

Guía docente

240752 - 240752 - Termodinámica

Última modificación: 16/04/2024

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona
Unidad que imparte: 724 - MMT - Departamento de Máquinas y Motores Térmicos.

Titulación: GRADO EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES Y ANÁLISIS ECONÓMICO (Plan 2018). (Asignatura obligatoria).

Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable: Fernandez Francos, Xavier

Otros: Fernandez Francos, Xavier
Konuray, Ali Osman

REQUISITOS

Conocimientos básicos de termodinámica adquiridos en Física I y de cálculo

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CEGTI 7. (CAST) Coneixements de fluids, termodinàmica aplicada, transmissió de calor i enginyeria tèrmica.

Genéricas:

CGGTI 3. (CAST) Coneixement en matèries bàsiques i tecnològiques que capacitin per a l'aprenentatge de nous mètodes i teories, i doti de versatilitat per adaptar-se a noves situacions.

CGGTI 4. (CAST) Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, presa de decisions, creativitat, raonament crític i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses en el camp de l'Enginyeria Industrial.

CGGTI 5. (CAST) Coneixements per a la realització de medicions, càlculs, valoracions, tasacions, peritacions, estudis, informes, plans de treball i altres treballs similars.

CGGTI10. (CAST) Capacitat de treballar en un entorn multilingüe i multidisciplinar.

Transversales:

CT4. (CAST) TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip interdisciplinar, ja sigui com un membre més, o realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes amb pragmatisme i sentit de la responsabilitat, assumint compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CT5. (CAST) ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ: Gestionar l'adquisició, l'estructuració, l'anàlisi i la visualització de dades i informacions en l'àmbit d'especialitat i valorar de forma crítica els resultats d'aquesta gestió.

CT6. (CAST) APRENTATGE AUTÒNOM: Detectar mancances en el propi coneixement i superar-les mitjançant la reflexió crítica i l'elecció de la millor actuació per ampliar aquest coneixement.

CT7. (CAST) TERCERA LENGUA: Conèixer una tercera llengua, preferentment l'anglès, amb un nivell adequat oral i escrit, i en consonància amb les necessitats que indran els titulats i titulades.

Básicas:

CBGTI2. (CAST) Que els estudiants sàpiguin aplicar els seus coneixements al seu treball o vocació d'una forma professional i tinguin les competències que se solen demostrar mitjançant l'elaboració i defensa d'arguments i la resolució de problemes dins de la seva àrea d'estudi.

CBGTI5. (CAST) Que els estudiants hagin desenvolupat aquelles habilitats d'aprenentatge necessàries per emprendre estudis posteriors amb un alt grau d'autonomia.

CBGTI4. (CAST) Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat, com no especialitzat.

METODOLOGÍAS DOCENTES

Durante las clases de teoría y problemas se expondrán los principales aspectos teóricos de cada uno de los temas y se resolverán problemas de aplicación práctica. Los estudiantes aprenderán las herramientas básicas para el análisis de procesos energéticos y a utilizar fuentes de datos termodinámicos en forma de tablas y gráficos de propiedades. Se animará a los estudiantes a profundizar en su conocimiento a través de recursos de software (Engineering Equation Solver EES, CoolProp) para el análisis rápido de problemas y el estudio de situaciones más complejas.

Se pedirá a los estudiantes que resuelvan individualmente un conjunto de pruebas en clase o en casa (se podrá utilizar la plataforma Atenea para ello) como forma de evaluación continuada. Los alumnos realizarán cinco sesiones de prácticas de laboratorio (grupos pequeños) de dos horas cada una.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

El objetivo principal de la asignatura es aplicar los principios de la Termodinámica a procesos de interés industrial como los de transformación de la energía. Se dedicará una atención especial a los llamados ciclos termodinámicos de producción de potencia, calor y frío, y a la termodinámica de las reacciones de combustión y de aire húmedo.

Al finalizar la asignatura el estudiante ha de ser capaz de:

- Plantear y resolver los balances de energía, entropía y exergía de ciclos termodinámicos y de procesos sencillos relacionados con la transformación de la energía.
- Utilizar tablas y gráficos de propiedades termodinámicas y otras herramientas que permitan encontrar estas propiedades.
- Analizar si los resultados obtenidos en la resolución de un problema son coherentes con el sistema estudiado.
- Analizar la aplicabilidad de modelos termodinámicos, fenómenos relacionados con el contenido de la asignatura y el funcionamiento de sistemas reales en base a datos experimentales.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	10,0	6.67
Horas grupo grande	50,0	33.33
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1. Propiedades de sustancias puras

Descripción:

Superficie PvT de una sustancia pura. Diagramas Pv, Tv i PT. Tablas y diagramas de propiedades. Relaciones PvT analíticas. Principio de los estados correspondientes y funciones de discrepancia.

Objetivos específicos:

Adquirir una metodología para determinar y estimar propiedades termodinámicas de sustancias puras.
Aplicar el balance de energía para sistemas cerrados en la resolución de problemas.

Actividades vinculadas:

Actividad 1. Práctica 1. Propiedades PvT de una sustancia pura.
Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 34h

Grupo grande/Teoría: 5h
Grupo mediano/Prácticas: 6h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 21h

2. Balance energético de sistemas abiertos

Descripción:

Balances de masa y energía en sistemas abiertos. Ecuación de continuidad. Análisis en un volumen de control para sistemas estacionarios y transitorios. Aplicación del balance de energía en sistemas de interés en ingeniería: llenado y vaciado de depósitos, calderas, válvulas, intercambiadores de calor, toberas, difusores, compresores y turbinas.

Objetivos específicos:

Aplicar los balances de masa y energía en sistemas abiertos a la resolución de problemas.

Actividades vinculadas:

Actividad 2. Práctica 2. Compresión de gases a bajas presiones.

Actividad 6. Prueba individual de evaluación continuada en clase.

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 21h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 13h

3. Balances de entropía y exergía en sistemas abiertos

Descripción:

Balance de entropía en sistemas abiertos. Análisis en un volumen de control. Rendimiento isentrópico. Diagramas T-s y h-s. Exergía. Trabajo perdido. Balance de exergía en sistemas abiertos. Rendimiento exergético.

Objetivos específicos:

Utilizar datos de entropía para calcular rendimientos isentrópicos.

Aplicar el balance de entropía y exergía en sus diferentes formulaciones a la resolución de problemas.

Actividades vinculadas:

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 3h

Grupo mediano/Prácticas: 3h

Aprendizaje autónomo: 9h

4. Ciclos de potencia de vapor

Descripción:

Análisis de ciclos termodinámicos. Ciclo básico de Rankine. Mejoras del ciclo de Rankine: sobrecalentamiento, recalentamiento, regeneración. Cogeneración. Análisis exergético de plantas de potencia.

Objetivos específicos:

Realizar diagramas esquemáticos y representaciones T-s de ciclos de potencia de Rankine.

Analizar energéticamente y exergéticamente los ciclos de potencia de Rankine.

Actividades vinculadas:

Actividad 6. Prueba individual de evaluación continuada en clase.

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 18h 30m

Grupo grande/Teoría: 3h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 4h

Aprendizaje autónomo: 11h

5. Ciclos de potencia de gas

Descripción:

Motores de combustión interna alternativos. Diagrama indicador. Condiciones de aire estándar y aire frío estándar. Ciclo Otto. Ciclo Diésel. Ciclo dual. Ciclos de Ericsson y Stirling. Turbina de gas abierta y cerrada. Ciclo de Brayton. Ciclo de Brayton regenerativo. Turbina de gas con recalentamiento y enfriamiento intermedios. Ciclo combinado de gas y vapor.

Objetivos específicos:

Analizar los ciclos de Otto, Diesel y Dual.

Analizar energéticamente y exergéticamente los ciclos de turbina de gas.

Actividades vinculadas:

Actividad 3. Práctica 3. Motor Stirling.

Actividad 6. Pruebas individuales de evaluación continuada en clase

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 19h

Grupo grande/Teoría: 3h 30m

Grupo mediano/Prácticas: 2h 30m

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 11h

6. Ciclos de refrigeración y bombas de calor

Descripción:

Ciclo de refrigeración por compresión de vapor. Bomba de calor. Coeficiente de funcionamiento. Propiedades de los refrigerantes. Ciclos de refrigeración multietapa y en cascada. Sistemas de refrigeración por gas.

Objetivos específicos:

Analizar los ciclos de refrigeración por compresión de vapor y de refrigeración con gas.

Actividades vinculadas:

Actividad 4. Práctica 4. Ciclo de refrigeración por compresión de vapor con R-134a.

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 15h

Grupo grande/Teoría: 2h

Grupo mediano/Prácticas: 2h

Grupo pequeño/Laboratorio: 2h

Aprendizaje autónomo: 9h

7. Mezclas no reactivas de gases ideales: aire húmedo

Descripción:

Mezclas de gases ideales. Conceptos básicos de psicrometría. Aire húmedo. Balances de masa y energía en sistemas de aire húmedo. Temperatura de saturación adiabática y de bulbo húmedo. Diagrama psicrométrico. Procesos de acondicionamiento de aire.

Objetivos específicos:

Aplicar los principios de conservación de masa y energía al análisis de diferentes procesos de acondicionamiento de aire. Utilizar el diagrama psicrométrico para analizar procesos de acondicionamiento de aire.

Actividades vinculadas:

Actividad 5. Práctica 5. Procesos de acondicionamiento de aire.
Actividad 6. Pruebas individuales de evaluación continuada en clase
Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 15h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Grupo pequeño/Laboratorio: 2h
Aprendizaje autónomo: 9h

8. Mezclas reactivas: combustión

Descripción:

Termodinámica de los sistemas reactivos. Combustión. Aire estequiométrico y exceso de aire. Balances de materia y energía en mezclas reactivas. Entropías absolutas. Entalpías estándar de combustión y de formación. Potencias caloríficas superior e inferior. Temperatura adiabática de llama. Balance de entropía en sistemas reactivos. Análisis exergético.

Objetivos específicos:

Aplicar balances de materia y energía a las mezclas reactivas.

Actividades vinculadas:

Actividad 7. Resolución de problemas fuera del aula

Dedicación: 11h 30m

Grupo grande/Teoría: 2h 30m
Grupo mediano/Prácticas: 2h
Aprendizaje autónomo: 7h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

La evaluación constará de cuatro notas

- 1) Nota examen final (Mfe)
- 2) Nota examen parcial (Mpe)
- 3) Nota laboratorio (Mlab)
- 4) Nota de evaluación continuada (Mce)

La nota final Mfinal se calculará de la siguiente manera:

$$M_{\text{final}} = 0,55 \cdot M_{\text{fe}} + 0,1 \cdot \max(M_{\text{pe}}, M_{\text{fe}}) + 0,1 \cdot M_{\text{lab}} + 0,25 \cdot \max(M_{\text{ce}}, M_{\text{fe}})$$

Donde max() indica que se tomará el valor más grande de las notas.

El examen final se realizará al final del cuatrimestre en la fecha fijada por la Escuela, y consistirá en un conjunto de ejercicios numéricos. El examen parcial se realizará a mitad de cuatrimestre en la fecha fijada por la Escuela y constará de preguntas teóricas y ejercicios numéricos. Para la realización de ambas pruebas se podrá llevar un formulario manuscrito, el libro de gráficos y tablas y la calculadora.

La nota del laboratorio corresponde a las prácticas de laboratorio y se obtendrá a partir del trabajo de pre-laboratorio, el informe post-laboratorio y de la valoración del profesor sobre el desempeño del estudiante en el laboratorio.

Del 25 % correspondiente a la nota de evaluación continuada (Mce), un 10 % de esta nota corresponderá a pruebas presenciales (con fecha previamente fijada), y el 15 % restante a diferentes pruebas de evaluación fuera del aula.

Los estudiantes suspendidos tienen derecho a un examen de reevaluación. En ese caso, la nota final se calculará como:

$$M_{\text{final}} = 0,9 \cdot M_{\text{re}} + 0,1 \cdot M_{\text{lab}}$$

Donde Mre es la nota obtenida en el examen de reevaluación, que tendrá lugar en la fecha especificada por la Escuela. El examen de reevaluación tendrá las mismas características que el examen final. Mlab es la nota de laboratorio obtenida en la evaluación anterior.

Los estudiantes que repitan la asignatura con las prácticas de laboratorio aprobadas podrán conservar la nota anterior de prácticas (Mlab) y por tanto no hará falta que las repitan. Para ello, deberán informar de su intención al coordinador de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Çengel, Yunus A [et al.]. Termodinámica [en línea]. 9a ed. México, D.F.: McGraw-Hill, 2019 [Consulta: 18/09/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8722. ISBN 9781456272081.

- Moran, M. J.; Shapiro, H. N. Fundamentos de termodinámica técnica [en línea]. 2a ed. Barcelona: Reverté, 2004 [Consulta: 07/09/2022]. Disponible a: https://www.ingebook-com.recursos.biblioteca.upc.edu/ib/NPcd/IB_Escritorio_Visualizar?cod_primaria=1000193&libro=7704. ISBN 8429143130.

Complementaria:

- Van Wylen, Gordon John; Sonntag, Richard Edwin; Borgnakke, Claus. Fundamentos de termodinámica. 2ª ed. México: Limusa-Wiley, cop. 1999. ISBN 9681851463.

- Wark, Kenneth. Termodinámica [en línea]. 6ª ed. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, cop. 2001 [Consulta: 18/09/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=4153. ISBN 844812829X.

RECURSOS

Otros recursos:

Tablas y gráficos de propiedades termodinámicas

Termodinámica. Test y problemas

En la plataforma Atenea se podrá encontrar material docente, como por ejemplo guiones de prácticas de laboratorio, enunciados de problemas, cuestiones y pruebas tipos test con su resolución. También se encontrará material propio de cada profesor.