



DATOS IDENTIFICATIVOS

Energía de la Biomasa, de los Biocombustibles y de los Residuos

Asignatura	Energía de la Biomasa, de los Biocombustibles y de los Residuos			
Código	V04M115V01201			
Titulación	Máster Universitario en Energía y Sostenibilidad			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Biología vegetal y ciencias del suelo Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos Ingeniería química			
Coordinador/a	Granada Álvarez, Enrique			
Profesorado	Álvarez da Costa, Estrella Arauzo Pérez, Jesús Collazo Rodríguez, Joaquín Baltasar Granada Álvarez, Enrique Ortiz Torres, Luis Patiño Vilas, David Rodríguez Gregores, Antonio Soto González, Benedicto			
Correo-e	egranada@uvigo.es			
Web				

Descripción general	Esta asignatura está estructurada haciendo hincapié en la descripción de los combustibles sólidos no convencionales más comunes como la biomasa, sus combustibles derivados y los residuos sólidos urbanos (RSU). Se trata de determinar las vías de valorización energética más habituales de dichos combustibles y las que aquellas que se investigan como más prometedoras pero ya con viabilidad demostrada al menos en planta piloto. La mayoría de las técnicas de valorización de la biomasa son comunes con los RSU como es la combustión, la gasificación etc. por lo que las explicaciones sobre los principio de funcionamiento son comunes quedando el comportamiento particular determinado por las propiedades de los diferentes combustibles para sesiones específicas. La asignatura comienza con un detalle de las particularidades de los RSU y de uno de las líneas más prometedoras de generación de biocombustibles que son los derivados de los cultivos energéticos. El aumento de población y el desarrollo de las sociedades industrializadas han activado la degradación del medio ambiente, debido, entre otros factores, a la gran cantidad de residuos generados, que han alterado el equilibrio de la naturaleza creando un verdadero problema, tanto desde el punto de vista higiénico y ecológico, como desde el económico. Por lo que respecta a los cultivos energéticos su interés radica en su bajo coste unitario de producción y la ocupación de tierras de baja productividad que permite obtener un combustible ya en origen con ventajas económicas y sociales además de con altas prestaciones energéticas. Dentro de lo que es la valorización energética de los combustibles se explicarán aquellos procesos que tengan una probada eficacia. En estos momentos los más utilizados y rentables son las transformaciones termoquímicas como la combustión gasificación y pirolisis. En un proceso de combustión de la biomasa lignocelulósica con el aire se pueden distinguir diferentes etapas caracterizadas por los procesos que tienen lugar en cada uno de ellos Durante las primeras etapas los procesos son endotérmicos por lo que es necesaria una aportación de energía desde el exterior o de otra parte de la biomasa que se encuentra en las etapas exotérmicas. Los fenómenos de transporte de energía desde unas zonas a otras se produce fundamentalmente por radiación y convección y son las responsable de que el proceso de combustión progrese. La primera etapa es el proceso de secado de la biomasa en el cual el agua que está absorbida por la biomasa se evapora debido al calentamiento de la biomasa. La siguiente etapa es la de pirolisis, en la cual se produce la descomposición térmica de la celulosa y la lignina en carbón vegetal y volátiles produciéndose a continuación la combustión propiamente dicha. La pirolisis puede diseñarse como proceso separado para la degradación térmica de la biomasa para la obtención de otros combustibles sólidos, líquidos y/o gaseosos. La gasificación de un combustible sólido consiste en someterlo a un proceso térmico a fin de transformarlo en un nuevo combustible gaseoso, este proceso se realiza a alta temperatura obteniéndose la energía necesaria de la combustión con defecto de oxígeno. Con cualquiera de estas técnicas de aprovechamiento termoquímico puede finalmente obtenerse tanto calor como trabajo mecánico susceptible de cualquier otro aprovechamiento posterior como para la producción de electricidad, etc. Se analizan cuales de los aprovechamientos son los más rentables actualmente. Por otra parte también se estudia todos los métodos de preparación de la biomasa previos a su posible uso como combustible a través de técnicas como recolección, astillado, molienda, etc que lo conviertan en un combustible válido para los aprovechamientos energéticos antes explicados o para la consecución a través de densificación de un combustible sólido de mayor valor añadido y de mayores prestaciones como el pellet o las briquetas.
---------------------	--

