

## **Grado en Ciencias Ambientales**

### **25222 - Tecnologías limpias. Energías renovables**

**Guía docente para el curso 2011 - 2012**

**Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0**

---

## **Información básica**

---

### **Profesores**

- **Hugo Malón Litago** [hml@unizar.es](mailto:hml@unizar.es)
- **Juan José Manyá Cervelló** [joanjoma@unizar.es](mailto:joanjoma@unizar.es)

### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

Con esta asignatura se pretende que el alumnado de Ciencias Ambientales adquiera una visión general del contexto energético y de la problemática ambiental asociada a la generación de energía. Para ello, se estudiarán distintas vías de generación de energía, ya sea a partir de recursos fósiles o renovables, en términos de eficiencia energética e impacto ambiental.

Disponer de conocimientos de Matemáticas, Física, Química, Meteorología e Ingeniería Ambiental ayudará al alumnado a realizar un seguimiento más cómodo de la asignatura. En consecuencia, es recomendable que el alumnado haya cursado y superado las asignaturas previas siguientes: "Bases Físicas del Medio Ambiente", "Bases Químicas del Medio Ambiente", "Fundamentos Matemáticos para el Estudio del Medio Ambiente", "Meteorología y Climatología" y "Bases de la Ingeniería Ambiental".

### **Actividades y fechas clave de la asignatura**

Durante el desarrollo de la asignatura se utilizará la plataforma virtual *moodle* (<http://moodle.unizar.es/>), cuyo acceso a través de un navegador convencional está restringido a profesores y alumnos de la asignatura. La plataforma *moodle* será el principal medio de comunicación entre todos los participantes de la asignatura, contendrá materiales docentes (apuntes, presentaciones, enunciados de problemas, etc.) a disposición del alumnado y servirá como medio de envío de los trabajos que se planteen a lo largo del curso. El envío de estos trabajos estará sujeto a una fecha límite que se especificará en la página *moodle* de la asignatura. Por otro lado, Las fechas de la prueba global escrita en las convocatorias oficiales puede consultarse [aquí](#).

---

## **Inicio**

---

### **Resultados de aprendizaje que definen la asignatura**

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Es capaz de identificar los aspectos más importantes relativos a la problemática energética y concretar los problemas ambientales propios de cada tecnología energética estudiada.

**2:**

Es capaz de identificar las variables de operación que más afectan al proceso de combustión de carbón (o biomasa) y de sintetizar las características más importantes de las distintas tipologías de combustores.

**3:**

Es capaz de resolver cuestiones o problemas relativos a la emisión de gases contaminantes ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , etc) que tienen lugar en un proceso de conversión térmica.

**4:**

Es capaz de analizar y evaluar la información sobre distintos sistemas energéticos teniendo en cuenta la situación geográfica.

**5:**

Es capaz de dimensionar procesos de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y de plantear estrategias de eficiencia energética de dichos procesos.

**6:**

Es capaz de elaborar y exponer oralmente los informes correspondientes a los trabajos asignados en régimen colaborativo.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura “Tecnologías Limpias. Energías Renovables” es de carácter obligatorio y se encuentra ubicada en el Módulo 2 (“Evaluación Ambiental”), dirigido específicamente a la formación del alumnado en consultoría y evaluación de impacto ambiental y riesgos naturales. La materia tiene una carga docente de 6 ECTS y se imparte en el primer semestre del tercer curso del Grado.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Se pretende introducir al alumnado en la problemática energética para que, durante el ejercicio de su futura actividad profesional, sea capaz de identificar (y en algunos casos, cuantificar) los efectos ambientales inherentes a una tecnología energética concreta. A su vez, también se pretende que el alumnado sea capaz de comparar alternativas tecnológicas y proponer medidas correctoras para reducir el impacto ambiental y/o mejorar la eficiencia de un determinado sistema de transformación energética.

