



Máster en Energías Renovables y Eficiencia Energética

66346 - Generación termoeléctrica avanzada. Plantas de emisiones cero. Comercio de emisiones

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Luis Ignacio Diez Pinilla** luisig@unizar.es
- **Luis Miguel Romeo Giménez** luismi@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para cursar este módulo son necesarios conocimientos avanzados de ingeniería térmica y procesos (nivel de grado de ingeniero rama mecánica o química industrial).

Actividades y fechas clave de la asignatura

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

- 1:** Conocer los sistemas de generación termoeléctrica avanzada con combustibles fósiles: generación en centrales supercríticas, ciclo combinado, gasificación integrada con ciclo combinado, etc. y es capaz de realizar cálculos de dimensionamiento y simulación térmica de los mismos.
- 2:** Conocer los principales impactos ambientales derivados de la generación de electricidad basada en combustión y los sistemas de mitigación de los mismos, relacionados con control de la combustión y con equipos de limpieza de gases.
- 3:** Conocer el fenómeno del efecto invernadero, las repercusiones que su alteración tiene sobre el cambio climático global, y los principales agentes causantes de tal alteración.
- 4:** Analizar y criticar las políticas destinadas a la mitigación del cambio climático y al control de emisiones, y

relaciona las diferentes posturas internacionales con los intereses económicos y sociales de las partes involucradas.

- 5:** Conocer y describir las principales tecnologías destinadas a la captura de emisiones de CO₂, en uso y emergentes, susceptibles de ser aplicadas en instalaciones industriales intensivas en el consumo de energía.
- 6:** Conocer las alternativas de transporte y almacenamiento permanente de CO₂.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La generación eléctrica basada en sistemas de combustión con ciclos de potencia ha utilizado tradicionalmente combustibles de origen fósil. En esta asignatura se estudia la teoría fundamental de combustión, y se aprenden métodos de cálculo globales y detallados para dimensionado y caracterización de instalaciones. Asimismo, se revisan las tecnologías que se emplean actualmente en el campo de la generación termoeléctrica y la reducción de emisiones contaminantes.

Desde finales del siglo XIX el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero fruto de actividades humanas ha provocado un incremento significativo de su concentración en la atmósfera. Sin lugar a dudas, la aportación más relevante proviene del uso intensivo de combustibles de origen fósil, cuya combustión produce emisiones de CO₂ a gran escala. Las alteraciones del clima detectadas a finales del siglo XX y comienzos del siglo XXI, manifestadas en los incrementos de temperatura superficial en el planeta, del nivel medio de los océanos o de los ritmos de desaparición de los hielos polares, están originadas por la alteración de los procesos naturales de fijación y producción de gases de efecto invernadero.

Técnicamente, una de las posibilidades para reducir las emisiones antropogénicas de CO₂, señaladas por el IPCC y la Unión Europea es el desarrollo y puesta en marcha de tecnologías de captura de dióxido de carbono en sistemas centralizados de producción de electricidad, basados en combustibles fósiles. El carácter estacionario y de gran tamaño de este tipo de instalaciones favorece un desarrollo tecnológico más eficaz y económicamente viable. La asignatura presenta a los alumnos las posibilidades tecnológicas para llevar a cabo la captura de CO₂ en grandes plantas de producción eléctrica, y se introducen las posibilidades de almacenamiento geológico, con el fin de tener una visión completa del proceso.

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:

En esta asignatura se incluyen diferentes contenidos en relación a este contexto: combustibles, descripción de tecnologías, cálculos de termoquímica clásica, métodos de cierre de balances, teoría fundamental de combustión e impactos ambientales. Se trata de una asignatura orientada hacia el estudio de sistemas térmicos de producción de energía, enfocada hacia instalaciones de tamaño medio-grande para generación eléctrica. Su sentido en el contexto del master se relaciona con el aprovechamiento térmico (directo o indirecto) de biomasa en calderas, gasificadores, quemadores y otros equipos.

