



Guia docent

220282 - 220282 - Tecnologies de Màquines i Motors Tèrmics

Última modificació: 04/07/2024

Unitat responsable: Escola Superior d'Enginyeries Industrial, Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa

Unitat que imparteix: 724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

Titulació: MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA INDUSTRIAL (Pla 2013). (Assignatura optativa).

Curs: 2024

Crèdits ECTS: 7.5

Idiomes: Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Yolanda Calventus Solé

Altres: Carles Oliet Casasayas, David Escofet Martín

CAPACITATS PRÈVIES

Termodinàmica

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. Coneixements i capacitat per a l'anàlisi dels processos de transferència de calor que permeten el disseny i càlcul de equips i aplicacions tèrmiques.
2. Coneixements i capacitat per al disseny i càlcul d'equips i instal·lacions frigorífiques (refrigeració i climatització).
3. Coneixements i capacitat per a l'anàlisi, disseny, càlcul i aplicacions de cicles de potència i motors tèrmics alternatius.

METODOLOGIES DOCENTS

L'assignatura s'organitza en:

1.- Classes en grups grans: En aquestes classes es desenvolupen les classes de teoria, part de les classes de problemes i les avaluacions corresponents al 1er i 2on Parcial . S'utilitzarà el model expositiu que el professor cregui més convenient per assolir els objectius que s'han fixat a l'assignatura.

2.- Classes en grups petits: En aquesta activitat es desenvolupen les pràctiques de laboratori i es resolen problemes.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

- Conèixer els fenòmens físics dels fluxos reactius, utilitzats en màquines i motors tèrmics
- Utilitzar els principals mecanismes d'estudi dels fluxos reactius, reaccions d'un sol pas, equilibri químic i cinètica químic. Escollir el mecanisme d'estudi segons l'objectiu de l'anàlisi
- Analitzar, diagnosticar, i predir el comportament d'elements, equips i sistemes característics dels motors alternatius de combustió interna
- Familiaritzar-se amb les tècniques de mesura i diagnòstics experimentals per a fluxos reactius típics per a màquines i motors tèrmics
- Analitzar els bescanviadors de calor com un component bàsic de les màquines tèrmiques. Càlcul i anàlisi.
- Anàlisi i càlcul de sistemes de refrigeració per compressió de vapor i de les seves variants
- Conèixer el funcionament d'un ejector i les seves aplicacions en el camp de la refrigeració
- Intensificar l'estudi del concepte de bomba de calor com element de calefacció renovable, focalitzant en aspectes innovadors en el seu disseny i/o aplicació
- Conèixer i saber treballar amb el motor Stirling com a màquina tèrmica directa i inversa



HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	24.00
Hores aprenentatge autònom	120,0	64.00
Hores grup petit	22,5	12.00

Dedicació total: 187.5 h

CONTINGUTS

Contingut 1: Fonaments dels fluxos reactius

Descripció:

- 1.1 Introducció
- 1.2 Termoquímica
- 1.3 Cinètica química
- 1.4 Combustió premesclada
- 1.5 Combustió difusiva
- 1.6 Autoencesesa, Ignició i límits d'inflamabilitat

Objectius específics:

Estudiar el comportament dels fluxos reactius en motors i màquines tèrmiques.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de pràctiques i treball
Examen Final
Treball de curs
Pràctica de laboratori

Dedicació: 44h

Grup gran/Teoria: 12h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprenentatge autònom: 28h



Contingut 2: Tipus de motors i variables de disseny i operació

Descripció:

- 2.1 Introducció al motor de combustió
- 2.2 Paràmetres de disseny i operació
- 2.3 Arquitectura del motor

Objectius específics:

Introduir el diferents tipus de motors que es troben al mercat, al seu principi de funcionament. Introduir els paràmetres de disseny i operació dels motors, les definicions bàsiques i les relacions entre elles i a l'hora s'aprofita per introduir el valors que cal esperar que tindran en funció del tipus de motor.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de pràctiques i treball
Examen Final
Treball de curs
Pràctica de laboratori

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 4h
Grup petit/Laboratori: 4h
Aprentatge autònom: 10h

Contingut 3 : Mesures a fluxos reactius en motors i màquines tèrmiques

Descripció:

- 3.1 Introducció a la metodologia experimental
- 3.2 Sensors de pressió temperatura i caudal
- 3.3 Fonaments de les tècniques òptiques
- 3.4 Visualització amb Schlieren i Shadowgraphy
- 3.5 Velocimetria de imatges amb partícules i anemometria làser
- 3.6 Tècniques per mesurar composició

Objectius específics:

Estudiar les tècniques de mesura en màquines i motors tèrmics, posant èmfasis en les tècniques de caràcter òptic.

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de pràctiques i treball
Examen Final
Treball de curs
Pràctica de laboratori

Dedicació: 31h 45m

Grup gran/Teoria: 6h 30m
Grup petit/Laboratori: 3h 15m
Aprentatge autònom: 22h



Contingut 4: Bescanviadors de calor

Descripció:

- 4.1 Introducció. Definició, classificació i tipologia. Aspectes generals de disseny
- 4.2 Mètodes analítics de resolució sense canvi de fase. Exemples d'aplicació
- 4.3 Mètodes analítics de resolució amb canvi de fase. Condensadors i evaporadors
- 4.4 Tubs de calor (heat pipes). Concepte, fenomenologia i aplicacions

Objectius específics:

Analitzar els bescanviadors de calor com un component important de les màquines tèrmiques. Càlcul i disseny. Incorporació de càlcul mitjançant programació bàsica per ordinador

Activitats vinculades:

Classes de teoria, classes de problemes
Classes de pràctiques. Realització de la pràctica: "Bescanviador de calor"
Treballs de curs
Examen 1r parcial o Final segons correspongui.

Dedicació: 31h 15m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 5h 15m

Aprenentatge autònom: 20h

Contingut 5: Sistemes de refrigeració per compressió de vapor

Descripció:

- 5.1 Compresors i sistemes d'expansió. Aspectes generals de disseny i fenomenològics
- 5.2 Sistemes de refrigeració per compressió simple i les seves variants
- 5.3 Sistemes de refrigeració per compressió múltiple (doble etapa, cascada)
- 5.4 Ejectors, concepte, fenomenologia i aplicacions

Objectius específics:

Anàlisi i disseny de sistemes de refrigeració per compressió de vapor
Anàlisis de sistemes amb ejectors, i càlcul d'ejectors gas-gas
Incorporació de càlcul mitjançant programació bàsica i ús de bases de dades de propietats físiques dels refrigerants

Activitats vinculades:

Classes de teoria i problemes
Sessió informativa-demostrativa de simulacions de sistemes de refrigeració amb Modèlica
Treballs de curs
Examen 1r parcial o Final segons correspongui.

Dedicació: 22h 30m

Grup gran/Teoria: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 15h

Contingut 6: Innovacions en Bombes de calor

Descripció:

6.1 Introducció: repàs del concepte de bomba de calor, visió com energia renovable, paper en el marc de l'economia descarbonitzada i electrificada

6.2 Innovacions o línies de recerca en bombes de calor. A nivell indicatiu:

- Bombes de calor d'alta temperatura
- Bombes de calor amb refrigerants amb baix efecte hivernacle
- Adaptació de bombes de calor en climes freds
- Bescanviadors de calor avançats: integració amb energia solar o acumulació d'energia tèrmica
- Aplicació a assecatge

Objectius específics:

Reforçar el concepte de bomba de calor i el seu paper en el marc d'una economia descarbonitzada i electrificada
Presentar i identificar línies d'innovació en el camp de les bombes de calor

Activitats vinculades:

Classes de teoria i classes de problemes

Classes de pràctiques. Realització de la pràctica: "Bomba de calor"

Examen 1r parcial o Final segons correspongui

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 5h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 10h

Contingut 7: Motor tèrmic Stirling

Descripció:

7.1 Introducció. Definició, classificació i tipologia. Aspectes generals de disseny

7.2 Anàlisi termodinàmic del cicle ideal vs. cicle real: models, rendiments

Objectius específics:

Estudiar el motor Stirling com a màquina tèrmica directa o inversa industrial

Activitats vinculades:

Classes de teoria i problemes

Classes de pràctiques. Realització de la pràctica: "Motor Stirling"

Examen 1r parcial o Final com correspongui

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 4h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 15h



ACTIVITATS

ACTIVITAT 1: CLASSES DE TEORIA

Descripció:

Metodologia en Grup gran
Exposició dels continguts de l'assignatura seguint un model de classe expositiva i participativa
La matèria de l'assignatura s'ha organitzat en 7 àrees temàtiques
Es resoldran problemes amb tot el grup.

Objectius específics:

En finalitzar aquesta activitat ha de ser capaç de dominar els coneixements treballats, consolidar-los i aplicar-los correctament a problemes que impliquin situacions reals.

Material:

Bibliografia bàsica
Apunts i llistat de problemes del professor, si aquest ho considera oportú
Descripció del lliurament esperat i vincles amb l'avaluació.

Lliurament:

Aquesta activitat s'avalua amb el primer parcial i l'examen final.

Dedicació: 91h

Grup gran/Teoria: 41h
Aprenentatge autònom: 50h

ACTIVITAT 2: CLASSES DE PRÀCTIQUES

Descripció:

Metodologia grup petit
Dels diferents continguts, es realitzaran pràctiques de laboratori.

Objectius específics:

En finalitzar aquesta activitat l'alumnat haurà de ser capaç de:

- Saber descriure les tasques realitzades
- Tractar les dades experimentals obtingudes i treure'n conclusions
- Elaborar un informe del treball realitzat
- Realitzar mitjançant programació exercicis tèrmics senzills, que incorporin propietats físiques variables

Material:

Bibliografia bàsica
Enunciats de les activitats.

Lliurament:

Es realitzarà un informe d'aquesta activitat que serà avaluable.
La qualificació de les pràctiques (NL) serà d'un total d'un 25% de la qualificació global de l'assignatura.
Aquest percentatge correspon a un 15% per les pràctiques dels continguts 1, 2, 3 i un 10% per les pràctiques dels continguts 4, 5, 6, 7

Dedicació: 47h 30m

Grup petit/Laboratori: 22h 30m
Aprenentatge autònom: 25h



ACTIVITAT 3: TREBALLS DE CURS

Descripció:

S'inclouen tant treballs de resolució numèrica com problemes de disseny

Objectius específics:

Aplicar a casos concrets els coneixements adquirits i aprendre a manejar totes les eines que se'ls han donat a les classes teòriques

Material:

Bibliografia bàsica
Enunciats de les activitats.

Lliurament:

Es presentaran adequadament aquestes activitats seguint l'esquema que marqui el professorat i seràn avaluables.

La qualificació total d'aquests treballs (NT) serà d'un 25% de la qualificació global de l'assignatura.

De l'esmentat percentatge un 15% sobre el total de l'assignatura correspondrà als continguts 1, 2, 3 i un 10% sobre el total de l'assignatura correspondrà als continguts 4, 5, 6, 7

Dedicació: 45h

Aprenentatge autònom: 45h

ACTIVITAT 4: EXAMEN 1R PARCIAL

Descripció:

Realització de l'examen parcial

La matèria corresponen als continguts 1, 2, 3 no s'avaluarà en aquest examen parcial

En aquest parcial s'avaluarà la part dels continguts 4, 5, 6, 7 (no tots els aquests continguts citats entraran en aquest examen, només els que s'hagin explicat en la data del parcial)

Objectius específics:

Mostrar el nivell de coneixements assolit en els continguts corresponents.

Material:

Sense suport

Lliurament:

L'examen es resol sobre els fulls lliurats a l'inici de la prova

La qualificació d'aquesta activitat N1P val un 15% de la qualificació final de l'assignatura.

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h



ACTIVITAT 5: EXAMEN FINAL

Descripció:

Realització de l'examen final de l'assignatura

Objectius específics:

Mostrar el nivell de coneixements assolit en els continguts corresponents.

Material:

Sense suport.

Lliurament:

L'examen es resol sobre els fulls lliurats a l'inici de la prova

La qualificació d'aquesta activitat NF val un 35% en total de la qualificació final de l'assignatura.

En aquest examen entraran els continguts 1, 2, 3 i de la part dels continguts 4, 5, 6, 7 el que us indiqui el professor

El pes dels continguts 1, 2, 3 serà d'un 20% (sobre el total de l'assignatura)

El pes dels continguts 4, 5, 6, 7 serà d'un 15% (sobre el total de l'assignatura)

Dedicació: 2h

Grup gran/Teoria: 2h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

-Examen 1r Parcial N1P pes: 15%

-Examen Final N2P pes: 35%

-Pràctiques: NL pes: 25%

-Treballs: NT pes: 25%

Els estudiants que no hagin aprovat el N1P tindran opció a la seva reconducció el dia de l'examen final marcat en el calendari oficial. La prova de reconducció consistirà en resoldre uns exercicis per escrit, només els podran fer els estudiants que hagin suspès el N1P i la nota màxima de reconducció serà un 5.0. La nota de la reconducció només substituirà la nota del N1P en cas que sigui superior a la nota que es va obtenir inicialment.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i puguin presentar-se a la reavaluació, la qualificació de l'examen de reavaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (examen parcial i examen final) i es mantindran les qualificacions de les pràctiques/problemes. Si la nota final després de la reavaluació és inferior a 5.0 substituirà la inicial únicament en el cas que sigui superior. Si la nota final després de la reavaluació és superior o igual a 5.0, la nota final de l'assignatura serà aprovat 5.0.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- 1.- Els exàmens corresponents al primer parcial i final es faran sense utilitzar llibres, apunts o altre material docent, excepte, si s'escau d'un llibre de Taules i Gràfics o d'un formulari si el professorat ho considera oportú
- 2.- Respecte a les pràctiques s'haurà d'entregar un informe que oportunament comunicarà el professorat
- 3.- Els treballs de curs s'hauran d'entregar tal com indiqui el professorat



BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Heywood, John B. Internal combustion engine fundamentals. New York [etc.]: McGraw-Hill, cop. 1988. ISBN 9780070286375.
- Haywood, Richard Wilson. Ciclos termodinámicos de potencia y refrigeración. 2ª ed. México [etc.]: Limusa, cop. 1999. ISBN 9789681857981.
- Moran, Michael J.; Shapiro, Howard N. Fundamentals of engineering thermodynamics. 8th ed. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, 2014. ISBN 9781118412930.
- Li, Kam W. Applied thermodynamics: availability method and energy conversion. New York: Taylor & Francis, 1996. ISBN 1560323493.
- Organ, Allan J. The regenerator and the stirling engine. London: Mechanical Engineering Publications, 1997. ISBN 1860580106.
- Walker, Graham [et al.]. The stirling alternative: power systems, refrigerants and heat pumps. Switzerland [etc.]: Gordon and Breach Science Publishers, 1997. ISBN 2881246001.
- Shah, R. K. ; Sekulic, D. P. Fundamentals of heat exchanger design. New York, [etc.]: John Wiley & Sons, 2003. ISBN 0471321710.
- Hundy, G. F.; Trott A. R.; Welch, T. C. Refrigeration and air-conditioning. 5th ed. Amsterdam; Boston: Butterworth Heinemann/Elsevier, 2016. ISBN 9780081006474.
- Herold, K. E.; Radermacher, R.; Klein, S. A. Absorption chillers and heat pumps. Boca Raton: CRC Press, 1996. ISBN 0849394279.
- Thomas, W. J.; Crittenden, B. Adsorption technology and design [en línia]. Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann, 1998 [Consulta: 13/05/2022]. Disponible a: <https://www-sciencedirect-com.recursos.biblioteca.upc.edu/book/9780750619592/adsorption-technology-and-design>. ISBN 9780750619592.
- Eckbreth, Alan C. Laser diagnostics for combustion temperature and species. CRC Press, 2022. ISBN 9781003077251.
- Turns Stephen R.. Introduction to combustion.. 2. USA: McGraw Hill, 2000. ISBN 0072300965.
- GLASSMAN, Irvin; YETTER, Richard A.; GLUMAC, Nick G.. Combustion. 5. USA: Academic Press, 2014. ISBN 978-0-12-407913-7.