Para alcanzar los objetivos planteados, se programarán actividades de aprendizaje que tratarán los contenidos siguientes: contexto y planificación energética, efectos ambientales de los sistemas de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables, y estrategias orientadas a la mejora de la eficiencia energética de los sistemas de transformación.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Como ya se ha comentado en el apartado relativo a las recomendaciones para cursar la asignatura, “Tecnologías Limpias. Energías Renovables” se sirve básicamente de las siguientes asignaturas correspondientes al 1<sup>er</sup> y 2<sup>º</sup> curso del Grado: “Bases Químicas”, “Fundamentos Matemáticos”, “Bases Físicas”, “Meteorología y Climatología”, y “Bases de la Ingeniería Ambiental”. En esta última, el alumnado ya ha tratado problemas de balances de materia y energía con y sin reacción química, que es una herramienta muy importante a la hora de estimar las emisiones de contaminantes en procesos térmicos. Además, los contenidos de la misma están estrechamente relacionados con otras asignaturas obligatorias: “Contaminación

Atmosférica" (en la que se estudia la dispersión de los contaminantes generados en los procesos de transformación energética, entre otros) y "Gestión, Tratamiento y Recuperación de Residuos" (ya que una de las posibles vías de valorización de residuos es la aplicación de procesos térmicos de combustión o gasificación). Por último, la presente asignatura aporta conocimientos y destrezas que serán útiles a la hora de cursar la asignatura "Evaluación del Impacto Ambiental" y a la hora de realizar el Trabajo Fin de Grado.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Estimar los efectos ambientales de algunos sistemas de transformación energética a partir de recursos fósiles.
- 2:** Valorar las ventajas, limitaciones y posibles efectos adversos que supone la generación de energía a partir de recursos renovables (biomasa, energía eólica, solar térmica y solar fotovoltaica).
- 3:** Dimensionar procesos de generación de energía a partir de recursos fósiles y renovables.
- 4:** Plantear estrategias de eficiencia energética para algunos sistemas de transformación energética.
- 5:** Trabajar de manera autónoma y en régimen cooperativo.
- 6:** Resolver problemas mediante la aplicación de los conocimientos en la práctica, la capacidad de búsqueda de información y el análisis de datos.
- 7:** Comunicar oralmente y por escrito los resultados de los trabajos en régimen cooperativo.

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Las competencias adquiridas en el conjunto de las asignaturas del "Módulo 2. Evaluación ambiental", al que pertenece "Tecnologías Limpias", capacita al estudiante para el perfil profesional de "Evaluación ambiental", con un ámbito de inserción laboral centrado en la consultoría y la evaluación de impacto ambiental y de riesgos naturales. Este perfil profesional es competente en la elaboración de trabajos, estudios, informes y asistencias técnicas en general; que suelen responder a la necesidad de cumplir con las normativas existentes en materia medioambiental.

Por otra parte, el fortalecimiento de ciertas competencias genéricas o transversales (capacidad de análisis y síntesis, comunicación oral y escrita, habilidades de gestión de la información, trabajo en equipo, destreza en la utilización de las TIC, capacidad de aprendizaje autónomo y habilidades de compromiso personal) contribuirán, junto con el resto de asignaturas, a la formación integral de futuros Graduados en Ciencias Ambientales.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

- 1:** **Prueba escrita de evaluación final** que constará de dos partes: teoría y práctica, de acuerdo a los contenidos del [programa](#). La prueba de teoría consistirá en la formulación de varias cuestiones de tipo test (respuesta simple). Por su parte, la prueba práctica consistirá en la resolución de dos problemas (según pautas y formatos seguidos en las sesiones de problemas). La calificación de la prueba escrita se determinará como la media ponderada de las calificaciones obtenidas en las pruebas de teoría (40%) y práctica (60%). Para poder promediar las dos partes, se requerirá un mínimo de 3 (sobre 10) en cada una de ellas. A su vez,

la calificación de la prueba escrita no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La superación de la prueba escrita acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 1, 2, 3 y 5. La calificación de la prueba escrita supondrá el **60%** de la calificación final de la asignatura. Asimismo, se podrá mantener la calificación de una de las dos partes de la prueba escrita hasta la 2<sup>a</sup> convocatoria (del mismo curso académico), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

