

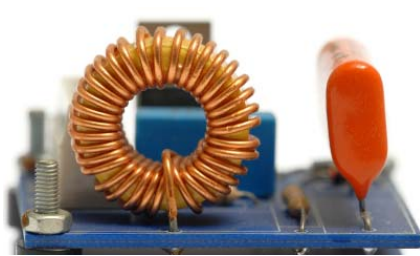


Grau: Enginyeria de l'Energia (EN)

Assignatura: Energies Renovables (ENRE). Grup de Matí. Codi de l'Assignatura: 295302
 Quadrimestre Q7. Curs 2016/2017. Quadrimestre de Tardor.

Coordinador: Herminio Martínez García (herminio.martinez@upc.edu)

Departament: Enginyeria Electrònica (UPC)



Molt Important:

- Durant les classes de teoria, problemes i laboratori de l'assignatura queda prohibit expressament l'ús de telèfons mòbils (si un estudiant hagués de fer servir el telèfon per causa de força major, haurà de sortir de l'aula).
- Qualsevol telèfon que es faci servir a l'aula durant la classe, podrà ser requisat pel professor fins a la finalització de la mateixa.

1.- OBJECTIUS DE L'ASSIGNATURA.

L'assignatura '*Energies Renovables*' (ENRE – 295302), presentada a 7^è quadrimestre (Q7) de la titulació del Grau d'Enginyeria de l'Energia, és la continuació lògica de les assignatures de Recursos Energètics (RE-EN – 820329), de 3^{er} quadrimestre (Q3), i de Convertidors Estàtics d'Energia (COEE – 820327), de 6^è quadrimestre (Q6), de l'actual Pla d'Estudis de Grau dintre de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES).

Energies Renovables té com a objectiu principal el presentar a l'estudiant les modernes tècniques i el dimensionament emprats a:

- Els sistemes d'energia solar fotovoltaica (ESF), els sistemes d'energia eòlica (EO) i els sistemes híbrids eòlics-fotovoltaics.
- El processat, control i gestió (*power management*) d'energia elèctrica basats en circuits electrònics d'alt rendiment, convertidors estàtics d'energia i en l'Electrònica de Potència.
- Els sistemes d'energia solar tèrmica (EST).

L'estudiant ha d'assolir una base tècnica-científica per poder no només analitzar, sinó també dimensionar instal·lacions d'energies renovables (solar fotovoltaica, eòlica, híbrides eòlica-fotovoltaiques, i d'energia solar tèrmica), així com dissenyar, sintetitzar, simular i implementar físicament estructures electròniques de conversió d'energia elèctrica d'alt rendiment, dintre de l'àmbit de les energies renovables.

2.- DEDICACIÓ SETMANAL A L'ASSIGNATURA.

- **Hores setmanals de teoria i problemes:** 4,0 hores.

3.- HORARI DE L'ASSIGNATURA.

- **Teoria i Problemes:** Dimarts i divendres, de 12:00 h a 14:00 hores.

4.- PROFESSORS DE L'ASSIGNATURA.

- **Professor de Teoria i Problemes:** Herminio Martínez (herminio.martinez@upc.edu).

5.- TEMARI COMPLET DE L'ASSIGNATURA.

A continuació es mostra en detall el temari detallat de l'assignatura. La temporització aproximada assignada a cada tema correspon només a les hores de teoria i problemes, a raó de 4,0 h/set. (=60 h/quad.). Aquests tòpics s'ampliaran a les corresponents classes de laboratori i activitats dirigides. El temari queda dividit en tres parts, que comprenen cinc blocs.

La primera part del curs (blocs I i II), tracta en profunditat les instal·lacions d'energia solar fotovoltaica (ESF), considerant les seves diferents vessants: elements que les formen, configuracions típiques, anàlisi, dimensionat, disseny i simulació, legislació vigent, etc. Així mateix, en aquest bloc s'introdueix l'estudiant en el dimensionament dels sistemes eòlics i sistemes híbrids eòlics-fotovoltaics, així com la integració d'aquests en grans sistemes de generació i sistemes connectats a xarxa.

