

**ESCOLA UNIVERSITÀRIA D'ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL DE BARCELONA**

**ENGINYER TÈCNIC INDUSTRIAL. Especialitat en Mecànica**



*Fitxa de descripci3 d'assignatura*



<b>Assignatura:</b>	<b>Energies Renovables</b>	<b>Sigles:</b>	<b>ER</b>
		<b>Codi:</b>	<b>29748</b>
		<b>Curs:</b>	<b>2006-2007</b>

<b>Tipus:</b>	Optativa	<b>Crèdits totals ECTS:</b>	5	<b>Hores/setmana totals:</b>	10
<b>Idioma:</b>	Català / castell	<b>Crèdits presencials Teoria:</b>	0,7	<b>Hores/setmana presencials Teoria:</b>	1,5
<b>Hores/Cr.</b>		<b>Crèdits presencials Problemes:</b>	0,8	<b>Hores/setmana presencials Problemes:</b>	1,7
<b>Quadrimestre:</b>	Primavera	<b>Crèdits presencials Laboratori:</b>	0,4	<b>Hores/setmana presencials Laboratori:</b>	0,8
<b>Nivell:</b>	Grau	<b>Crèdits no presencials:</b>	3,1	<b>Hores/setmana no presencials:</b>	6

**rees de coneixement(BOE):** ....

**Descriptors (BOE):** ....

**Coordinador:** Jordi de la Hoz i Casas

**Prerquisits:**

**Correquisits:**

**Objectius generals:** L'assignatura d'Energies Renovables és una de les diferents assignatures ofertades dins de la nova intensificaci3. Aquesta assignatura neix amb la voluntat d'apropar als alumnes de l'Escola els principals sistemes energètics de producci3 d'energia elèctrica aollits al règim especial, en concret els sistemes fotovoltaics connectats a la xarxa, els sistemes e3lics i els hidràulics.

**Objectius especifics de cada tema:**

Tema 1.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç d'identificar i saber:  
 Quins s3n els principis bàsics de funcionament d'una instal·laci3 fotovoltaica  
 Els trets diferencials entre els sistemes aut3noms i connectats i les seves possibles aplicacions  
 Qu és una cèl·lula, un m3dul i un generador fotovoltaic i les seves funcions  
 Qu és un inversor i les seves funcions  
 Les principals proteccions en els sistemes fotovoltaics  
 El sistema de monitoritzaci3 i les seves funcions

Tema 2.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de definir/saber:  
 Les classes de sistemes fotovoltaics segons el RD 436 i les seves implicacions econ3miques  
 Les classes de sistemes fotovoltaics derivades de la Instrucci3 5/2006 i les seves implicacions tècniques  
 Els principals requisits que han de complir les instal·lacions fotovoltaiques sotmeses al RD 1663/2000  
 Els principals requisits que han de complir els parcs solars  
 Els trets m3s característics dels processos administratius per legalitzar una instal·laci3 fotovoltaica a Catalunya

Tema 3.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:  
 Quins s3n els principis físics d'operaci3 d'una cèl·lula fotovoltaica  
 Els tipus de cèl·lules fotovoltaiques  
 Les característiques principals dels paràmetres de placa d'una cèl·lula fotovoltaica  
 Qu és un m3dul i un generador fotovoltaic  
 Quina és el model elèctric del generador fotovoltaic i la seva resposta a les variacions de la temperatura i irradiància  
 Qu és el punt de treball màxim del generador fotovoltaic  
 Els principis de funcionament dels seguidors del punt de treball màxim

Tema 4.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:  
 Quins s3n els principis de funcionament dels inversors connectats a la xarxa  
 Quines s3n les característiques principals dels inversors per aplicacions de connexi3 a xarxa

Què és la detecció anti-illa, quina és la seva utilitat i com es mesura la impedància de xarxa  
Com es realitza la sincronització dels inversors a la xarxa

Tema 5.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Quina és la principal legislació aplicable en temes de seguretat de les instal·lacions fotovoltaïques  
Els elements de protecció necessaris i les seves principals característiques  
Els límits de treball permesos per als sistemes fotovoltaïcs  
Grau d'aïllament  
La posta a terra de les instal·lacions fotovoltaïques