Técnicamente, una de las posibilidades para reducir las emisiones antropogénicas de CO₂, señaladas por el IPCC y la Unión Europea es el desarrollo y puesta en marcha de tecnologías de captura de dióxido de carbono en sistemas centralizados de producción de electricidad, basados en combustibles fósiles. El carácter estacionario y de gran tamaño de este tipo de instalaciones favorece un desarrollo tecnológico más eficaz y económicamente viable

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura se cursa en el primer cuatrimestre ya que ayuda a la comprensión de sistemas de energías renovables y eficiencia energética que se cursan como optativas en el segundo cuatrimestre. En particular los cálculos de termoquímica clásica, los métodos de cierre de balances, la teoría fundamental de combustión y los impactos ambientales son básicos para analizar sistemas más complejos y novedosos

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

1:

Ser capaz de calcular el consumo energético de una actividad de cualquier tipo (incluidos sector industrial, servicios, residencial, transporte y los procesos de generación, transporte y distribución de electricidad), tanto instantáneo como en un periodo de tiempo representativo, y proponer las medidas adecuadas para la disminución del consumo de energía primaria asociado a la misma, especialmente energía de origen no renovable.

Conocer las distintas alternativas para separar el CO₂ de los gases de combustión y las posibilidades técnicas de captura y almacenamiento. Saber interpretar las reglas de los mercados de emisiones.

2:

Como competencias genéricas, cabe destacar las siguientes

Capacidad para relacionar conceptos teóricos con sus aplicaciones prácticas.

Capacidad de resolver problemas ante situaciones nuevas en el campo de estudio.

Capacidad de buscar y asimilar diferentes fuentes bibliográficas especializadas.

Capacidad de selección de tecnologías tomando como base criterios técnicos y medioambientales.

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

El conocimiento de los procesos de combustión es esencial para determinar la eficiencia energética de procesos de generación termoeléctrica, así como los impactos ambientales ocasionados por lo que se refiere a emisiones gaseosas contaminantes. La sinergia entre combustibles de diferentes características también depende del comportamiento de los mismos durante el proceso de combustión.

Asimismo, se produce una conexión con las materias fundamentales de este campo (termodinámica, transferencia de calor), con lo que se proporciona una visión amplia, tanto teórica como práctica, del campo de estudio.

Un conocimiento de ciclos de potencia y los conocimientos y habilidades necesarias para su simulación puede ser un conocimiento clave en temas relacionados con las energías renovables para producción de electricidad (solar térmica de alta temperatura, biomasa y otras) y en eficiencia energética (ciclos supercríticos, cogeneración y captura de CO₂).

La captura de CO₂ es una tecnología emergente con posibilidades de éxito en el futuro, tal y como han señalado el IPCC y la Agencia Internacional de la Energía. Los conocimientos adquiridos en esta asignatura son de ayuda al estudiante una perspectiva básica que puede serle de ayuda a la hora de incorporarse a equipos de investigación o empresas de I+D que trabajen directamente en estos temas, pero también en integración y reducción de emisiones de CO₂.

Evaluación

Actividades de evaluación

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

1:

Trabajos Prácticos Evaluables (40%)

Con el fin de incentivar el trabajo continuado a lo largo del periodo docente, se realizarán actividades evaluables distribuidas a lo largo del cuatrimestre, consistentes en la resolución de pequeños problemas prácticos relacionados con los contenidos de la asignatura.

Se calificarán de 0 a 10 puntos. El estudiante que no entregue los problemas obtendrá un cero en los mismos. Los trabajos evaluables supondrán el 40% de la nota global del estudiante. Para superar los trabajos evaluables se exigirá una nota promedio mínima de 5 puntos. En caso de no superar esta nota, el estudiante podrá acudir a un examen de los trabajos prácticos, en las convocatorias ordinarias de evaluación de la asignatura.

