

Curso Académico: 2021/22

## 66345 - Herramientas para el análisis energético industrial. Industrias intensivas en el consumo de energía

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 66345 - Tools for energy analysis in the industry. Energy intensive industries

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 535 - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética

**Créditos:** 5.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

Es una asignatura que requiere los conocimientos teóricos previos de otras asignaturas obligatorias del máster, y son necesarios para superar la asignatura. No obstante, los conocimientos adquiridos en la misma serán imprescindibles para que el alumno tenga una visión sistémica de las prestaciones energéticas de las plantas industriales complejas y los efectos derivados de dichas prestaciones, y el valor de referencia del mejor sistema industrial homólogo, obtenido con la mejor tecnología disponible para esa funcionalidad prevista.

El objetivo general de la asignatura es por tanto presentar diferentes técnicas y metodologías en los sistemas esencialmente térmicos, aunque pueden cubrir aspectos químicos y eléctricos, en los diversos procesos industriales de cierta complejidad, desde el punto de vista de la eficiencia, la integración de procesos y el ahorro energético, describiendo los sistemas energéticos integrados de mayor relevancia y las técnicas existentes de mejora y optimización de procesos.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante
  - Meta 7.1. De aquí a 2030, garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles fiables y modernos
  - Meta 7.2. De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovables en el conjunto de fuentes energéticas
  - Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética
- Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación
  - Meta 9.5. Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

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

Esta asignatura, requiere conocimientos previos de ingeniería térmica y de eficiencia energética (obligatoria del máster), y permite al alumno fortalecer sus conocimientos sobre la eficiencia energética de sistemas energéticos complejos. Sin esta formación fundamental, el alumno no será capaz de saber a ciencia cierta si la utilización final de la energía se está realizando de forma eficiente, independientemente del origen primario de dicha energía, en este tipo de sistemas y/o industrias. Es por tanto una asignatura fundamental para el alumno que quiera entender y comprender el sentido final del concepto del uso eficiente de los recursos energéticos y materiales, finitos la mayoría de ellos, en sistemas complejos (en

los que no es obvia la mejor solución posible), máxime si hay varios productos como finalidad del sistema. Este mensaje se instrumenta a través de la Termoeconomía.

### 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Se requieren conocimientos avanzados de ingeniería térmica y de procesos (nivel de ingeniero técnico industrial rama mecánica o química, o grado equivalente). Una base sólida en termodinámica es recomendable.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

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

#### 1: Competencias específicas:

- CE2: Determinar la eficiencia energética de equipos y sistemas térmicos y de los procesos en los que intervienen, aplicando las normativas apropiadas para su determinación: diseño de ensayos, instrumentación y realización de los cálculos necesarios.
- CE6: 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.

#### 2: Competencias generales:

- CG1: Es capaz de adquirir conocimientos avanzados y demostrando, en un contexto de investigación científica y tecnológica o altamente especializado, una comprensión detallada y fundamentada de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología de trabajo en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- CG2: Es capaz de aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- CG3: Es capaz de evaluar y seleccionar la teoría científica adecuada y la metodología precisa de sus campos de estudio para formular juicios a partir de información incompleta o limitada incluyendo, cuando sea preciso y pertinente, una reflexión sobre la responsabilidad social o ética ligada a la solución que se proponga en cada caso en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- CG4: Es capaz de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.
- CG5: Es capaz de transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan en el ámbito de las energías renovables y la eficiencia energética.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

- Conoce los principales procesos industriales intensivos en consumo de energía.
- Es capaz de plantear la auditoría energética de una industria con cierta complejidad.
- Puede proponer una integración de procesos y plantas multi-recursos y multi-producto en sus formas (electricidad, calor y frío) y agua, conociendo el ahorro energético producido en la integración (co-tri-poli-generación), además del beneficio económico y la mejora ambiental que ello pueda reportar, con especial atención al coste de los residuos producidos
- Conoce el análisis exergético y una introducción a la Termoeconomía, incluyendo el cálculo de costes exergéticos y costes de inversión de equipos.
- Sabe aplicar correctamente el análisis input-output y sabe interpretar sus resultados correctamente para aplicar las simbiosis adecuadas y evaluar los beneficios.
- Conoce los conceptos básicos, oportunidades y aspectos críticos de la ecología industrial y de la simbiosis

