentals, tecnològics i de gestió.

CGMUEII-05. Comunicar hipòtesis, procediments i resultats a públics especialitzats i no especialitzats d'una forma clara i sense ambigüitats, tant de forma oral com mitjançant informes, esquemes i diagrames, en el context del desenvolupament de solucions tècniques per problemes de caràcter interdisciplinar.

**Transversals:**

05 TEQ. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, tot assumint compromisos considerant els recursos disponibles.

06 URI. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació de l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

03 TLG. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.

## RESULTATS D'APRENTATGE

---

**Coneixements:**

K1. Identificar els diferents recursos renovables com a fonts d'energia elèctrica.

K2. Identificar les particularitats estructurals i funcionals i la normativa aplicable dels sistemes elèctrics descentralitzats.

**Habilitats:**

S1. Analitzar, dissenyar i avaluar la fiabilitat i el cicle de vida dels sistemes elèctrics descentralitzats basats en fonts energètiques renovables. Avaluar la fiabilitat i el cicle de vida d'un sistema distribuït de generació d'energia a partir de recursos renovables.

S3. Valorar l'impacte i les necessitats de nous models de consum elèctric i relacionar-los amb el canvi de model energètic derivat de la descarbonització de les fonts d'energia.

S2. Analitzar els subsistemes electrònics necessaris en una central energètica renovable i avaluar les tecnologies d'automatització i control per a la gestió energètica de xarxes i microxarxes elèctriques intel·ligents d'un sistema energètic descentralitzat.

S04. Comprendre les tecnologies digitals avançades per aplicar-les amb perspectiva crítica en contextos diversos, en situacions acadèmiques, professionals, socials o personals, per exemple: anàlisi de dades, modelització multiescala, anàlisi tecnoeconòmica, anàlisi de sistemes ambientals.

S01. Comunicar-se eficaçment oralment, per escrit i de manera gràfica amb altres persones sobre l'aprenentatge, l'elaboració del pensament i la presa de decisions, i participar en debats, fent ús de les habilitats interpersonals, com l'escolta activa i l'empatia, que afavoreixen el treball en equip.

**Competències:**

C3. Desenvolupar la capacitat d'avaluar les desigualtats per raó de sexe i gènere, per dissenyar solucions per a aquestes desigualtats.

C1. Integrar els valors de la sostenibilitat, entenent la complexitat dels sistemes, a fi d'empendre o promoure accions que restableixin i mantinguin la salut dels ecosistemes i millorin la justícia, amb la qual cosa es generaran visions per a futurs sostenibles.

C2. Identificar i analitzar problemes que requereixin prendre decisions autònomes, informades i argumentades, per actuar amb responsabilitat social, seguint valors i principis ètics.

C03. Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informació en l'àmbit de la transició energètica i valorar de manera crítica els resultats d'aquesta gestió.

C02. Treballar com a membre d'un equip interdisciplinari, sigui com un membre més o exercint tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, assumint compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

La metodologia del curs combina lliçons de teoria, sessions de laboratori i desenvolupament de projectes.

## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

Aquest curs proporciona una visió general dels aspectes clau dels sistemes d'energies renovables. En primer lloc, ofereix informació sobre els components principals i la terminologia dels aerogeneradors, el recurs eòlic i la producció d'energia, els generadors i els controladors que intervenen en els aerogeneradors industrials moderns. En segon lloc, s'exposen principis sobre energia solar i sistemes fotovoltaics. En tercer lloc, es realitza el dimensionament dels sistemes fotovoltaics i el dimensionament dels sistemes d'energia eòlica i híbrida. Finalment, es dona una introducció a les microxarxes elèctriques.



## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores aprenentatge autònom	108,0	72.00
Hores grup petit	21,0	14.00
Hores grup gran	21,0	14.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Terminologia i Components d'Aerogeneradors

#### Descripció:

- Diferents tipus d'aerogeneradors.
- La mida dels aerogeneradors.
- Els components principals dels aerogeneradors d'eix horitzontal:
  - Rotor amb pales i cub.
  - Gòndola
- Transmissió amb coixinet principal, caixa de canvis, fre i generador
- Electrònica de potència composta per convertidor i transformadors.
  - Torre (acer tubular, celosia, ...).
  - Fundació (en terra, fixa en alta mar, flotant a alta mar)
- Els principals graus de llibertat:
  - Rotació azimuthal del rotor.
  - Rotació de guinyada de la gòndola sobre l'eix vertical.
  - Rotació de la inclinació de les pales sobre el seu eix longitudinal.
- Aerodinàmica bàsica d'aerogeneradors:
  - Lift
  - Stall

#### Activitats vinculades:

Sessió de laboratori (Activitat 1): Anàlisi i visualització de dades d'aerogeneradors (Matlab).

#### Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

### El recurs eòlic i l'energia generada

**Descripció:**

- Vents globals i locals.
- Turbulència
- L'energia en el vent (densitat de l'aire i àrea del rotor).
- Deflexió del vent per l'aerogenerador.
- La potència del vent.
- Velocitat d'inici, velocitat de tall i velocitat nominal del vent
- Vents terrestres i marins.
- Efecte ombra en parcs eòlics.
- Selecció del lloc d'instal·lació.
- La distribució de Weibull.
- Límit de Betz
- Funció de densitat de potència
- Corba de potència
- El coeficient de potència.

**Activitats vinculades:**

Sessió de laboratori (Activitat 2): Modelatge d'un aerogenerador utilitzant Matlab i Simulink

**Dedicació:** 4h

Grup gran/Teoria: 4h

### Estratègies de control

**Descripció:**

- Càlcul de la potència aerodinàmica a partir de la velocitat del vent, l'angle d'inclinació i la velocitat del rotor utilitzant corbes de potència de l'aerogenerador
- Aerogeneradors de pas controlat
- Turbines eòliques controlades
- Turbines eòliques controlades d'aturada activa.
- Altres mètodes de control (flaps, desviament parcial del vent, ...)

**Activitats vinculades:**

Sessió de laboratori (Activitat 3): Disseny de control d'aerogeneradors amb FAST (Fatiga, Aerodinàmica, Estructures i programari de turbulència)

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

### Aeroelasticitat en els aeroeneradors

**Descripció:**

- Forces inercials, estructurals i aerodinàmiques.
- Consideracions bàsiques de càrrega (càrregues extremes, càrregues de fatiga)
- Casos de càrrega per al disseny d'aerogeneradors

**Activitats vinculades:**

Sessió de laboratori (Activitat 4): Anàlisi de càrregues d'aerogeneradors.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## Generadors en energia eòlica

### Descripció:

- Model d'aerogeneradors.
- Transformacions vectorials.
- Generadors d'inducció.
- Generadors síncrons.
- Convertidors de potència en aerogeneradors.
- Convertidors de potència de dos nivells.
- Convertidors de potència de tres nivells.
- Control de convertidors de potència.
- Topologies i configuracions d'aerogeneradors.
- Aerogeneradors de velocitat fixa.
- Aerogeneradors de velocitat variable.
- Connexió a la xarxa
- Aerogeneradors aïllats.
- Connexió d'aerogeneradors a la xarxa elèctrica.
- Elements auxiliars.

### Activitats vinculades:

Sessió de laboratori (Activitat 5): model, simulació i control d'aerogeneradors amb Matlab

### Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## Energia solar i sistemes fotovoltaics

### Descripció:

- Introducció a l'energia solar.
- Classificació: arquitectura bioclimàtica, energia solar tèrmica i energia solar fotovoltaica.
- Cèl·lules i mòduls fotovoltaics (FV).
- Principals components d'un sistema fotovoltaic.
- Matriu solar fotovoltaica.
- Càrrega de bateria i sistema d'emmagatzematge basat en bateria.
- Convertidors de corrent DC-DC i reguladors de bateria.
- Inversors fora de la xarxa i connectats a la xarxa.
- Aspectes pràctics i localització de components.
- Recollida de dades per a dimensionament de sistemes solars fotovoltaics.
- Perfil de consum.
- Potencial solar i irradiació.
- Fulls de dades i dades del fabricant.
- Exemples de dimensionament de sistemes solars fotovoltaics.
- Sistemes fotovoltaics autònoms.
- Dimensionament dels sistemes fotovoltaics de bombament d'aigua.
- Dimensionament de sistemes fotovoltaics connectats a la xarxa.

### Activitats vinculades:

- Sessions de laboratori (Activitat 6): Experimentació pràctica de sistemes d'energia solar amb models a escala de laboratori.
- Sessions de laboratori (Activitat 7): programari PVsyst per dimensionar sistemes d'energia solar fotovoltaica.