**2:**

**Tareas individuales de resolución de problemas**, que el alumnado podrá realizar voluntariamente a lo largo del curso o bien, en una única entrega (ver apartado a para estudiantes no evaluados en las actividades 2 y/o 3). En el caso de que el alumnado opte por la entrega voluntaria anticipada, las fechas límite de entrega de cada una de las tareas individuales propuestas vendrán indicadas en la página de la asignatura en moodle. Se procurará que las entregas sean lo más regulares posible (con una periodicidad aproximada de 15 días). Cada tarea se calificará en una escala de 0 a 10 puntos y la calificación global de esta actividad será la media aritmética de todas las tareas individuales programadas. La superación de esta actividad acreditará en parte el logro de los resultados de aprendizaje 2, 3, 4 y 5. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida supondrá el **10%** de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2<sup>a</sup> convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

**2:**

**Memoria escrita y presentación oral** correspondiente a **un trabajo** que se realizará a lo largo del curso en régimen colaborativo (grupos de 3 alumnos). El trabajo podrá presentarse oralmente en horario presencial, es decir en una fecha anterior a la convocatoria oficial (que será en horario de sesiones de problemas). La calificación de cada uno de los trabajos se determinará en función de la calidad de la memoria escrita y de la presentación oral (que realizará un miembro del grupo elegido al azar por el equipo docente 15 minutos antes de la presentación). La calificación se calculará teniendo en cuenta los pesos siguientes: 50% contenidos, 30% presentación y defensa, y 20% aspectos formales del trabajo. La superación de esta prueba acreditará el logro de los resultados de aprendizaje 1-6. La calificación obtenida en esta prueba no podrá ser inferior a **4 puntos** (sobre 10) para poder ser compensada por el resto de las actividades objeto de evaluación. La calificación obtenida en esta actividad supondrá el **30%** de la calificación final de la asignatura y se mantendrá para las convocatorias del mismo curso académico (2<sup>a</sup> convocatoria), siempre y cuando esta calificación sea igual o superior a 5 puntos (sobre 10).

## Sistema de Evaluación

### GLOBAL

#### Pruebas para estudiantes no evaluados en las actividades 2 y/o 3

Aquellos estudiantes que no hayan sido evaluados a lo largo del semestre en alguna de las actividades 2 y 3, y se presenten a la prueba escrita, podrán:

- Para la actividad 2: entregar la resolución de una serie de problemas y casos, que podrán ser distintos a los planteados en las sesiones presenciales, cuyos enunciados estarán disponibles en la página de la asignatura en moodle. La entrega de dichos problemas y casos se realizará, mediante un documento único, a través de la plataforma moodle en la fecha de la convocatoria oficial.
- Para la actividad 3: entregar una memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través de moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará con los mismos pesos atribuidos a cada actividad de evaluación: 60% (prueba escrita), 10% (problemas y casos) y 30% (trabajo). Para poder promediar las calificaciones obtenidas en las distintas actividades de evaluación será necesario obtener una calificación mínima de 4 puntos (sobre 10) en cada una de ellas.

## Pruebas para estudiantes que se presenten en otras convocatorias distintas de la primera

Aquellos estudiantes que quieran ser evaluados en alguna de las actividades 2 y 3 deberán:

- a) Para la actividad 2: presentar la resolución de una serie de problemas y casos, que podrán ser distintos a los planteados para la primera convocatoria, cuyos enunciados estarán disponibles en la página de la asignatura en moodle. La entrega de dichos problemas y casos se realizará a través de la plataforma moodle en la fecha de la convocatoria oficial.
- b) Para la actividad 3: presentar la memoria correspondiente a un trabajo, cuya temática se elegirá de entre una serie de propuestas que se plantearán al inicio del curso, y realizar la correspondiente presentación oral. El trabajo deberá realizarse en grupos de un mínimo de 2 integrantes. En casos justificados, se aceptarán trabajos individuales. La presentación de la memoria se realizará a través del moodle en la fecha de la convocatoria oficial y la exposición oral se llevará a cabo el mismo día.