Finalment, la segona part del curs és el corresponent als blocs III i IV. Aquesta darrera part del curs tracta en profunditat les instal·lacions d'energia solar tèrmica (EST), considerant també els diferents aspectes a considerar en elles: elements que les formen, configuracions típiques, anàlisi, dimensionat, disseny i simulació, legislació vigent, etc.

BLOC I.- SISTEMES D'ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (ESF) I EÒLICA (EO) (25 hores).

1.- Introducció a l'Energia Solar. Energia Solar Passiva i Arquitectura Solar o Bioclimàtica (2 hores).

- 1.1.- Introducció. El Sol, font inesgotable d'energia.
- 1.2.- Idees preliminars sobre l'energia solar.
 - 1.2.1.- Avantatges i inconvenients de l'energia solar.
- 1.3.- Classificació dels sistemes d'energia solar.
 - 1.3.1.- Arquitectura solar o bioclimàtica.
 - 1.3.2.- Energia solar tèrmica (EST).
 - 1.3.3.- Energia solar fotovoltaica (ESF).
 - 1.3.4.- Aspectes tècnics i econòmics
- 1.4.- Energia solar passiva i arquitectura solar o bioclimàtica: introducció i situació actual.
 - 1.4.1.- Tecnologies i aplicacions de l'arquitectura bioclimàtica.
 - 1.4.2.- Penetració: incidència solar i ombres.
 - 1.4.3.- Estratègies per a calefacció amb arquitectura bioclimàtica.
 - 1.4.4.- Estratègies de ventilació i refresc amb arquitectura bioclimàtica.
 - 1.4.5.- Sistemes de regulació i control de penetració de la radiació solar.
- 1.5.- Idees preliminars sobre la conversió estàtica d'energia elèctrica en sistemes renovables.
 - 1.5.1.- Processament del senyal i processament d'energia: diferències.
 - 1.5.2.- Conversions DC-DC, DC-AC, AC-AC i AC-AC.
 - 1.5.3.- Regulació de la tensió de sortida: reguladors de tensió.
 - 1.5.4.- El llaç de control en la regulació de la tensió de sortida.
- 1.6.- Integració de sistemes d'energia elèctrica.

2.- Introducció als Sistemes d'Energia Solar Fotovoltaica (2 hores).

- 2.1.- Objectius d'una instal·lació solar fotovoltaica.
- 2.2.- Aplicacions de l'energia solar fotovoltaica.
- 2.3.- Diagrama de blocs d'un sistema de captació d'energia solar fotovoltaica.
- 2.4.- Subsistemes d'una instal·lació solar fotovoltaica.
- 2.5.- Desenvolupament tecnològic i situació actual.
- 2.6.- Configuració d'instal·lacions d'energia solar fotovoltaica: instal·lacions aïllades, i instal·lacions connectes a la xarxa elèctrica de tensió.

3.- Subsistema de Captació Solar (2 hores).

- 3.1.- Introducció i generalitats.
- 3.2.- Mòduls fotovoltaics: classificació, característiques elèctriques i mecàniques, i models comercials.
- 3.3.- Eficiència dels mòduls.
- 3.4.- Factor de forma.
- 3.5.- Energia generada per un panell solar.
- 3.6.- Orientació i inclinació. Determinació de la inclinació adequada dels mòduls solars fotovoltaics.
- 3.7.- Determinació d'ombres i distància mínima entre mòduls.
- 3.8.- Estructura mecànica de suport.
- 3.9.- Tipologies de connexions de sistemes de captació solar fotovoltaics: sèrie, paral·lel i mixts.
- 3.10.- Càlcul d'ombres en camps de captadors solars.

4.- Descripció d'Altres Components i Equips en Sistemes de Captació d'Energia Solar Fotovoltaica (2 hores).