Competencias

Código

B1	Desarrollo de competencias intelectuales, organizativas y comunicativas adecuadas en el trabajo académico y profesional.
B2	Conocer la Tecnología Eléctrica aplicada a instalaciones industriales, de generación de energía eléctrica y aprovechamiento de energías renovables
B3	Conocer la Tecnología Térmica aplicada a instalaciones industriales, de generación de energía eléctrica y aprovechamientos de energías renovables.
B4	Identificar las características de la generación eléctrica española
B5	Identificar las características y componentes de las instalaciones de aprovechamiento de energías renovables
B6	Saber aplicar las políticas de ahorro y eficiencia energética.
B7	Saber aplicar la normativa y reglamentación específicas relativas a las instalaciones de energías renovables y cogeneración.
B8	Saber aplicar la normativa sobre impacto ambiental relacionado con el sector energético e industrial
B9	Capacidad para analizar e implantar tecnologías emergentes en el ámbito de la energía y el medioambiente
C1	Saber realizar proyectos de las instalaciones térmicas y eléctricas típicas de una industrial o de un aprovechamiento energético
C2	Saber interpretar los efectos de la aplicación de políticas energéticas y medioambientales
C11	Saber realizar proyectos de Instalaciones de Biomasa
C13	Saber realizar estudios de Viabilidad de Instalaciones de Energías Renovables
D1	(*)Desarrollo de pensamiento crítico.
D2	(*)Capacidad para realizar una investigación independiente
D3	(*)Capacidad de realizar un trabajo interdisciplinario
D4	(*)Desarrollo de técnicas de trabajo avanzado en grupo y capacidad de liderazgo
D5	(*)Capacidad en el uso de tecnologías y la gestión de la información

D6	(*)Capacidad de organización y planificación
D7	(*)Desarrollo de rigor y responsabilidad en el trabajo
D8	(*)Iniciativa y espíritu emprendedor
D9	(*)Motivación por la calidad.

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Implantación de nuevas energías renovables como es el caso de la biomasa: estudios de viabilidad y realización de proyectos (en función de su titulación de origen)	B1 B2 B3
Conocimiento profundo del potencial energético de la biomasa así como sus limitaciones de uso.	B4 B5
Conocimiento de las diferentes tecnologías de conversión energética de la biomasa para la obtención de calor, trabajo mecánico y electricidad.	B6 B7 B8 B9 C1 C2 C11 C13 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9

Contenidos

Tema	
Presentación Materia Enerxía Biomasa, Biocombustibles e Resíduos	Presentación
Transformación termofísica de la biomasa: Procesos de transformación física de la biomasa	1.-Recolección de la fitomasa residual 2.-Secado natural 3.- Secado forzado 4.- Reducción granulométrica 5.-Densificación
Transformación termofísica de la biomasa: Clase Teórico-Práctica E.U.I.T. Forestal Campus de Pontevedra.	1.-Recolección de la fitomasa residual 2.-Secado natural 3.- Secado forzado 4.- Reducción granulométrica 5.-Densificación
Transformación termoquímica de la biomasa: Aprovechamiento Energético de la Biomasa. Procesos Térmicos.	1. Combustibles. Características. 1.1. Densidad 1.2. Humedad, materias volátiles, carbono fijo y cenizas 1.3. Poder calorífico 1.4. Análisis elemental 2. Combustibles. Balances de masa y energía. 2.1. Aire seco. aire húmedo. Temperatura de rocío 2.2. Relación aire-combustible 2.4. Equilibrio y cinética química. 2.5. Conservación de la energía. Entalpía de formación 2.6. Balances de energía. Entalpía de combustión y poder calorífico 2.7. Determinación analítica del poder calorífico

Transformación termoquímica de la biomasa:
Gasificación y pirólisis

1. Pirólisis.
 - 1.1. Proceso de pirólisis
 - 1.2. Concepto y productos
 - 1.3. Reactores. Tipos de instalaciones. Ejemplos. Productos
 - 1.4. Bio-oil. Procesos de producción.
 - 1.5. Carbón vegetal. Producción. Factores que influyen
 - 1.6. Carbón activo
2. Gasificación
 - 2.1. Proceso de gasificación
 - 2.2. Proceso de gasificación .- ¿Qué es la gasificación?
 - 2.3. Materias primas .- ¿Qué se puede gasificar?
 - 2.4. Gasificadores .- ¿Dónde se lleva a cabo la gasificación?
 - 2.5. Productos de la gasificación.- ¿Qué se obtiene al gasificar biomasa?
 - 2.6. Desarrollo de plantas de gasificación
 - 2.6.1. Diseño de plantas. Ejemplos
 - 2.6.2. Operación en planta. Videos
3. Consideraciones Finales