La calificación final de la asignatura se determinará mediante la aplicación de los mismos criterios descritos para la primera convocatoria.

### Cuadro resumen de los criterios de evaluación

Todas las calificaciones están referidas a una escala de 0 a 10 puntos.

	Actividad de evaluación		
	Prueba escrita	Tareas individuales	Trabajo en equipo
Calificación para cada actividad	<p>La nota de la prueba escrita (<math>N_{pe}</math>) se determinará de la manera siguiente: <math>N_{pe} = 0,4 \cdot N_t + 0,6 \cdot N_p</math> donde <math>N_t</math> y <math>N_p</math> corresponden a la calificaciones obtenidas en la parte de teoría y de problemas, respectivamente.</p> <p>Si <math>N_t</math> y/o <math>N_p &lt; 3</math>, la calificación de la prueba escrita será de suspenso. En este caso, la calificación de esta actividad será: <math>N_{pe} = \text{MIN}(N_t, N_p)</math></p>	<p>La calificación de esta actividad (<math>N_{tareas}</math>) corresponderá a la media aritmética de las calificaciones obtenidas en cada tarea.</p>	<p>La calificación del trabajo (<math>N_{trab}</math>) se determinará como sigue: <math>N_{trab} = 0,5 \cdot N_{cont} + 0,3 \cdot N_{pres} + 0,2 \cdot N_{forma}</math> donde <math>N_{cont}</math>, <math>N_{pres}</math> y <math>N_{forma}</math> corresponden a las calificaciones obtenidas en base al contenido, presentación oral y aspectos formales, respectivamente.</p>
Calificaciones que se guardan para 2ª convocatoria	<p>Se guarda <math>N_{pe}</math> si es <math>\geq 5</math>.</p> <p>Si <math>N_{pe} &lt; 5</math>, se guarda <math>N_t</math> ó <math>N_p</math> si su valor es <math>\geq 5</math>.</p>	<p>Se guarda si <math>N_{tareas} \geq 5</math></p>	<p>Se guarda si <math>N_{trab} \geq 5</math></p>
CALIFICACIÓN FINAL	<p>La calificación final de la asignatura (CF) se determinará mediante la ecuación siguiente: <math display="block">CF = 0,6N_{pe} + 0,4N_{trab} + 0,1N_{tareas}</math></p> <p>Para poder aprobar (CF <math>\geq 5</math>) es imprescindible que todos los valores de <math>N_{pe}</math>, <math>N_{trab}</math> y <math>N_{tareas}</math> sean <math>\geq 4</math>.</p> <p>En el caso de que alguna de las calificaciones (<math>N_{pe}</math>, <math>N_{trab}</math>, <math>N_{tareas}</math>) sea inferior a 4 puntos, la calificación final se obtendrá de la manera siguiente:</p> <p>Si CF <math>\geq 4</math> (obtenida mediante la ecuación anterior), la calificación final será: Suspenso (4,0)</p> <p>Si CF <math>&lt; 4</math>, la calificación final será: Suspenso (CF)</p>		

## Actividades y recursos

### Presentación metodológica general

#### El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

1. La **lección magistral participativa** será el método utilizado durante el desarrollo de las **clases teóricas**. Con este método, se pretende fomentar la participación activa del alumnado mediante la formulación de cuestiones y/o ejercicios que ayuden a romper el ritmo monótono de las sesiones. Las clases de teoría se llevarán a cabo con el grupo completo.
2. En las **sesiones prácticas de resolución de problemas** se plantearán y resolverán problemas relacionados con los contenidos teóricos. Durante el desarrollo de las mismas, se fomentará la participación del alumnado y el trabajo