industrial.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El alumno, tras superar la asignatura, sabrá en todo momento cuál de las técnicas y metodologías expuestas debe aplicar según el objeto final del análisis del sistema complejo: análisis del proceso industrial (auditoría), posibilidades de integración de sistemas de producción múltiple de servicios y/o demandas (poligeneración), optimización de la eficiencia energética y el uso eficiente de los recursos y materiales empleados (termoeconomía y simbiosis industrial), o la mejora ambiental del proceso industrial desde el punto de vista del ciclo de vida de la instalación industrial.

Además, aprenderá el uso de herramientas específicas en el ámbito de las metodologías analizadas, tales como SimaPro (software para ACV), TAESS (simulador específico para análisis termoeconómico).

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

La valoración de la asignatura seguirá una evaluación continua, que combina el examen teórico (30% del total), la evaluación de las prácticas de la asignatura (30% del total) y del trabajo de la asignatura (40%).

Teniendo en cuenta la normativa de evaluación de UNIZAR, que en caso de evaluación continua obliga a poner una prueba global, en caso de no superar la asignatura con esta modalidad, se hará un examen conjunto de conceptos teóricos y aplicaciones prácticas desarrollados en la asignatura.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

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

En las sesiones de teoría se explican los conceptos básicos de las metodologías a exponer, y se favorece su comprensión a través de ejercicios cortos que se resuelven en la pizarra, sirviendo de apoyo para fijar la comprensión de los conceptos metodológicos. En ambos casos la metodología son clases magistrales.

En las sesiones prácticas se incluyen sesiones de ordenador en la que se estudian casos prácticos más complejos que los presentados en la pizarra, donde es necesaria para su resolución cierta potencia de cálculo, o bien aplicaciones de software específicas que sistematizan ciertos procesos matemáticos

Se realizará un trabajo para la estimación de costes, análisis termoeconómico y diagnóstico de un proceso de simbiosis industrial en un parque empresarial.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

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

Esta asignatura se imparte en sesiones de 3 horas semanales, que se estructuran como sigue:

- Sesiones de teoría
- Realización de ejercicios prácticos
- Sesiones de laboratorio que incluyen el manejo de software de simulación de sistemas térmicos (EES) y específico de análisis termoeconómico (TAESS)
- Realización de un trabajo de asignatura

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 en el Campus Rio Ebro.

### 4.3. Programa

El programa de contenidos es el siguiente:

#### ANÁLISIS EXERGÉTICO

- Introducción
- Exergía. Irreversibilidad
- Eficiencia exergética

- Exergía química
- Eficiencia exergética en plantas. Casos prácticos

#### TERMOECONOMÍA

- Cálculo exergético de los flujos energéticos y de materiales de un sistema complejo.
- Definición Fuel-Producto-Residuo y modelo termoeconómico del sistema.
- Uso de tablas F-P y análisis I-O para la estimación de costes exergéticos.
- Reglas asignación y proceso de formación de costes.
- Diagnóstico del sistema, a través del análisis variacional de escenarios del sistema o malfunciones de los equipos más significativos del sistema.

#### ECOLOGÍA INDUSTRIAL

- Concepto de ecología industrial.
- Experiencias de simbiosis industrial: Kalundborg.

### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

#### Calendario de sesiones y presentación de trabajos

El calendario de sesiones y presentación de trabajos seguirá de forma provisional el horario oficial del centro.

No obstante, durante el primer día de clase se informará del calendario y la planificación definitiva de la asignatura, incluyendo fechas de exámenes si son definitivos por el Centro en ese momento.

Asignatura de segundo semestre (5 ECTS). Prevista la impartición de 4 horas semanales (en sesiones de 2 h diarias)

Para consultar las fechas definitivas de su impartición, se remite al link de la web oficial del centro donde se impartirán los estudios: <https://eina.unizar.es/calendarios>

### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

Se suministrarán al alumno apuntes, libros y programas originales del profesorado, al ser la Universidad de Zaragoza, una referencia internacional en estos temas.

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=66345>