**Nom assignatura**: Biogàs i biocombustibles  
Biogás y biocombustibles  
Biogas and biofuels

**Codi**: (A omplir pel centre)

**Crèdits ECTS**: 5

**Idioma d’impartació:** Català/Castellà

**Unitat responsable**: EUETIB – Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona

**Departament**: Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia

**Curs d’inici**: 2013/2014

**Titulacions**: Màster universitari en Enginyeria de l’Energia

**Responsable de l’assignatura**: Xavier Flotats Ripoll

|  |
| --- |
| **Requisits** |

Capacitats prèvies:

* Estequiometria de les reacciones químiques.
* Balanços de massa. Equació de continuïtat.
* Fonaments de termodinàmica de les reaccions químiques.
* Fonaments de mecànica de fluids.

Requisits:

* Cap requisit específic.

|  |
| --- |
| **Professorat** |

Professor Responsable: Xavier Flotats Ripoll

Professorat: Ivet Ferrer Martí

Horari d’atenció: Es publicarà a la intranet docent.

|  |
| --- |
| **Metodologia** |

**Metodologies docents**

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents metodologies docents:

* Classe magistral o conferència (EXP): exposició de coneixements per part del professorat mitjançant classes magistrals o bé per persones externes mitjançant conferències convidades.
* Classes participatives (PART): resolució col · lectiva d'exercicis, realització de debats i dinàmiques de grup amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula; presentació a l'aula d'una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts.
* Treball teòric-pràctic dirigit (TD): realització a l'aula d'una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora.
* Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): aprenentatge basat en la realització, individual o en grup, d'un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats.
* Projecte o treball d'abast ampli (PA): aprenentatge basat en el disseny, la planificació i realització en grup d'un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions.
* Activitats d'Avaluació (EV).

**Activitats formatives:**

Durant el desenvolupament de l'assignatura es faran servir les següents activitats formatives:

* Presencials
  + Classes magistrals i conferències (CM): conèixer, comprendre i sintetitzar els coneixements exposats pel professorat mitjançant classes magistrals o bé per conferenciants (presencial).
  + Classes participatives (CP): participar en la resolució col · lectiva d'exercicis, així com en debats i dinàmiques de grup, amb el professor o professora i altres estudiants a l'aula (presencial).
  + Presentacions (PS): presentar a l'aula una activitat realitzada de manera individual o en grups reduïts (presencial).
  + Treball teòric pràctic dirigit (TD): realitzar a l'aula una activitat o exercici de caràcter teòric o pràctic, individualment o en grups reduïts, amb l'assessorament del professor o professora (presencial).
* No Presencials
  + Projecte, activitat o treball d'abast reduït (PR): dur a terme, individualment o en grup, un treball de reduïda complexitat o extensió, aplicant coneixements i presentant resultats (no presencial).
  + Projecte o treball d'abast ampli (PA): dissenyar, planificar i dur a terme individualment o en grup un projecte o treball d'àmplia complexitat o extensió, aplicant i ampliant coneixements i redactant una memòria on s'aboca el plantejament d'aquest i els resultats i conclusions (no presencial).
  + Estudi autònom (EA): estudiar o ampliar els continguts de la matèria de forma individual o en grup, comprenent, assimilant, analitzant i sintetitzant coneixements (no presencial).

**Dedicació prevista de l’estudiant**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **hores** |
| Classes teòriques i conferències (CTC) | 15 |
| Classes pràctiques (CP) | 15 |
| Pràctiques de laboratori o taller (L/T) |  |
| Presentacions (PS) |  |
| Total (Grup Gran/Mitjà/Petit) | **30** |
| Tutories de treballs teòric pràctics (TD) | 15 |
| Total AD (Activitats Dirigides) | **15** |
| Projecte, activitat o treball d’abast reduït (PR) | 30 |
| Projecte o treball d’abast ampli (PA) | 20 |
| Estudi autònom (EA) | 30 |
| Total AA (Aprenentatge Autònom) | **80** |
| TOTAL | **125** |

**Sistema de qualificació**

|  |  |
| --- | --- |
|  | % |
| Prova escrita de control de coneixements (PE). | 45 |
| Treball realitzat en forma individual o en grup al llarg del curs (TR). | 45 |
| Qualitat i rendiment del treball en grup (TG) | 10 |

**Normes de realització de les activitats**

PE: L’examen es realitzarà de forma individual i constarà de dues parts: T, teoria, en la que l’estudiant no podrà consultar cap documentació; i P, problema, en la que l’estudiant podrà consultar la bibliografia que desitgi. Per l’examen, no es permetrà l’accés a internet ni a telèfons mòbils.

TR: L’avaluació es realitzarà en base a dos activitats: PR, col·lecció de problemes resolts lliurats abans de la data d’examen final; i PA, informe sobre el projecte de dimensionat d’una instal·lació complexa, tipus biorefineria. Les dues activitats es podran realitzar en grups de no més de tres persones.

TG: La qualitat i rendiment del treball en grup s’avaluarà en base a les presentacions periòdiques realitzades per cada subgrup sobre l’avenç dels treballs del projecte PA.

Considerant qualificacions individuals de T, P, PR, PA i TG sobre 10, per la qualificació final (QF) s’aplicarà la següent expressió:

QF= 0,45·(0,5·T+0,5·P) + 0,45·(0,3·PR+0,7·PA)+0,1·TG

|  |
| --- |
| **Objectius d’aprenentatge de l’assignatura** |

**Objectius**

Construir una base sòlida de coneixements i habilitats per tal d’afrontar el dimensionat i disseny d’instal·lacions de producció de biocombustibles líquids i gasosos.

**Resultats de l’aprenentatge**

Al finalitzar l'assignatura, el/la estudiant:

* Entén el rol de la bioenergia en el context del sistema energètic mundial i regional, les connotacions econòmiques, socials i ambientals, així com l’impacte de les tecnologies associades en un context local i global.
* Coneix les organitzacions rellevants, els principals projectes en l’àmbit regional i internacional, les principals fonts d’informació i les normatives relacionades amb les plantes de producció de biogàs i la producció i qualitat de biocarburants
* Disposa dels elements d’anàlisi i coneixements per portar a terme un projecte, a escala d’enginyeria bàsica, relacionat amb la producció de biocombustibles gasosos i líquids, així com sobre la gestió de les instal·lacions
* Coneix les principals línies de recerca en l'àmbit de les tecnologies de la producció de biocombustibles i es capaç d’aportar idees innovadores.

|  |
| --- |
| **Competències** |

**BÀSIQUES I GENERALS**

CG1 Integrar i aplicar els coneixements matemàtics, analítics, científics, instrumentals, tecnològics i de gestió adquirits en la formació universitària, així com la seva capacitat de resolució de problemes, dins l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

CG3 Intervenir en processos de recerca, desenvolupament i innovació en l'àmbit de les tecnologies energètiques i de l'ús de l'energia en els sectors productius i de serveis, aportant nous coneixements, avenços tecnològics i solucions innovadores en equips de treball multidisciplinaris, nacionals o internacionals.

CG4 Analitzar de forma crítica les polítiques energètiques regionals, nacionals i supranacionals i saber aplicar la legislació en matèria energètica en qualsevol dels àmbits de l'enginyeria de l'energia i de la gestió energètica.

CG6 Dur a terme dictàmens i assessorament tècnic en l'àmbit de l'enginyeria de l'energia.

**ESPECÍFIQUES**

CE1 Entendre, descriure i analitzar, de forma clara i àmplia tota la cadena de conversió energètica, des del seu estat com, font d'energia fins al seu ús com servei energètic. Identificar, descriure i analitzar la situació i característiques dels diferents recursos energètics i dels usos finals de l'energia, en les seves dimensions econòmica, social i ambiental, i formular judicis valoratius.

CE4 Realitzar de forma eficient l'obtenció de dades de recursos renovables d'energia i el seu tractament estadístic i aplicar coneixements i criteris de valoració en el disseny i avaluació de solucions tecnològiques per a l'aprofitament de recursos renovables d'energia, tant per a sistemes aïllats com connectats a xarxa. Reconèixer i valorar les aplicacions tecnològiques més noves en l'àmbit de l'aprofitament dels recursos renovables d'energia.

CE7 Analitzar el comportament d'equips i instal·lacions en operació per tal d'elaborar un diagnòstic valoratiu sobre el seu règim d'explotació i d'establir mesures dirigides a millorar l'eficiència energètica d'aquests.

|  |
| --- |
| **Continguts** |

1. Context i bases dels processos biològics

2. Biocombustibles gasosos: biogàs i biohidrogen

3. Biocombustibles líquids

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Context i bases dels processos biològics** | **Dedicació**: | **34 h** |
| Classes teòriques i conferències | 4 h |
| Classes pràctiques | 4 h |
| Activitats dirigides | 4 h |
| Aprenentatge autònom | 22 h |
| **Descripció:**  1.1 Introducció  Classificació dels biocombustibles, líquids i gasosos  Processos de producció  Matèries primeres i subproductes. El concepte de biorefineria  Produccions actuals i tendències de futur  Aspectes ambientals, econòmics i normatius  1.2 Introducció als processos biològics de transformació  Conceptes de bioreactors  Cinètica del creixement microbià  Cinètica enzimàtica  Bioenergètica de les reaccions biològiques. Transformació del substrat en biomassa  Aplicació a reactors discontinus, de mescla completa i de flux pistó  Conceptes de cinètica de biofilms i reactors de biomassa fixada | | |
| **Objectius específics:**  Establir les bases d’informació sobre el context de producció de biocombustibles líquids i gasosos, i de coneixement dels processos biològics de transformació de substrats orgànics en biocombustibles | | |
| **Activitats vinculades:**  1. Resolució de problemes  2. Projecte de dimensionat d’una instal·lació complexa, tipus biorefineria. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Biocombustibles gasosos: biogàs i biohidrogen** | **Dedicació**: | **65 h** |
| Classes teòriques i conferències | 8 h |
| Classes pràctiques | 8 h |
| Activitats dirigides | 7 h |
| Aprenentatge autònom | 42 h |
| **Descripció:**  2.1. Digestió anaeròbia. Bases microbiològiques i cinètiques  Fases de la digestió anaeròbia  Desintegració i hidròlisi; Acidogènesi; Acetogènesi; Metanogènesi  Relació sintròfica entre espècies  Equilibris químics rellevants durant el procés  El model IWA-ADM1 (Anaerobic Digestión Model Nº 1)  2.2. Digestió anaeròbia. Condicions ambientals i operacionals  Temperatura  pH i alcalinitat  Requeriment de nutrients  Tòxics i inhibidors  Temps de retenció hidràulica i cel·lular  Velocitat de càrrega orgànica  Granulació de biomassa anaeròbia  2.3. Bioreactors per la producció de biogàs i camp d’aplicació  Reactors discontinus  Reactors continus de mescla completa (CSTR)  Reactors CSTR amb recirculació de biomassa (contacte anaerobi)  Reactors amb biomassa fixada: filtres anaerobis i de llit fix  Reactors amb retenció de biomassa granular: UASB i EGSB  Reactors híbrids i de dues etapes  2.4. Aplicació a la producció de biogàs de residus i substrats sòlids  Dejeccions ramaderes  Residus orgànics municipals  Fangs de depuració  Residus orgànics industrials  Cultius energètics  Codigestió  Aspectes ambientals, energètics, econòmics i normatius  2.5. Aplicació a la producció de biogàs d’aigües residuals  Aigües residuals d’alta càrrega orgànica  Aplicació de reactors de contacte anaerobi, de biomassa fixada, UASB i EGSB  Aspectes ambientals, energètics, econòmics i normatius  2.6. Pretractaments i postractaments a la digestió anaeròbia  Pretractaments per la millora de la desintegració i hidròlisi: tractaments mecànics; pasteurització; alta pressió i temperatura; sonicació; tractaments químics; tractaments biològics/enzimàtics  Postractaments per millorar la gestió de materials digerits: separació de fases; stripping d’amoníac; evaporació i assecat; compostatge; processat de la fracció líquida  2.7. Tractament i usos del biogàs  Composició del biogàs  Eliminació de H2S, aigua i partícules  Eliminació de CO2 i producció de biometà  Usos tèrmics, elèctrics, automoció i injecció a xarxa de gas natural  Normativa associada a la qualitat i usos del biogàs  2.8. Producció de biohidrogen  Producció per fermentació fosca  Producció per foto-fermentació  Anàlisi de l’estequiometria de les reaccions  Bioreactors utilitzats | | |
| **Objectius específics:**  Bastir els coneixements científics i tecnològics dels processos de digestió i fermentació per la producció i ús de biogàs, biometà i biohidrogen a partir de substrats orgànics de diferent origen. | | |
| **Activitats vinculades:**  1. Resolució de problemes  2. Projecte de dimensionat d’una instal·lació complexa, tipus biorefineria. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **3. Biocombustibles líquids** | **Dedicació**: | **26 h** |
| Classes teòriques i conferències | 3 h |
| Classes pràctiques | 3 h |
| Activitats dirigides | 4 h |
| Aprenentatge autònom | 16 h |
| **Descripció:**  3.1. Producció de bioetanol  Matèries primeres i processos de pretractament  Hidròlisi enzimàtica d’hemicel·lulosa i cel·lulosa  Fermentació de monosacàrids  Etapes biològiques segons l’estratègia del procés  Recuperació de bioetanol  Usos del bioetanol. Producció d’ETBE  Normativa associada a l’ús com a biocarburant  3.2. Producció d’altres bioalcohols  Producció de butanol. Fermentació ABE (acetona-butanol-etanol)  Estequiometria del procés  Condicions ambientals i operacionals  3.3. Producció de biodiesel  La reacció de transesterificació  Matèries primeres i processos de pretractament  Condicions ambientals i operacionals del procés  Separació i purificació de fases  Qualitats del biodiesel i normativa associada  3.4. Altres processos per la producció de biocombustibles líquids  Olis refinats com carburants  Hidrogenació de lípids insaturats i producció de bioquerosè  El procés Fischer-Tropsch per la producció d’hidrocarburs a partir de gas de síntesi | | |
| **Objectius específics:**  Bastir els coneixements científics i tecnològics dels processos biològics i químics per a la producció de bioalcohols, biodiesel i altres biocarburants líquids a partir de biomassa lignocelul·lòsica, olis i greixos. | | |
| **Activitats vinculades:**  1. Resolució de problemes  2. Projecte de dimensionat d’una instal·lació complexa, tipus biorefineria. | | |

