



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros
Industriales

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

53001028 - Analisis exergetico y termoeconomico de procesos

PLAN DE ESTUDIOS

05AX - Master Universitario En Ingenieria De La Energia

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	53001028 - Analisis exergetico y termoeconomico de procesos
No de créditos	3 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	05AX - Master universitario en ingenieria de la energia
Centro en el que se imparte	05 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros Industriales
Curso académico	2018-19

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Enrique Querol Aragon (Coordinador/a)	418	enrique.querol@upm.es	L - 09:00 - 12:00 M - 09:00 - 12:00 Datos de contacto y tutorías: http://www.dec.org.es/personal Solicitar previamente por email

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías

con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de la Energía no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Termodinámica

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE 1 - Ser capaz de aplicar conocimientos y capacidades a estudiar, analizar y auditar programas de optimización energética en los diferentes sectores industriales, residenciales, domésticos, plantas de potencia y a la industria térmica y de fluidos en general, en los ámbitos de la eficiencia, la diversificación y la reducción de su impacto en el medio ambiente.

CE 34 - Analizar una instalación y establecer criterios de mejora energética y económica.

CE 4. - Disponer de habilidades, criterios y conocimientos para investigar, desarrollar e innovar en el campo de las máquinas térmicas y de fluidos, en los sistemas de producción de calor y frío, en sus aplicaciones a los sectores del transporte, residencial, plantas de potencia y a la industrial térmica y de fluidos en general en el ámbito industrial y residencial.

CE 44 - Capacidad para la integración de conocimientos multidisciplinares para la toma de decisiones sobre gestión y mercados energéticos.

CE 49 - Capacidad para contribuir al desarrollo e innovación tecnológicos en sistemas para el aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos.

CE 6. - Aplicar conocimientos para establecer avances y optimizar la eficiencia energética y en el impacto ambiental en el sector de los transportes.

CE 7. - Aplicar conocimientos y disponer de habilidades para acometer el diseño control y análisis de procesos industriales basados en la generación de calor por combustión convencional y avanzada.

CE 8. - Aplicar conocimientos y habilidades adquiridas para la práctica profesional de alto nivel en las empresas del sector de producción de energía eléctrica para diseñar, construir y operar plantas de potencia por vía térmica e hidráulica.

CG 1 - Aplicar conocimientos de ciencias y tecnologías avanzadas a la práctica profesional o investigadora de la Ingeniería Energética.

CG 11. - Creatividad.

CG 2 - Poseer capacidad para diseñar, desarrollar, implementar, gestionar y mejorar productos, sistemas y procesos en los distintos ámbitos energéticos, usando técnicas analíticas, computacionales o experimentales avanzadas

CG 3 - Aplicar los conocimientos adquiridos para identificar, formular y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos multidisciplinares de la Ingeniería Energética.

CG 4 - Ser capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG 5 - Comprender el impacto de la Ingeniería Energética en el medio ambiente, el desarrollo sostenible de la sociedad y la importancia de trabajar en un entorno profesional y responsable.

CG 7 - Poseer habilidades de aprendizaje que le permitan continuar estudiando, de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo, para su adecuado desarrollo profesional o como investigador

CG 8 - Incorporar nuevas tecnologías y herramientas avanzadas de la Ingeniería Energética en sus actividades profesionales o investigadoras.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA6 - Realizar balances de materia, energía y exergía

RA5 - Calcular exergías

RA4 - Comprender un diagrama de flujo de un proceso

RA7 - Realizar balances de coste exergético

RA8 - Estimar costes fijos de equipos

RA9 - Realizar balances de coste termoeconómico

RA10 - Proponer opciones de mejora energética y/o económica del proceso

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El alumno aprende con esta asignatura a realizar un análisis exergético y termoeconómico de un proceso industrial, a identificar desde el punto de vista termodinámico y de coste económico las contribuciones de los distintos equipos y corrientes al coste de los productos generados, pudiendo así tomar decisiones sobre la conveniencia, o no, de modificaciones del proceso para su optimización energética y/o económica.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción
2. Cálculo de exergías
3. Balances de materia, energía y exergía
4. Análisis exergético y coste variable
5. Coste fijo
6. Análisis termoeconómico y coste total

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
2	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
3	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
5	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
6	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
10	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
11	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
12	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Trabajo. Cálculos e Informe TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 04:00
13	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		

14	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Trabajo. Presentación oral PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 02:00
15	Temario Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Trabajo en proyecto Duración: 01:20 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
16				Ejercicios en clase. (Todos los días un ejercicio) EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 03:00
17				Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
12	Trabajo. Cálculos e Informe	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	04:00	60%	6 / 10	CG 1 CG 2 CG 8 CG 4 CG 3 CG 11. CE 1 CE 44 CE 7. CE 34 CE 6. CG 7 CG 5 CE 49 CE 4. CE 8.
14	Trabajo. Presentación oral	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	/ 10	CG 4 CG 3 CG 11. CE 34 CG 1 CG 5 CE 49
16	Ejercicios en clase. (Todos los días un ejercicio)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	03:00	40%	/ 10	CG 1 CG 2 CG 8 CG 4 CG 3 CG 11. CE 1 CE 44 CE 7. CE 34 CE 6. CG 7 CG 5 CE 49 CE 4. CE 8.

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 1 CG 2 CG 8 CG 4 CG 3 CG 11. CE 1 CE 44 CE 7. CE 34 CE 6. CG 7 CG 5 CE 49 CE 4. CE 8.

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final práctico. Se realiza con ordenador y consiste en aplicar el temario a una instalación / proceso.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	100%	5 / 10	CG 1 CG 2 CG 8 CG 4 CG 3 CG 11. CE 1 CE 44 CE 7. CE 34 CE 6. CG 7 CG 5

										CE 49 CE 4. CE 8.
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-------------------------

7.2. Criterios de evaluación

El método de *evaluación continua* consta de:

- **Ejercicios de clase: 40 %** de la calificación. Se planifica, orientativamente, una tarea presencial para cada semana, pero en función de las necesidades de explicaciones los alumnos, se puede reducir el número de pruebas. Todas las pruebas valen lo mismo.
- **Proyecto grupal - Informe: 60 %** de la calificación. Se planifica, orientativamente, una tarea no presencial para cada semana de clase, pero en función de las necesidades de explicaciones los alumnos se puede reducir el número de pruebas. Estas pruebas se evaluarán, pero no cuentan en la nota final, sino que servirán para valorar la entrega y comentar los fallos de la misma, y así sirva de referencia para el trabajo de grupo que será evaluado finalmente, puesto que es un trabajo acumulativo.
- **Proyecto grupal - Exposición oral:** desde - 60% (si el alumno da muestras de no saber nada del trabajo grupal) hasta un +10%.

La evaluación continua tiene un valor máximo del 110% ya que el 10% de la exposición oral permite mejorar durante la presentación errores del informe planteados durante el turno de preguntas. En todo caso la nota de evaluación continua será del 50% para el aprobado (5/5), y del 100% al 110% se corresponderá con un sobresaliente (10/10) o Matrícula de Honor si es posible.

El método de *evaluación final (Convocatoria ordinaria y extraordinaria)*, consiste en un examen 100% de la nota. En el examen se aplican los conceptos vistos en clase al análisis de un proceso, utilizando el ordenador, de manera similar a los ejercicios realizados durante el curso. Se pueden utilizar apuntes escritos, pero no se puede utilizar ningún archivo, ni contacto con el exterior.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Diapositivas	Recursos web	
Aula de informática	Equipamiento	
Libro de la asignatura.	Bibliografía	Termoeconomía y optimización energética. Fundación Gómez Pardo. ETSIME.
Artículos	Recursos web	www.sciencedirect.com

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura es eminentemente práctica. Todas las sesiones se realizan en aula de informática.

Se aplica el temario del libro al análisis de dos procesos: uno que será el analizado por toda la clase de manera presencial para aplicar los conceptos teóricos explicados al inicio de cada sesión, y otro que será analizado como trabajo grupal.

El trabajo grupal lo eligen los alumnos a partir de un artículo de www.sciencedirect.com o información de un TFE, previa aceptación del mismo por parte del profesor. En caso de que el tema propuesto no sea válido o no se aporten ideas, el profesor asignará un tema concreto y dará la información requerida para el mismo.

Las clases comienzan realizando una simulación del proceso utilizando Aspen Plus.

En el resto de clases, se utiliza Microsoft Excel.

Con los datos termodinámicos se realiza el cálculo de las exergías de las corrientes, balance de materia, energía y exergía.

A partir de la exergía se realiza el balance de coste exergético.

Se realiza una estimación de costes de equipos.

Con la información recopilada hasta este momento ya se realiza el análisis termoeconómico, obteniendo los costes de todas las corrientes del proceso.

Finalmente se indica cómo realizar un análisis de los resultados, haciendo uso de indicadores termoeconómicos.

La última sesión se explica el método pinch y se aplica a un proceso de ejemplo. Esta sesión sirve de colchón temporal entre la entrega final de los trabajos y la exposición de los mismos, para dar una sesión de plazo al profesor para revisar las entregas y preparar las preguntas para la exposición.

Respecto al software utilizado en clase:

- Aspen Plus: Para simular el proceso y obtener los datos termodinámicos requeridos. Unas 4 sesiones.
- Microsoft Excel: para realizar los cálculos matriciales. Resto de sesiones.
- Aspen Energy Analyzer: Para la sesión del Pinch.