### Dedicació: 4h

Grup gran/Teoria: 4h

### Dimensionament de sistemes eòlics i híbrids d'energia

**Descripció:**

- Introducció als sistemes d'energia híbrida (eòlica i solar).
- Integració de sistemes renovables.
  - Bus energètics: bus de CA i CC.
- Recull de dades per dimensionar sistemes solars híbrids.
  - Perfil de consum.
  - Potencials solars i eòlics, irradiació i dades del vent.
  - Fulls de dades i dades del fabricant.
- Dimensionament de sistemes eòlics i híbrids.
  - Dimensionament de sistemes eòlics autònoms i d'energia híbrida.
  - Dimensionament de sistemes d'energia eòlica i híbrida de bombament d'aigua.
  - Dimensionament de sistemes eòlics i d'energia híbrida connectats a la xarxa.

**Activitats vinculades:**

- Sessions de laboratori (Activitat 8): experimentació pràctica de sistemes d'energia eòlica amb models a escala de laboratori.
- Sessions de laboratori (Activitat 9): MATLAB i entorn de simulació basat en Simulink per a l'estudi de comportament de sistemes fotovoltaics d'energia solar, eòlica i híbrida.

**Dedicació:** 4h

Grup gran/Teoria: 4h

### Introducció a les microxarxes elèctriques

**Descripció:**

- Introducció a les microxarxes elèctriques.
- Elements d'una microxarxa: generació renovable, càrregues i consumidors, i prosumidors.
  - Processament energètic i gestió de microxarxa.
- Microgrids cooperatives i d'intercanvi d'energia d'igual a igual.
  - Processament d'energia i gestió de microxarxes d'intercanvi d'energia d'igual a igual.

**Activitats vinculades:**

Sessions de laboratori (Activitat 10): MATLAB i entorn de simulació basat en Simulink per a l'estudi conductual d'una microxarxa de llars.

**Dedicació:** 2h

Grup gran/Teoria: 2h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Primer examen parcial 30%

Segon examen parcial 15%

Tercer examen parcial 30%

Projectes 25%

No es programa examen de reavaluació

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Hau, Erich. Wind turbines : fundamentals, technologies, application, economics [en línia]. 3rd ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2013 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-27151-9>. ISBN 9783642271519.
- Jha, A. R. Wind turbine technology. Boca Raton, Fla.: CRC, cop. 2011. ISBN 781439815069.
- Burton, Tony [et al.]. Wind energy handbook [en línia]. 2nd ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2011 [Consulta: 15/04/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781119992714>. ISBN 9781119992714.
- Manwell, J. F. ; McGowan, J. G. ; Rogers, A. L. Wind energy explained : theory, design and application [en línia]. 2n ed. [Chichester]: John Wiley & Sons, 2010 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <http://site.ebrary.com/lib/upcatalunya/docDetail.action?docID=10419452>. ISBN 9780470686287.
- Heier, Siegfried. Grid integration of wind energy : onshore and offshore conversion systems [en línia]. 3rd ed. Chichester [etc.]: John Wiley & Sons, 2014 [Consulta: 20/04/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118703274>. ISBN 9781118703274.
- Eicker, Ursula. Solar technologies for buildings. Chichester: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 047148637X.
- Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Vol. 1. Madrid: CIEMAT, 2007. ISBN 9788478345403.
- Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas. Fundamentos, dimensionado y aplicaciones de la energía solar fotovoltaica. Vol. 2. Madrid: CIEMAT, 2007. ISBN 9788478345403.
- Pareja Aparicio, Miguel. Energía solar fotovoltaica : cálculo de una instalación aislada. 2ª ed. Barcelona: Marcombo, S.A., 2010. ISBN 9788426715968.
- Pareja Aparicio, Miguel. Radiación solar y su aprovechamiento energético. Barcelona: Marcombo, S.A., 2009. ISBN 9788426715593.
- Solar Energy International. Photovoltaics : design and installation manual : renewable energy, education for a sustainable future. Philadelphia, Pa.: New Society Publishers, 2004. ISBN 9709638855.

## RECURSOS

---

### Material informàtic:

- Matlab & Simulink. Programari de Simulació
- PVsyst. Programari pel dimensionament de sistemes d'energia solar PV

### Altres recursos:

Models a escala de laboratori d'energia solar i eòlica