- cooperativo.
3. Las **visitas técnicas** servirán para que el alumnado adquiera una visión práctica y real de los contenidos teóricos y prácticos realizados a lo largo del curso. Están previstas dos visitas, correspondientes a dos tipologías distintas de tecnologías energéticas, que se realizarían una vez se hayan expuesto los contenidos temáticos correspondientes en las sesiones de clases teóricas.
  4. Como **estudio y trabajo cooperativo**, se propondrá al alumnado la realización de un trabajo en el cual el alumnado mostrará las capacidades adquiridas durante la realización de la asignatura. Este trabajo se realizará en grupos de tres integrantes.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1: **Clases teóricas.** Actividad presencial en la cual se desarrollarán los contenidos de los temas propuestos. La duración total de esta actividad a lo largo del curso será de 30 horas.
- 2: **Sesiones prácticas.** Actividad presencial en la cual se resolverán problemas relacionados con los contenidos de la asignatura, se definirá el trabajo en régimen cooperativo a realizar y se llevará la presentación de los mismos. Se llevarán a cabo en el aula informática, en grupos de 20 alumnos, con una dedicación total de 24 horas (12 sesiones de 2 horas).
- 3: **Visitas técnicas.** Actividad presencial que contempla la visita a dos instalaciones de transformación de energía.
- 4: **Estudio y trabajo cooperativo.** Esta actividad no presencial se centrará en la realización del trabajo, que se llevará a cabo en grupos de tres integrantes.
- 5: **Estudio y trabajo autónomo.** Durante esta actividad no presencial, el alumnado se dedicará al estudio personal. Esta modalidad también incluye la participación del estudiante en actividades propias de la página Web de la asignatura en moodle, tales como la realización de ejercicios y cuestionarios, así como la interacción con otros estudiantes para consultas y/o intercambios de información.
- 6: **Tutorías.** Podrán ser presenciales (en el despacho del profesor) o virtuales (mediante el uso de la plataforma moodle). Las tutorías podrán ser individuales (relacionadas con el estudio y trabajo autónomo) o en grupo (para los trabajos dirigidos a realizar por grupos de tres integrantes).

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Se estima que un estudiante medio debe dedicar a esta asignatura, de 6 ECTS, un total de 150 horas que deben englobar tanto las actividades presenciales como las no presenciales. La dedicación a la misma debe procurarse que se reparta de forma equilibrada a lo largo del semestre. A continuación se presenta el calendario hipotético de la asignatura:

Semana	Clases de Teoría	Sesiones prácticas	Visitas
1	Presentación asignatura (1 h) Tema 1 (1 h)		
2	Tema 1 (1 h) Tema 2 (2 h)	Formación de grupos y elección del tema para el Trabajo Cooperativo (1 h)	
3	Tema 2 (2 h)	Sesión 1 (2 h)	
4	Tema 2 (1 h),	Sesión 2 (2 h)	
5	Tema 2 (1 h) Tema 3 (1 h)	Sesión 3 (2 h)	
6	Tema 3 (2 h)	Sesión 4 (2 h)	
7	Tema 3 (2 h)		Visita 1 (3 h)

8	Tema 3 (2 h)	Sesión 5 (2 h)	
9	Tema 4 (2 h)	Sesión 6 (2 h)	
10	Tema 4 (2 h)		Visita 2 (3 h)
11	Tema 5 (2 h)	Sesión 7 (2 h)	
12	Tema 5 (1 h)		
13	Tema 5 (1 h)	Sesión 8 (2 h)	
14	Tema 6 (1 h)	Sesión 9 (2 h)	
15	Tema 6 (2 h)	Sesión 10 (2 h)	
16	Tema 6 (2 h)	Presentación trabajos cooperativos (2 h)	