|  |
| --- |
| **Planificació d’activitats** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1. Resolució de problemes** | **Dedicació**: | **45 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 15 h |
| Activitats dirigides | 0 h |
| Aprenentatge autònom | 30 h |
| **Descripció:**  Resolució d’exercicis i problemes tipus a classe (CP). Resolució per part de l’estudiant d’una col·lecció d’exercicis i problemes de cada tema (PR) que haurà de lliurar. | | |
| **Material:**  Exercicis i problemes resolts. Col·lecció d’enunciats d’exercicis i problemes a resoldre per part de l’estudiant. | | |
| **Lliurament:**  Lliurament de la col·lecció d’exercicis i problemes resolts, que serà avaluada. | | |
| **Objectius específics:**  Assolir un grau de destresa suficient per resoldre problemes sobre l’estequiometria de les reaccions biològiques i sobre el dimensionat d’instal·lacions corresponents a cada procés i tecnologia, amb un abast reduït. | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2. Projecte de dimensionat d’una instal·lació complexa, tipus biorefineria.** | **Dedicació**: | **35 h** |
| Classes teòriques i conferències | 0 h |
| Classes pràctiques | 0 h |
| Activitats dirigides | 15 h |
| Aprenentatge autònom | 20 h |
| **Descripció:**  Realització d’un projecte de dimensionat d’instal·lació complexa, en la que es combinin diferents matèries primeres i diferents processos per aconseguir diferents produccions de biocombustibles, gasosos i/o líquids. Es distribuirà el grup d’estudiants en diferents subgrups, cada un dels quals farà la part del projecte corresponent a un procés, i un subgrup realitzarà la coordinació, el dimensionat, i el balanç de massa i energia global. | | |
| **Material:**  Enunciat del projecte a realitzar, l’amplitud del qual dependrà del nombre d’estudiants matriculats. | | |
| **Lliurament:**   * Presentacions periòdiques per cada subgrup de l’avenç dels treballs. * Lliurament d’un informe final que integri el treball de tots els subgrups. | | |
| **Objectius específics:**  Facilitar l’abordatge d’un projecte pràctic que integri els coneixements de l’assignatura relacionant diferents temes i nivells de complexitat, tot creant un ambient de creació d’una solució nova i de treball de grup. | | |

|  |
| --- |
| **Bibliografia** |

**Bàsica**:

* Samir Kumar Khaval (2010). Bioenergy and biofuels from biowastes and biomass. American Society of Civil Engineers, 2010. Ruster- Virginia. ISBN: 978-0-7844-1089-9
* **David M. Mousdale (2008). Biofuels: biotechnology, chemistry, and sustainable development.** CRC Press, cop. 2008. Boca Raton. ISBN: 9781420051247

**Complementària**:

* Ahring, B.K. (2003). Biomethanation. Vol. I y II. Springer-Verlag. Berlín.
* Batstone, D.J., Keller, J., Angelidaki, I., Kalyuzhnyi, S.V., Pavlostathis, S.G., Rozzi, A., Sanders, W.T.M., Siegrist, H., Vavilin, V.A. (2002). Anaerobic Digestion Model No. 1 (ADM1), IWA Task Group for Mathematical Modelling of Anaerobic Digestion Processes. IWA Publishing, London.
* Mata-Alvarez, J. (2003). Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes. IWA Publishing. Padstow, Cornwall, UK.
* Rittmann, B.E., McCarty, P.L. (2001). Environmental Biotechnology. Principles and Application. International Edition. McGraw Hill.