Tema 6.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Els principals conceptes de la geometria solar  
Què és la radiació extraterrestre  
Què és la radiació global sobre superfície horitzontal  
Què és la radiació directa i difusa sobre superfície horitzontal  
Com s'estima la radiació difusa sobre superfície horitzontal  
Què és la radiació solar global sobre superfície inclinada i com es calcula  
Quins són els millors models per calcular la radiació global sobre superfície inclinada  
Fer servir l'Atlas de Radiació Solar de Catalunya en les aplicacions de disseny de les instal·lacions fotovoltaïques

Tema 7.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Quin és el potencial dels sistemes eòlics a Espanya i al món  
Les potencialitats del vent com a recurs energètic  
Les lleis bàsiques de la conversió del vent a energia mecànica  
Quins són els principals tipus constructius de turbines eòliques  
Què són els parcs eòlics i els *offshore*

Tema 8.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Què són les turbines i els tipus de control de potència  
Què és una multiplicadora i com funciona  
Els diferents tipus de generadores i les seves principals característiques  
El funcionament dels inversors i el seu control aplicat als sistemes eòlics

Tema 9.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Les principals estructures dels parcs eòlics i les seves alternatives  
En què consisteixen les instal·lacions elèctriques dels parcs eòlics i les seves parts  
Els principals sistemes i elements de protecció dels parcs eòlics

Tema 10.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

El funcionament i les característiques bàsiques de la xarxa elèctrica  
Els requeriments d'operació  
Quins són els procediments d'interconnexió i com es comproven els requeriments mitjançant la simulació digital

Tema 11.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Els principals requisits del manteniment dels parcs eòlics  
Els principals requisits del manteniment predictiu dels parcs eòlics

Tema 12.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Quin és el procés de legalització d'un parc eòlic  
Com determinar la rendibilitat dels parcs eòlics

Tema 13.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Què és una central hidroelèctrica

Com es genera l'energia elèctrica

Quins són els components necessaris

Diferenciar una central hidroelèctrica ordinària d'una minicentral (Capacitat de producció, components i necessitats)

Diferenciar els tipus de centrals hidroelèctriques i les diferents estratègies de regulació

La situació actual de les minicentrals i les seves perspectives de futur

Tema 14.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Quines dades hidrològiques i orogràfiques es necessiten per al dimensionament previ d'una minicentral

Com aconseguir les dades hidrològiques, i en el procediment a seguir per al seu tractament

Què són les tres corbes principals per al dimensionament d'una minicentral (anàlisi d'escorrentia, corba de duració de flux diari, corba de relació de nivell riu-cabal)

Dur a terme el dimensionament previ de la central a partir de les dades hidrològiques atenent als tres criteris bàsics de disseny

Tema 15.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

La funció dels elements d'obra civil de les minicentrals

Els criteris bàsics de dimensionament dels elements d'obra civil de les centrals

Les bases de funcionament d'una turbina

Establir un criteri de selecció entre els diversos tipus de turbines hidràuliques

Com determinar la rendibilitat dels parcs eòlics

Tema 16.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Els aspectes fonamentals de funcionament de la màquina síncrona

Els principis de funcionament del generador síncron acoblat a una xarxa infinita

Com es regula el generador síncron acoblat a una xarxa infinita

Les particularitats del generador síncron autònom

Com es realitza la sincronització de la màquina

Els aspectes fonamentals de funcionament de la màquina asíncrona com a generador

Distingir els avantatges i inconvenients de cada tipus de màquina funcionant com a generador

Establir els criteris per a la seva elecció

Tema 17.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Com es controla el generador, integrat en el sistema que conforma la minicentral, per regular la potència activa i reactiva en funció de les demandes de càrrega o de programació

Quina és la funció dels diversos equips y sistemes auxiliars de la minicentral hidroelèctrica

Tema 18.- Al finalitzar el tema l'estudiant serà capaç de saber:

Com estimar el cost d'una minicentral

Estimar la producció d'una central i el cost de la producció

Quins són els procediments administratius a realitzar per a la concessió del projecte d'una minicentral

Com es realitza un estudi d'impacte ambiental

Quins són els efectes positius pel mediambient de les minicentrals hidràuliques

**Objectius transversals:**

Al seu pas per l'assignatura l'estudiant aprendrà a

Analitzar i valorar les diferents alternatives possibles durant el plantejament, formulació i dissenys dels sistemes de producció

Aportar solucions en la resolució dels projectes  
Treballar amb el software de càlcul i disseny dels sistemes energètics  
Gestionar els recursos i objectius dels projectes encarregats  
Treballar en equips multidisciplinaris  
Redactar la documentació necessària vinculada als projectes  
Presentar oralment i defensar els projectes realitzats

### **Programa de Teoria:**

#### **Sistemes Fotovoltaics**

Tema 1: Introducció als sistemes fotovoltaics

Tema 2: Sistemes fotovoltaics connectats a la xarxa. Classes i legislació aplicable

Tema 3: La cèl·lula, el mòdul i el generador fotovoltaic

Tema 4: L'inversor i el seguidor del punt de treball a màxima potència

Tema 5: La seguretat i les proteccions en els sistemes fotovoltaics

Tema 6: La radiació solar

#### **Sistemes Eòlics**

Tema 7: Introducció als sistemes eòlics

Tema 8: L'estructura dels aerogeneradors

Tema 9: L'estructura dels parcs eòlics

Tema 10: La integració en la xarxa elèctrica

Tema 11: Explotació dels parcs eòlics

Tema 12: La legalització dels projectes eòlics

#### **Sistemes Hidràulics**

Tema 13: Introducció als sistemes hidràulics. Conceptes bàsics

Tema 14: Estudi hidrològic. Criteris de dimensionament

Tema 15: Obra civil. Equip hidromecànic principal

Tema 16: Equip elèctric principal

Tema 17: Regulació i control. Equips i sistemes auxiliars

Tema 18: Aspectes mediambientals. Aspectes econòmics. Procediment administratiu

Etc.

### **Pràctiques de Laboratori:**

1. *Caracterització de diversos tipus de panells fotovoltaics (cedits per SunEnergy GmbH). Adquisició i monitorització d'arrays*
2. *Planificació i connexió d'un sistema fotovoltaic connectat a la xarxa*
3. *Planificació i connexions d'un sistema fotovoltaic aïllat*
4. *Generador síncron connectat a una xarxa infinita*
5. *Generador asíncron autònom i connectat a una xarxa infinita*
6. *Integració dels sistemes d'Energies renovables a la xarxa*

### **Activitats No Presencials:**

1. Consolidació dels coneixements adquirits mitjançant l'estudi i l'aprofundiment dels temes tractats
2. Consolidació dels coneixements adquirits mitjançant la realització dels projectes definits amb el suport i la tutorització dels professors

**Càrrega setmanal de l'estudiant en hores:**

Tipus activitat / Setmana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total	
Teoria	4	4	3	3	3	3																20
Pràctiques			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								12
Problemes (PBL)							2	3	3	3	3	3	3	3								23
No presencial																						
Treball individual	2	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4							60
Treball en grup		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4							32
Proves orals o escrites							1								2		3					6
Altres activitats																						
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>10</b>							<b>153</b>

**Metodologia docent:** La assignatura utilitza la metodologia expositiva en un 30%, el treball individual en un 16%, el treball en grups (cooperatius o no) en un 20% y l'aprenentatge basat en projectes en un 34% (o altres).

La metodologia creada aposta per l'aprenentatge basat en problemes, però degut a la gran quantitat de matèria i la dificultat d'aquesta s'ha optat per seguir un sistema mixt. Aquest sistema consisteix en realitzar un seguit de classes presencials que apropin inicialment als estudiants en la matèria per més tard dur a terme un aprenentatge basat en problemes on els estudiants, amb el suport dels professors, hauran de dissenyar un seguit d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica. També s'ha volgut dotar a l'assignatura d'un seguit de pràctiques directament relacionades amb la temàtica a tractar, per dur a terme les pràctiques es disposa dels laboratoris dels departaments d'Enginyeria Elèctrica i Electrònica a l'EUETIB, així com les instal·lacions i materials que les diferents empreses que col·laboren en aquesta assignatura cedeixen.

Dins dels apartats de teoria, que compren les sessions presencials i el treball PBL, existiran durant el curs quatre fites avaluable. D'aquestes quatre fites, la fita número dos i tres es duran a terme en grups de com a màxim quatre persones.

**Primera fita:** Examen parcial; un cop s'hagin realitzat totes les sessions teòriques del curs, els alumnes hauran de dur a terme un procés d'avaluació dels continguts impartits en les sessions presencials, així com d'aquells materials docents lliurats. (25% de la nota dels crèdits de teoria)

Finalitzades les sessions teòriques els professors oferiran als alumnes un seguit de projectes a realitzar en l'àmbit de les instal·lacions solars fotovoltaïques connectades a la xarxa, les instal·lacions d'energia eòlica i les centrals hidroelèctriques. Els alumnes hauran d'escollir com a mínim dos projectes centrats en àmbits energètics diferents, els projectes de diferents àmbits energètics podran estar relacionats. La segona i tercera fita consistiran en dur a terme el disseny de la instal·lació proposada, redacció de la memòria tècnica de la instal·lació i defensa de la memòria elaborada.

**Segona i tercera fita:** projecte d'instal·lacions proposada (cada fita val 25% de la nota dels crèdits de teoria)

En els dos casos les tasques consistiran en la:

- Redacció de la memòria del projecte
- Presentació i defensa de la memòria elaborada pel grup
- Avaluació de la memòria d'un projecte i la seva defensa realitzat per un altre grup

**Quarta fita:** Examen parcial; disseny d'una instal·lació en l'àmbit escollit per l'alumne (25% de la nota dels crèdits de teoria). Donat l'enunciat del projecte els alumnes, de manera individual, hauran de:

- Dissenyar la instal·lació i redactar la seva memòria tècnica
- Elaborar la documentació tècnica pertinent per legalitzar la instal·lació

En l'apartat de pràctiques es centrarà l'atenció en els aspectes més importants dels sistemes de producció estudiats, la seva connexió a la xarxa, el seu comportament i l'impacte que aquests sistemes produeixen a la xarxa.

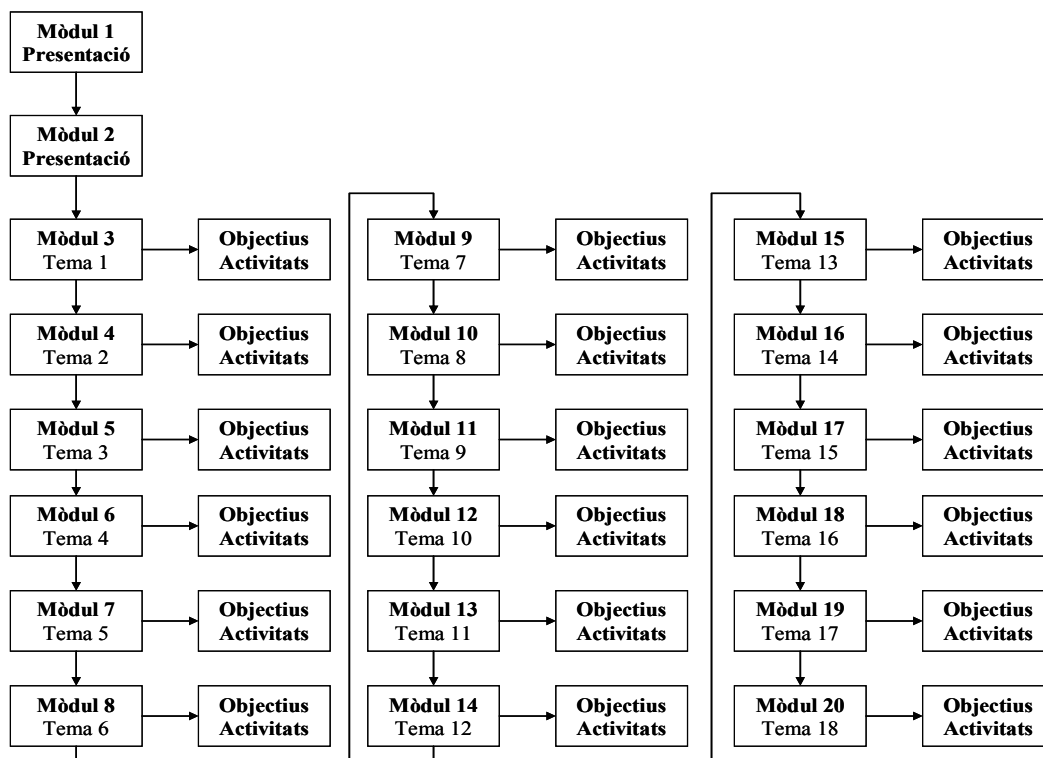


Figura 1. Representació gràfica de l'evolució dels mòduls de les sessions presencials de l'assignatura ER

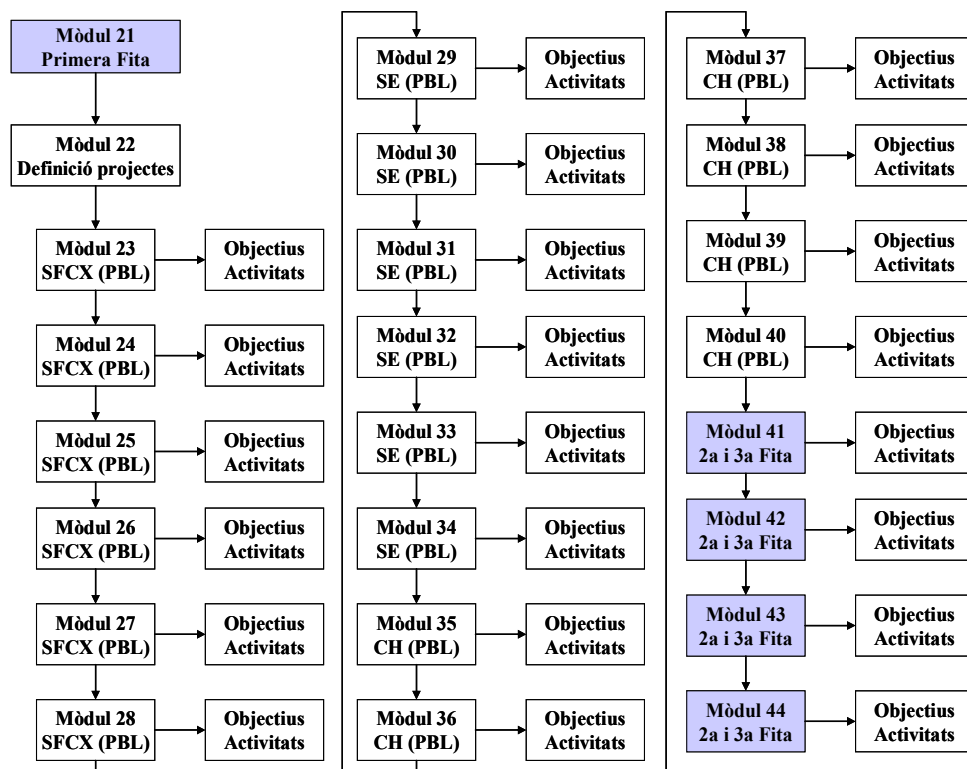


Figura 2. Representació gràfica de l'evolució dels mòduls de les sessions PBL de l'assignatura ER

**Bibliografia Bàsica:****Sistemes fotovoltaics:**

- Sistemas fotovoltaicos: introducción al diseño y dimensión de instalaciones de energía solar fotovoltaica  
Alonso Abella, M. ISBN: 84-86913-09-8

**Energia Eòlica:**

- J.F. MANWELL, J.G. MCGOWAN & A.L. ROGERS "Wind Energy Explained. Theory, design and applications". Wiley (2002)
- S. HEIER "Grid integration of wind energy conversion systems". John Wiley & Sons Ltd (1998)

**Sistemes Hidràulics**

- Minicentrales Hidroelèctriques  
IDAE- Colección "Cinco Dias", 1996
- Guide how to develop a Small Hydropower Plant  
European Small Hydropower Association, 2004

**Bibliografia Complementària:**

- Electricidad solar. Ingeniería de los sistemas fotovoltaicos  
Lorenzo, E.  
ISBN: 84-86505-45-3
- Solar engineering of thermal processes  
Beckman, W.A. ; Duffie, J
- Jiandong, T.; Naibo, Z.; Xianhuan, W., et al  
Minihydropower  
John Wiley and Sons, 1996
- Martínez, G.; Serrano, M.  
Mercado Eléctrico, Aspectos Técnicos y Viabilidad de las Inversiones  
Editorial Bellisco, 2004

**Criteri d'avaluació:**

Controles parcials: 20%	Exercicis/problemes: 40%	Últim control: 20%
No presencial: %	Pràctiques: 20%	Altres proves: %

**Mètodes d'avaluació:** L'avaluació es durà a terme mitjançant *la valoració per part del professor/a, la defensa oral del treball, l'autoavaluació i la coavaluació del treball dut a terme pels estudiants*