## Volumen de trabajo

La propuesta de la distribución de la carga de trabajo del alumnado se presenta en la tabla siguiente:

Actividad	Horas presenciales	Factor	Horas no presenciales
Clases teóricas	30	1,5	45
Sesiones prácticas	24	0,75	18
Realización del trabajo en régimen cooperativo	-	-	22
Visitas técnicas	6	-	5
<b>HORAS TOTALES</b>	<b>60</b>		<b>90</b>
<b>CARGA DE TRABAJO TOTAL</b>	<b>150 horas</b>		

Por último, la tabla siguiente muestra la distribución de los créditos ECTS entre las distintas modalidades de enseñanza.

Modalidad docente	Horas totales de trabajo del alumnado	ECTS
Clases teóricas	75	3,00
Sesiones prácticas	42	1,68
Realización del trabajo en régimen cooperativo	22	0,88
Visitas técnicas	11	0,44
<b>TOTAL</b>	<b>150</b>	<b>6</b>

## Programa de contenidos

### Temas

**1:**

Introducción a la problemática energética: contexto energético actual, energía y cambio climático, planificación energética.

**2:**

Generación de energía a partir de recursos fósiles: combustión de carbón (aspectos medioambientales y eficacia), tipos de combustores, control de emisiones de contaminantes, tecnologías limpias del carbón.

**3:**

Generación de energía a partir de biomasa: concepto de biomasa y clasificación, conversión térmica de biomasa (pirólisis, combustión y gasificación), fermentación alcohólica (obtención de bioetanol), producción de biodiesel, digestión anaerobia, aspectos sociales y ambientales asociados al uso energético de la biomasa.

**4:**

Energía Eólica: recursos eólicos, potencia producida por un aerogenerador, máquinas eólicas, componentes de un aerogenerador, aplicaciones e impacto ambiental.

**5:** Energía Solar Térmica: aplicaciones de la energía solar térmica, colectores cilindro-parabólicos, parámetros característicos, centrales solares de torre.

**6:**

Energía Solar Fotovoltaica: los semiconductores, el panel fotovoltaico, subsistemas de acumulación, regulación y adaptación de potencia, dimensionado de sistemas fotovoltaicos.

## Bibliografía

### Bibliografía complementaria

GONZÁLEZ VELASCO, J. Energías renovables. Barcelona: Reverté, 2009.

ÇENGEL, Y.; BOLES, M. A. Termodinámica. México: McGraw-Hill, 2009.

QUASCHNING, V. Understanding renewable energy Systems. Londres: Earthscan, 2005.

TWIDELL, J.; WEIR, T. Renewable energy resources. Londres: Taylor & Francis, 2005.

### Sitios Web de apoyo

- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): <http://www.idae.es/>
- Portal de la Energías Renovables (CIEMAT): <http://www.energiasrenovables.ciemat.es/index.php?pid=1000>
- Página Web de la Comisión Europea dedicada a la energía: [http://ec.europa.eu/energy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm)
- Plan de Energías Renovables 2005-2012. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio:  
<http://www.mityc.es/energia/desarrollo/EnergiaRenovable/Plan/Documentos/Paginas/ListadoPlanEnergiaRenova.aspx>
- Centro Nacional de Energías Renovables (CENER): <http://www.cener.com/es/index.asp>
- U.S. National Renewable Energy Laboratory (NREL): <http://www.nrel.gov/>

### Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

#### Escuela Politécnica Superior

- González Velasco, Jaime. Energías renovables / Jaime González Velasco . Barcelona [etc.] : Reverté, D.L. 2009
- Quaschning, Volker. Understanding renewable energy systems. - London ; Sterling, VA : Earthscan, 2005
- Twidell, John. Renewable energy resources / John Twidell and Tony Weir . 2nd ed. reimpr. London ; New York : Taylor & Francis, 2006 (reimp.2009