2:
Trabajo de curso (20%).

Elaboración de un trabajo de asignatura propuesto por el profesor o por el alumno, de carácter voluntario. Entrega de un resumen escrito y defensa frente a los profesores.

Se calificará de 0 a 10 puntos. En caso de realizarse, el trabajo de asignatura supondrá el 20% de la nota global del estudiante.

3:
Examen tipo test (40% ó 60%).

Consistente en un test de los contenidos teórico-prácticos vistos durante el curso.

Calificación de 0 a 10 puntos. Supondrá el 40% de la calificación global del estudiante, en el caso de que se haya optado por realizar un trabajo de curso, o el 60% en caso de no haberlo realizado. Para superar el examen se exigirá una nota mínima de 5 puntos.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

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

El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a tres ejes: las sesiones de teoría, las sesiones prácticas y la realización de un trabajo de asignatura. En las sesiones de teoría se explican los conceptos básicos y se relacionan con las características técnicas de los procesos utilizando ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos. En ambos casos la metodología son clases magistrales.

En las sesiones de problemas se analizarán y se reflexionará sobre distintos aspectos de la reducción de emisiones de CO₂ y las técnicas a adoptar para la consecución de los acuerdos internacionales sobre mitigación del cambio climático.

El trabajo de asignatura tendrá un enfoque de introducción a la investigación. En este trabajo, los alumnos deberán estudiar y analizar nueva documentación sobre un tema concreto asignado por el profesor y obtener y presentar sus propias conclusiones en un aspecto concreto de la asignatura, con mayor profundidad. Dado el carácter fuertemente multidisciplinar de la materia, en este trabajo se permitirá al alumno profundizar en aquellos campos que por su formación sean más adecuados.

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:
A principio de curso se informará del calendario de sesiones prácticas, que se fijará según el avance del programa y la disponibilidad de laboratorios y salas informáticas.

El programa detallado incluye:

Generación termoeléctrica avanzada. (31 horas)

Centrales termoeléctricas, ciclo rankine, torres de refrigeración y turbinas de vapor (4 horas)

Centrales termoeléctricas, ciclo brayton y turbinas de gas (3 horas)

Generadores de vapor y quemadores (3 horas)

Ciclos combinados y Gasificación integrada con ciclo combinado (2 horas)

Emisiones gaseosas contaminantes. Formación y tecnologías de control (3 horas)

Prob1. Termoquímica básica (2 hora)

Prob2. Termodinámica química. Equilibrio y entalpías de reacción (2 horas)

Prob3. Aplicación de cálculo del rendimiento de una caldera de potencia (2 horas)

Prob4. Cálculo de una torre de refrigeración (2 horas)

Prob5. Cálculo de un sistema de cogeneración/ciclo combinado (2 horas)

Pra1. Rendimiento (2 horas)

Pra2. Influencia de la refrigeración en el ciclo Rankine (2 horas)

Pra3. Evaluación técnica y económica de un sistema de limpieza de gases (2 horas)

Captura y almacenamiento de CO₂. (19 horas)

Cambio climático. El Protocolo de Kyoto y la perspectiva post-2013 (2 horas)

Propiedades, usos y almacenamiento del CO₂ (2 horas)

Captura en postcombustión. Absorbente y adsorbentes (2 horas)

Oxicombustión y ciclos de sólidos (2 horas)

Precombustión (1 horas)

Captura de CO₂ en la industria (1 horas)

Prob1. Cálculo-dimensionamiento de sistema de captura por postcombustión (2 horas)

Prob2. Visita instalaciones de laboratorio (1 hora)

Pra1. Cálculo-dimensionamiento de sistema de captura por oxicombustión (3 horas)

Pra2. Cálculo-dimensionamiento de sistema de captura por precombustión (3 horas)

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El primer día de clase se informará del calendario y la planificación de acuerdo al programa mostrado en el punto anterior.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada