

## **66306 - Combustión para la generación termoeléctrica: eficiencia energética e impacto ambiental**

**Guía docente para el curso 2012 - 2013**

**Curso: 1, Semestre: 1, Créditos: 5.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Cristóbal Cortés Gracia** tdyfqdb@unizar.es
- **Luis Ignacio Diez Pinilla** luisig@unizar.es
- **Enrique Teruel Doñate** eteruel@unizar.es

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

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

La asignatura se imparte en periodo 1 de docencia.

Comienzo de las clases: miércoles 28/09/2011

Finalización de las clases: viernes 13/01/2012

Evaluación: desde el lunes 16/01 hasta el viernes 27/01 de 2012

---

### **Inicio**

---

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

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

**1:**

Aprender las características de los principales combustibles, de origen fósil y renovables, que se emplean en la actualidad

**2:**

Conocer las principales tecnologías utilizadas actualmente en la generación termoeléctrica

**3:**

Conocer los sistemas de medida y control industriales en instalaciones de combustión

- 4:** Calcular la termoquímica básica en sistemas de combustión, con su aplicación en el cálculo de rendimiento térmico y dimensionado de cámaras de combustión
- 5:** Aprender la teoría fundamental de combustión, abarcando la termodinámica química, la cinética química y los fundamentos de transferencia de masa
- 6:** Modelar simplificadamente los procesos que tienen lugar en sistemas de combustión
- 7:** Conocer los principales impactos ambientales derivados de la generación de electricidad basada en combustión

## 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. Sin embargo, la creciente preocupación por la diversificación de las fuentes de energía, el uso de recursos renovables, el incremento de eficiencia energética y los impactos ambientales, está llevando a considerar la introducción de combustibles biomásicos (residuos sólidos, pero también gases de biomasa y biogás). En todo caso, la combustión sigue siendo el tema central que debe estudiarse y comprenderse para realizar el diseño y análisis de funcionamiento de esos sistemas.

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.

---

## 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:**

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

La generación eléctrica basada en sistemas de combustión con ciclos de potencia ha utilizado tradicionalmente combustibles de origen fósil. Sin embargo, la creciente preocupación por la diversificación de las fuentes de energía, el uso de recursos renovables, el incremento de eficiencia energética y los impactos ambientales, está llevando a considerar la introducción de combustibles biomásicos (residuos sólidos, pero también gases de biomasa y biogás). En todo caso, la combustión sigue siendo el tema central que debe estudiarse y comprenderse para realizar el diseño y análisis de funcionamiento de esos sistemas.

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, dimensionados semiempíricos, instrumentación y control, teoría fundamental de combustión (termodinámica, cinética, modelos) e impactos ambientales.

Se trata por lo tanto 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.

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

**1:**

Como competencias específicas de la asignatura, el alumno será capaz de:

- A) Conocer las particularidades de cada uno de los combustibles empleados hoy en el sector energético, y relacionarlos entre sí.
- B) Conocer las principales tecnologías de generación termoeléctrica, sus rangos de aplicación y sus singularidades.
- C) Calcular el cierre de balances de masa y energía en un sistema de combustión.
- D) Dimensionar hogares de combustión mediante aproximaciones semiempíricas.
- E) Conocer los sistemas de medida y control en sistemas industriales de producción energética.
- F) Analizar y relacionar las ecuaciones fundamentales de combustión, y explicar los modelos de combustión existentes.
- G) Conocer los principales impactos ambientales derivados de la generación termoeléctrica y las tecnologías disponibles para paliar sus efectos.

**2:**

Como competencias genéricas, cabe destacar las siguientes:

- H) Capacidad para relacionar conceptos teóricos con sus aplicaciones prácticas.
- I) Capacidad de resolver problemas ante situaciones nuevas en el campo de estudio.
- J) Capacidad de buscar y asimilar diferentes fuentes bibliográficas especializadas.
- K) 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.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

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

**1:**

Una única prueba global donde se valorarán las competencias del alumno en

- 1) Comprensión de los principios y modelos teóricos expuestos (20 %).
- 2) Aplicación de los mismos al análisis de sistemas de combustión (40 %)

- 3) Trabajos en ordenador, donde se resuelven casos prácticos de cálculo mediante el empleo de aplicaciones informáticas específicas (40 %).
- 

## 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 realiza en torno a tres bloques: teoría y resolución de problemas en pizarra, cálculos con ordenador y visita.

Durante 38 horas de teoría y resolución de problemas se presentan las ecuaciones y modelos de cálculo, y se resuelven ejemplos y problemas sencillos, mediante la metodología de clase magistral. Parte de las clases se desarrollan con métodos audiovisuales complementarios, y el resto mediante explicación en pizarra.

Durante las 8 horas de cálculos con ordenador se desarrollan dos casos de cálculo, que han de entregarse como parte de la evaluación. La metodología consiste en el planteamiento previo de los problemas, la ejecución individual por parte de los alumnos, la asistencia tutorada del profesor y la entrega de un informe con los resultados.

Finalmente, se destinan 4 horas a la realización de una visita a una planta de generación.

### 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:**

#### **Combustibles. (6 horas)**

- 1.1 Introducción y combustibles sólidos (3 horas)
- 1.2 Combustibles líquidos (1 hora)
- 1.3 Combustibles gaseosos (2 horas)

**2:**

#### **Sistemas de combustión en plantas de potencia. (10 horas)**

- Introducción a centrales termoeléctricas (2 horas)
- Generadores de vapor y quemadores (2 horas)
- Sistema de aire, combustible, gases y cenizas (1 hora)
- Calderas de lecho fluido (1 hora)
- Sistemas de medida y control en plantas de potencia (4 horas)

**3:**

#### **Termoquímica y rendimiento. Transferencia de calor en grandes calderas. (10 horas)**

- 3.1 Termoquímica básica (1 hora)
- 3.2 Aplicación de cálculo del rendimiento de una caldera de potencia (3 horas)
- 3.3 Fundamentos de transferencia de calor en grandes calderas (2 horas)

3.4 Dimensionado semiempírico de hogares (4 horas)

**4:**

**Fundamentos de combustión. (12 horas)**

4.1 Introducción (1 hora)

4.2 Termodinámica química I (2 horas)

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

4.4 Cinética química (2 horas)

4.5 Transferencia de masa y ecuaciones del continuo (3 horas)

4.6 Introducción a modelos de sistemas de combustión (2 horas)

**5:**

**Impacto ambiental en la generación termoeléctrica. (7 horas)**

5.1 Introducción y legislación (2 horas)

5.2 Emisiones gaseosas contaminantes. Formación y tecnologías de control (4 horas)

5.3 Evaluación de impacto ambiental (1 hora)

**6:**

**Visita técnica. (5 horas)**

## **Planificación y calendario**

### **Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos**

Todas las sesiones del curso son presenciales.

Se imparten 4 horas semanales, separadas en sesiones de 2 horas por día de docencia.

No se realiza trabajo en la asignatura.

La entrega de los casos prácticos a calcular por ordenador ha de realizarse antes de la finalización del periodo 1 de docencia del master.

## **Bibliografía y referencias**

### **Material recomendado**

### **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**