- 4.1.- Generalitats.
- 4.2.- Subsistema d'acumulació o de bateries elèctriques: tipus, capacitat, profunditat de descàrrega, vida útil, associació de bateries.
- 4.3.- Reguladors de tensió electrònics: tipus, estructura interna, dades comercials, etc.
- 4.4.- Inversors de tensió electrònics: tipus, estructura interna, dades comercials, etc.
- 4.5.- Cablejats elèctrics.
- 4.6.- Ubicació dels components.
- 4.7.- Altres elements.
- 4.8.- Integració energètica: aerogeneradors.

5.- Dades per al Dimensionament d'una Instal·lació d'Energia Solar Fotovoltaica (2 hores).

- 5.1.- Generalitats.
- 5.2.- Condicions d'ús. Consums màxims.
- 5.3.- Latituds.
- 5.4.- Condicions climàtiques: radiació sobre superfície horitzontal i sobre superfície inclinada.
- 5.5.- Hores pico solar (HPS).
- 5.6.- Dies d'autonomia.

6.- Projectes i Dimensionament d'Instal·lacions d'Energia Solar Fotovoltaica (3 hores).

- 6.1.- Introducció. Guia de disseny.
- 6.2.- Avaluació de la demanda energètica.
- 6.3.- Avaluació de l'aportació d'energia solar.
- 6.4.- Definició de la potència del camp generador.
- 6.5.- Determinació del nombre de panells.
- 6.6.- Dimensionament d'instal·lacions aïllades de xarxa: subministrament en DC, subministrament simultani en DC i AC, i subministrament en AC.
- 6.7.- Dimensionament d'instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica.

- 6.8.- Utilització de 'software' específic per al dimensionament d'instal·lacions d'energia solar fotovoltaica.
- 6.9.- Legislació i normativa a complir: CTE (Código Técnico de la Edificación), plecs de condicions de l'IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), i Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión).

7.- Exemples de Dimensionament d'Instal·lacions d'Energia Solar Fotovoltaica (4 hores).

- 7.1.- Dimensionament d'instal·lacions per a habitatges unifamiliars: aïllades de xarxa, connectades a xarxa, d'ús permanent, d'ús temporal (estival o hivernal), etc.
- 7.2.- Dimensionament d'una instal·lació aïllada de xarxa per a un bloc d'habitatges.
- 7.3.- Dimensionament de sistemes de bombament d'aigua amb i sense sistemes de bateries.
- 7.4.- Dimensionament d'instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica de tensió.

8.- Recolzament de Sistemes de Generació d'Energia Mitjançant Energia Eòlica (4 hores).

- 8.1.- Introducció als sistemes de generació eòlica per a energia elèctrica.
- 8.2.- El vent com a productor d'energia renovable.
- 8.3.- Passos a seguir en l'avaluació per a l'emplaçament d'un aerogenerador.
- 8.4.- Dades i informació del vent.
 - 8.4.1.- Rosa del vent de procedència i de potència.
- 8.5.- Orografia del terreny i obstacles per al vent.
- 8.6.- Rugositat i perfil del vent.
- 8.7.- Altura de muntatge i emplaçament de l'aerogenerador.
- 8.8.- Dimensionament i estimació de la producció eòlica obtinguda.
- 8.9.- Corba de potència de l'aerogenerador proporcionada pel fabricant.
- 8.10.- Modelització del comportament del vent. Distribució del vent.
- 8.11.- Obtenció de les dades del comportament del vent.
- 8.12.- Evolució del vent amb l'altura.
 - 8.12.1.- Llei potencial de Hellmann.
 - 8.12.2.- Variació dels paràmetres de la distribució de Weibull amb l'altura.
- 8.13.- Metodologia de càlcul de la producció eòlica obtinguda.
- 8.14.- Tipus d'instal·lacions eòliques.
 - 8.14.1.- Instal·lació aïllada mixta eòlica-fotovoltaica amb generador auxiliar.
 - 8.14.2.- Instal·lació eòlica connectada a xarxa.
- 8.15.- Costos orientatius d'una instal·lació aïllada.

9.- Exemples de Dimensionament d'Instal·lacions d'Energia Eòlica i Híbrides (Solar Fotovoltaica i Eòlica amb i sense Generadors Auxiliars) (4 hores).

- 9.1.- Introducció. Sistemes híbrids de generació renovable per a energia elèctrica.
- 9.2.- Dimensionament d'instal·lacions per a habitatges unifamiliars: aïllades de xarxa, connectades a xarxa, d'ús permanent, d'ús temporal (estival o hivernal), etc.
- 9.3.- Dimensionament d'una instal·lació aïllada de xarxa per a un bloc d'habitatges.
- 9.4.- Dimensionament de sistemes de bombament d'aigua amb i sense sistemes de bateries.
- 9.5.- Dimensionament d'instal·lacions connectades a la xarxa elèctrica de tensió.
- 9.6.- Altres exemples d'interès.

BLOC II.- INTEGRACIÓ DE SISTEMES D'ENERGIA RENOVABLE (10 hores).

10.- Sistemes de Control, Mesurament Energètic i Proteccions en Instal·lacions Solars (4 hores).

- 10.1.- Generalitats.
- 10.2.- Mesura de la radiació solar.
- 10.3.- Mesura de magnituds elèctriques: tensió, corrent, etc.
- 10.4.- Comptadors d'energia elèctrica.
- 10.5.- Mesura de la temperatura ambient.
- 10.6.- Sistemes d'adquisició de dades.
- 10.7.- Dispositius de protecció: fusibles, magnetotèrmics (ICP, IGA, PIAs, etc.).
- 10.8.- Fuites en instal·lacions elèctriques i interruptors diferencials.
- 10.9.- Preses de terra. Instal·lació de piquetes.
- 10.10.- Parallamps en instal·lacions solars.

11.- Càlculs del Cablejat Elèctric per a Instal·lacions Solars Fotovoltaïques (4 hores).

- 11.1.- Introducció.
- 11.2.- Càlcul de la secció: per a subministraments en DC i per a subministraments en AC.
- 11.3.- El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT).
 - 11.3.1.- Instrucciones Técnicas Complementarias del REBT.
- 11.4.- Elecció del cablejat.
- 11.5.- Representació en esquemes.
- 11.6.- Elecció comercial de cablejat.
- 11.7.- Cablejat en un habitatge.
- 11.8.- Exemples de càlcul i representació.

12.- Pressupostos i Projectes d'Instal·lacions Solars (2 hores).

- 12.1.- Generalitats.
- 12.2.- Integració arquitectònica en l'edificació: graus d'integració i detall de muntatge captadors i panells solars.
- 12.3.- Tipus de pressupostos.
- 12.4.- Projecte i memòria tècnica.
- 12.5.- Costos normalitzats d'inversió, operació i manteniment.

BLOC III.- SISTEMES D'ENERGIA SOLAR TÈRMICA (EST) (15 hores).

13.- Introducció als Sistemes d'Energia Solar Tèrmica (EST) (1 hora).

- 13.1.- Introducció. Objectius d'una instal·lació d'energia solar tèrmica (EST).
- 13.2.- Aplicacions de l'energia solar tèrmica.
- 13.3.- Energia solar tèrmica d'alta temperatura: centrals solars de torre central (*central receiver system*, CRS).

- 13.4.- Energia solar tèrmica de baixa temperatura: sistemes solars tèrmics per a aigua calenta sanitària (ACS).
- 13.5.- Diagrama de blocs d'un sistema de captació d'energia solar tèrmica.
- 13.6.- Subsistemes d'una instal·lació solar tèrmica.
- 13.7.- Desenvolupament tecnològic i situació actual.

14.- Subsistema de Captació Solar (2 hores).

- 14.1.- Introducció.
- 14.2.- Rendiment o eficiència instantània d'un col·lector solar.
- 14.3.- Tipologies de connexions de sistemes de captació solar tèrmics: sèrie, paral·lel i mixts.
- 14.4.- Equilibrat del camp de captadors solars.
- 14.5.- Connexió del camp de captadors solars.
- 14.6.- Càlcul d'ombres en camps de captadors solars.

15.- Descripció d'Altres Components i Equips en Sistemes de Captació d'Energia Solar Tèrmica (2 hores).

- 15.1.- Subsistema d'intercanvi de calor o termotransferència.
- 15.2.- Subsistema d'emmagatzematge o d'acumulació.
- 15.3.- Subsistema de distribució i circuits hidràulics.
- 15.4.- Altres elements: fluïts de treball, gots d'expansió, protecció contra gelades, aïllaments, etc.

16.- Projectes i Dimensionament d'Instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica (5 hores).

- 16.1.- Introducció. Guia de disseny.
- 16.2.- Càlcul de la demanda energètica mensual d'un edifici. Nivells d'ocupació.
- 16.3.- Càlcul de la radiació solar mensual disponible. Hores útils de Sol.
- 16.4.- Orientació i inclinació. Determinació de la inclinació adequada dels col·lectors solars.
- 16.5.- Correcció de l'energia solar incident sobre els captadors solars.
- 16.6.- Càlcul de la superfície de captadors solars necessària.
- 16.7.- Càlcul de la demanda energètica mensual.
- 16.8.- Càlcul de la producció solar prevista mensual.
- 16.9.- Càlcul de volum d'acumulació necessari.
- 16.10.- Càlcul de la potència per a l'escalfament auxiliar.
- 16.11.- Muntatge de la instal·lació d'ACS.
- 16.12.- Utilització d'òbacs per al dimensionament d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.
- 16.13.- Utilització de 'software' específic per al dimensionament d'instal·lacions d'energia solar tèrmica.
- 16.14.- Legislació i normativa a complir: CTE (Código Técnico de la Edificación), plecs de condicions de l'IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), legislació a nivell autonòmic i a nivell local (ordenances municipals).

17.- Exemples de Dimensionament d'Instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica (5 hores).

- 17.1.- Dimensionament d'instal·lacions per a habitatges unifamiliars: ocupació permanent, ocasional (estacional), propera al mar, a la muntanya, etc.

- 17.2.- Dimensionament d'una instal·lació per a un bloc de cases.
- 17.3.- Dimensionament d'una instal·lació d'un edifici amb obligació de contribució solar.
- 17.4.- Dimensionament per a escalfament d'aigua en instal·lacions esportives i piscines: piscines a l'aire lliure i cobertes.
- 17.5.- Climatització: dimensionament per a calefacció mitjançant sol radiant.
- 17.6.- Producció de fred i refrigeració per absorció.

BLOC IV.- INTEGRACIÓ DE SISTEMES D'ENERGIA SOLAR TÈRMICA (10 hores).

18.- Sistemes de Control, Mesurament Energètic i Proteccions en Instal·lacions Solars Tèrmiques (2 hores).

- 18.1.- Generalitats.
- 18.2.- Mesura de la radiació solar.
- 18.3.- Mesura de la temperatura ambiental.
- 18.4.- Controladors PLCs per a instal·lacions d'energia solar tèrmica: centraletes de control.

19.- Sistemes de Suport Energètic Convencionals en Instal·lacions Solars Tèrmiques (3 hores).

- 19.1.- Sistemes de suport energètic convencionals en habitatges unifamiliars.
- 19.2.- Sistemes de suport energètic convencionals en instal·lacions col·lectives.
- 19.3.- Aspectes de seguretat i manteniment. Prevenció de la legionel·losi (manteniment antilegionel·la).

20.- Conduccions i Pèrdues de Càrrega en Instal·lacions d'Energia Solar Tèrmica (5 hores).

- 20.1.- Introducció.
- 20.2.- Tipus de conduccions: conduccions de coure, de plàstic, d'acer galvanitzat i d'acer negre.
- 20.3.- Càlcul de diàmetre de canonades.
- 20.4.- Valors típics per a conduccions i canonades en instal·lacions solars tèrmiques.
- 20.5.- Valors típics de pèrdues i cabals en instal·lacions solars tèrmiques.
- 20.6.- Valors típics de velocitat del fluid en instal·lacions solars tèrmiques.
- 20.7.- Pèrdues de càrrega.
- 20.8.- Determinació de les pèrdues de càrrega en conduccions i canonades.
- 20.9.- Determinació de les pèrdues de càrrega en accessoris i singularitats.
- 20.10.- Factors de correcció necessaris en el càlcul de les pèrdues de càrrega.
- 20.11.- Determinació aproximada de les pèrdues de càrrega en conduccions.
- 20.12.- Potència requerida de les bombes electrocircularadores.
- 20.13.- Exemples de disseny.