Transformación termoquímica de la biomasa:
Prácticas de combustión de biomasa-Prácticas de
modelado de combustión de biomasa

- Prácticas de combustión de biomasa
1. Breve introducción a la problemática de los combustibles sólidos.
 2. Sistemas de aprovechamiento de biomasa (combustión en calderas).
 3. Medición de emisiones en caldera.
 4. Resolución de un ejercicio basándonos en los datos obtenidos experimentalmente.
- Prácticas de modelado de combustión de biomasa
1. Introducción a la simulación de sistemas de combustión de biomasa.
 2. Modelado de los principales procesos que intervienen en la combustión de biomasa.
 3. Ejercicio de ejemplo en el que se aplicarán los conceptos expuestos en el apartado anterior.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Sesión magistral	16	30	46
Prácticas de laboratorio	15	5	20
Prácticas en aulas de informática	9	10	19
Resolución de problemas y/o ejercicios	8	20	28
Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	0	15	15
Trabajos tutelados	0	20	20
Pruebas de tipo test	0.5	0	0.5
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	1.5	0	1.5

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

	Descripción
Sesión magistral	En grupo de 50 alumnos
Prácticas de laboratorio	9 horas en grupos de 25 alumnos correspondientes a las prácticas de "Transformación termoquímica de la biomasa: Prácticas de combustión de biomasa".
	6 horas en grupos de 50 alumnos correspondientes a las prácticas de "Transformación termofísica de la biomasa: Clase Teórico-Práctica E.U.I.T. Forestal Campus de Pontevedra".
Prácticas en aulas de informática	9 horas en grupos de 25 alumnos correspondientes a las prácticas de "Transformación termoquímica de la biomasa: Prácticas de modelado de combustión de biomasa".
Resolución de problemas y/o ejercicios	En grupos de 50 alumnos. Se impartirá en el aula habitual.
Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	Ejecución de problemas con el material documental facilitado.
Trabajos tutelados	El alumno/a tendrá que realizar un proyecto de una instalación de biomasa en grupo dirigido por un profesor/a de la materia

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Resolución de problemas y/o ejercicios	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.
Sesión magistral	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.
Resolución de problemas y/o ejercicios de forma autónoma	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.
Trabajos tutelados	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.
Prácticas de laboratorio	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.
Prácticas en aulas de informática	El alumno podrá solicitar tutorías para cualquier duda relacionada con el desarrollo de la materia relacionadas con cualquiera de los aspectos tratados en ella o en aquellas actividades relacionadas con la evaluación.

Evaluación

Descripción		Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas de laboratorio	Breve informe escrito de media carilla de la tarea desarrollada correspondientes a las prácticas de "Transformación termoquímica de la biomasa: Prácticas de combustión de biomasa". Resultados del aprendizaje: Implantación de nuevas energías renovables como es el caso de la biomasa: estudios de viabilidad y realización de proyectos (en función de su titulación de origen). Conocimiento profundo del potencial energético de la biomasa así como sus limitaciones de uso. Conocimiento de las diferentes tecnologías de conversión energética de la biomasa para la obtención de calor, trabajo mecánico y electricidad.	5	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C11 C13	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9
Prácticas en aulas de informática	Breve informe escrito de media carilla de la tarea desarrollada correspondientes a las prácticas de "Transformación termoquímica de la biomasa: Prácticas de modelado de combustión de biomasa". Resultados del aprendizaje: Implantación de nuevas energías renovables como es el caso de la biomasa: estudios de viabilidad y realización de proyectos (en función de su titulación de origen). Conocimiento profundo del potencial energético de la biomasa así como sus limitaciones de uso. Conocimiento de las diferentes tecnologías de conversión energética de la biomasa para la obtención de calor, trabajo mecánico y electricidad.	5	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C11 C13	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9
Trabajos tutelados	Realización de trabajos relacionados con el contenido de la asignatura con tutela del profesorado de la misma. Resultados del aprendizaje: Implantación de nuevas energías renovables como es el caso de la biomasa: estudios de viabilidad y realización de proyectos (en función de su titulación de origen). Conocimiento profundo del potencial energético de la biomasa así como sus limitaciones de uso. Conocimiento de las diferentes tecnologías de conversión energética de la biomasa para la obtención de calor, trabajo mecánico y electricidad.	50	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C11 C13	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9
Pruebas de tipo test	Resultados del aprendizaje: Implantación de nuevas energías renovables como es el caso de la biomasa: estudios de viabilidad y realización de proyectos (en función de su titulación de origen). Conocimiento profundo del potencial energético de la biomasa así como sus limitaciones de uso. Conocimiento de las diferentes tecnologías de conversión energética de la biomasa para la obtención de calor, trabajo mecánico y electricidad.	15	B1 B2 B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9	C1 C2 C11 C13	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9

Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Resolución de ejercicios basados en los conceptos desarrollados.	25	B1	C1	D1
			B2	C2	D2
			B3	C11	D3
			B4	C13	D4
			B5		D5
			B6		D6
			B7		D7
			B8		D8
			B9		D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

El alumno deberá obtener una calificación de 3 sobre 10 en cada una de las metodologías de evaluación para poder superar la materia. En caso de no poder realizar aquellas pruebas relacionadas con la docencia práctica deberá evaluarse de éstas durante los exámenes presenciales mediante pruebas tipo test adicionales a las ya consideradas debiendo obtener también un mínimo de 3 sobre 10. Dichos test adicionales serán 2 correspondientes a las 2 pruebas relacionadas con la docencia práctica y cada uno también supondrá un 5% de la calificación final.

Los alumnos que no hayan superado la materia en la oportunidad de Junio, podrán optar a presentarse en la oportunidad de Julio a aquellas partes de la evaluación que consideren oportunas.

En el caso de no haber obtenido la calificación mínima establecida en algunas de las pruebas, la calificación máxima que figurará en el acta será de 4 sobre 10.

Fuentes de información

Fernando Sebastián Nogués, Daniel García-Galindo y Adeline Rezeau, Energía de la biomasa (vol. I), Pressas Universitarias de Zaragoza , 2010.

CPL Press Online Bookshop, Pyrolysis and Gasification of Biomass and Waste, Edited by A.V. Bridgwater.

Moran, M.J. y Shapiro, H.N., Fundamentos de Termodinámica Técnica., Editorial Reverté S.A.

Taylor & Francis, 1980, Numerical Heat Transfer and Fluid Flow., Patankar, S.V. Levittown.

Peters, B. WIT Press, 2003., Thermal Conversion of Solid Fuels.

Smoot, L.D.; Smith, P.J., Coal combustion and gasification., New York: Plenum Press, 1985.

Smith, J.M., Chemical Engineering Kinetics., McGraw-Hill, 1981.

Technologies for usage in small, decentralised co-generation units, , Altener Final Report, Hanau, Julio 2001.

G. Antolín Giraldo, R. Hirsuta Mata, Caracterización de combustibles lignocelulósicos: aplicación a la paja de cereal, Universidad de Valladolid, 1989.

Donald L. Wise., Fuel gas production from Biomass., CRC press, Inc. Florida 1981.

Ortiz, L., APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA FORESTAL. , Gamesal. ISBN: 84-921993-1-8.

Ortiz, L., PROCESOS DE DENSIFICACIÓN DE LA BIOMASA FORESTAL., Gamesal. ISBN: 84-95046-25-3.

Ortiz, L., LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE., Gamesal. ISBN: 84-95046-15-6.

Soetaert, W.; Vandamme. E.J. John Wiley & Sons, 2009., Biofuels.

Mittelbach, M.; Remschmidt, C. , Biodiesel, el manual completo.

Guía Técnica de Instalaciones de biomasa térmica en edificios. , IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético). Madrid, Mayo 2009.

Míguez Tabarés JL y Vázquez Alfaya , Producción Industrial de calor. , Gamesal.

Frank P Incropera y David P Dewitt, Fundamentos de Transferencia de Calor. , Prentice Hall Hispanoamerica SA, 1999.

Progress in biomass and bioenergy research. , Nova Science Publishers Inc. ISBN 9781600213281,

Míguez J.L., Ortiz L., Granada E., Vázquez M.E. , Energía de la biomasa: realidades y perspectivas. , ISBN 84-7801-463-2.

Recomendaciones