6.- BIBLIOGRAFIA Bàsica.

6.1.- Bibliografia Bàsica Sobre Sistemes d'Energia Solar.

- Martínez García, Herminio. 'Transparencias y Apuntes de la Asignatura'. 2013.
- Alonso Abella, Miguel. 'Sistemas Fotovoltaicos. Introducción al Diseño y Dimensionado de Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica'. Colección Era Solar. Energías Renovables. Madrid: Ed. S.A.P.T. Publicaciones Técnicas, S.L. 2ª Edición. 2005.

- ❑ **CENSOLAR - PROGNSA.** 'Curso Programado. Instalaciones de Energía Solar. Tomos 1 a 6'. Sevilla: Ed. PROGNSA. 1995 – 1997.
- ❑ **CENSOLAR - UNED.** 'Curso de Experto Profesional en Energía Fotovoltaica'. Sevilla: Ed. PROGNSA. 2009.
- ❑ **Centro de Tecnología Educativa, S.A.** 'Curso de Energía Solar. Tomos 0 (Dossier de Trabajo) a 8'. Barcelona: Ed. Imprimeix, S.L. 1994 - 2001.
- ❑ **Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).** 'Energía Solar Térmica: Manual del Arquitecto'. León: Edición de la Consejería de Economía y Empleo. Junta de Castilla y León. 2002.
- ❑ **Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).** 'Energía Solar Fotovoltaica: Manual del Projectista'. León: Edición de la Consejería de Economía y Empleo. Junta de Castilla y León. 2004.
- ❑ **Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN).** 'Energía Solar Térmica: Manual de Climatización Solar'. León: Edición de la Consejería de Economía y Empleo. Junta de Castilla y León. 2007.

6.2.- Bibliografía Básica Sobre Sistemas d'Energia Eòlica.

- ❑ **Martínez García, Herminio.** 'Transparencias y Apuntes de la Asignatura'. 2016.
- ❑ **Villarrubia López, Miguel.** 'Ingeniería de la Energía Eòlica'. Colección: Nuevas Energías (nº 5). Barcelona: Ed. Marcombo, S.A. 2012.

7.- BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTÀRIA.

A més, i com a bibliografia adicional o complementària, l'estudiant té les següents referències que hi poden ser d'interès en alguns capítols del temari de l'assignatura:

7.1.- Bibliografía Complementaria Sobre Sistemas d'Energia Solar de Nivell de Cicles Formatius.

- ❑ **Castejón Oliva, Agustín; Germán Santamaría Herranz.** 'Instalaciones Solares Fotovoltaicas'. Pozuelo de Alarcón (Madrid): Ed. Editex. 2010.
- ❑ **Díaz Corcobado, Tomás; Gusdalupe Carmona Rubio.** 'Instalaciones Solares Fotovoltaicas'. Aravaca (Madrid): Ed. McGraw-Hill. 2010.
- ❑ **Moro Vallina, Miguel.** 'Instalaciones Solares Fotovoltaicas'. Madrid: Ed. Paraninfo. 2010.

7.2.- Bibliografía Complementaria Sobre Sistemas d'Energia Solar.

- ❑ **Eicker, Ursula.** 'Solar Technologies for Buildings'. Chichester. West Sussex: Ed. John Wiley & sons Ltd. 2003.
- ❑ **Fernández Salgado, José M.; Vicente Gallardo Rodríguez.** 'Energía Solar Térmica en la Edificación'. Madrid: Ed. IRAGRA S.A. 2004.
- ❑ **Ministerio de Educación y Ciencia; Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).** 'Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica'. Volumen I. Madrid: Ed. CIEMAT. 2007.
- ❑ **Ministerio de Educación y Ciencia; Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).** 'Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica'. Volumen II. Madrid: Ed. CIEMAT. 2007.
- ❑ **Pareja Aparicio, Miguel.** 'Energía Solar Fotovoltaica. Cálculo de una Instalación Aislada'. 2ª Edición. Colección: Nuevas Energías (nº 1). Barcelona: Ed. Marcombo, S.A. 2010.
- ❑ **Pareja Aparicio, Miguel.** 'Radiación Solar y su Aprovechamiento Energético'. Colección: Nuevas Energías (nº 2). Barcelona: Ed. Marcombo, S.A. 2010.
- ❑ **Monge Malo, Luis.** 'Instalaciones de Energía Solar Térmica para la Obtención de ACS en Viviendas'. Colección: Nuevas Energías (nº 3). Barcelona: Ed. Marcombo, S.A. 2010.

- ❑ **Rufes Martínez, Pedro.** 'Energía Solar Térmica. Técnicas para su Aprovechamiento'. Colección: Nuevas Energías (nº 4). Barcelona: Ed. Marcombo, S.A. 2010.
- ❑ **Perales Benito, Tomás.** 'Instalación de Paneles Solares Térmicos. Componentes, Instalación, Desarrollo de Proyectos'. 3ª Edición. Madrid: Ed. Creaciones Copyright, S.L. 2009.
- ❑ **Solar Energy International.** 'Photovoltaics. Design and Installation Manual. Renewable Energy Education for a Sustainable Future'. Gabriola Island, BC, Canada: Ed. New Society Publishers. 2004.
- ❑ **Tobajas Vázquez, M. Carlos.** 'Energía Solar Fotovoltaica'. Barcelona: Ed. Cano Pina, S.L. – Ediciones CEYSA. 3ª Edición. 2008.
- ❑ **Tobajas Vázquez, M. Carlos.** 'Energía Solar Térmica para Instaladores'. Barcelona: Ed. Cano Pina, S.L. – Ediciones CEYSA. 4ª Edición. 2012.

8.- CD-ROM DE L'ASSIGNATURA.

Les primeres setmanes del curs es facilitarà a l'estudiant un CD-ROM o DVD que tindrà pràcticament tota la documentació en format electrònic imprescindible per seguir l'assignatura (pràctiques, transparències del curs, apunts, *datasheets* de fabricants, etc.), així com el possible *software* d'interès per a l'assignatura. Els estudiants hauran de fer-se la seva còpia, per disposar sense problemes de tota la informació al llarg del curs. També es farà servir puntualment la Intranet Docent de l'assignatura a Atenea.

9.- PREREQUISITS.

L'alumne/a ha de tenir aprovades les assignatures 'Recursos Energètics' (RE-EN – 820329), de 3^{er} quadrimestre (Q3), 'Sistemes Electrònics' (STI – 820017), de 4^{er} quadrimestre (Q4), i 'Convertidors Estàtics d'Energia' (COEE – 820327), de 6^è quadrimestre (Q6), de l'actual Pla d'Estudis de Grau dintre de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES).

10.- SISTEMA D'AVUACIÓ DE L'ASSIGNATURA.

L'assignatura s'avaluarà amb la següent ponderació:

Examen Final:	30 %
Examen de Mig Quadrimestre:	30 %
Pràctiques de Laboratori:	20 %
Competència d'Aprenentatge Autònom de l'Estudiant:	20 %

NOTA: L'Examen de Mig Quadrimestre es farà, previsiblement, la setmana del 21 de novembre (la data i hora exactes seran confirmades durant el quadrimestre pels professors de teoria). L'Examen Final es farà el dia i hora indicats al llarg del quadrimestre per la secretaria de l'Escola.

Molt Important:

- Cap estudiant podrà superar l'assignatura EAEIA si no aconsegueix, al menys, una **qualificació final a TEORIA de 3,5** (la ponderació dels exàmens teòrics serà explicada pel corresponent professor de teoria el primer dia de classe).

Professor: **Herminio Martínez García**
Departament d'Enginyeria Electrònica
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est (EEBE) / UPC

Barcelona, setembre de 2016