Guia docent
340056 - ETER-M6O29 - Enginyeria Tèrmica

Última modificació: 03/07/2023

Unitat responsable: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú
Unitat que imparteix: 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2023 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: JAUME MIQUEL MASALLES

Altres: JAUME MIQUEL MASALLES
DAVID MORENO MAESTRO
GEMMA CANTÓ ATIENZA

CAPACITATS PRÈVIES

Coneixements de: Càlcul diferencial i integral.
Coneixements de: Equacions diferencials.
Coneixements de: Fonaments d'enginyeria tèrmica
Coneixements de: Mecànica de fluids.

REQUISITS

S'aconsella haver cursat les següents assignatures:
340025 - Equacions diferencials
340026 - Càlcul avançat
340038 - Fonaments d'Enginyeria Tèrmica
340039 - Mecànica de Fluids

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:
1. CE21. Coneixements aplicats d'enginyeria tèrmica

Transversals:
2. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 3: Aplicar els coneixements assolits a la realització d'una tasca en funció de la pertinència i la importància, decidint la manera de dur-la a terme i el temps que cal dedicar-hi i seleccionant-ne les fonts d'informació més adequades.
3. COMUNICACIÓ EFICAÇ ORAL I ESCRITA - Nivell 3: Comunicar-se de manera clara i eficient en presentacions orals i escrites adaptades al tipus de públic i als objectius de la comunicació utilitzant les estratègies i els mitjans adequats.
4. TERCERA LLENGUA: Conèixer una tercera llengua, que serà preferentment l'anglès, amb un nivell adequat de forma oral i per escrit i amb consonància amb les necessitats que tindran les titulades i els titulats en cada ensenyament.
5. TREBALL EN EQUIP - Nivell 3: Dirigir i dinamitzar grups de treball, resolent-ne possibles conflictes, valorant el treball fet amb les altres persones i avaluant l'efectivitat de l'equip així com la presentació dels resultats generats.
6. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 3: Planificar i utilitzar la informació necessària per a un treball acadèmic (per exemple, per al treball de fi de grau) a partir d'una reflexió crítica sobre els recursos d'informació utilitzats.

METODOLOGIES DOCENTS

- IMPARTICIÓ DE CONEIXEMENTS: Sessions teòriques expositives i participatives, consistents en l'exposició i desenvolupament dels fonaments teòrics i, si cal, en la resolució d'exercicis tipus. El material a utilitzar serà disponible per a l'alumne en l'apartat del Campus Digital habilitat per a l'assignatura.
- APRENENTATGE APLICAT DE CONEIXEMENTS: Sessions pràctiques de resolució de problemes, on es procurarà la màxima participació de l'alumne, a través de la seva implicació directa en la resolució d'exercicis.
Posteriorment a la presentació i resolució d'algun problema per part del professor, els alumnes hauran de resoldre a classe/fora de classe, individualment o en grup, els exercicis que s'indiquin. L'alumne disposarà amb antelació en l'apartat del Campus Digital habilitat per a l'assigantura el recull de problemes a realitzar.
- LLIURAMENT D'EXERCICIS: Lliurament de problemes resolts per part dels alumnes. Els lliuraments consistiran en la resolució individual o en grup, a realitzar en classe o fora de classe, d'algun/s problema/es de la llista, o semblants als de la llista, que l'alumne tindrà al Campus Digital. Aquesta activitat tindrà pes avaluatiu i per a la seva realització es disposarà d'una rúbrica. L'alumne podrà fer feed-back a partir del lliurament dels problemes corregits.
- APRENENTATGE A PARTIR DE L'EXPERIMENTACIÓ: Sessions pràctiques de laboratori, realitzades directament pels alumnes, orientats pel professor, que els permetran observar de forma directa aspectes rellevants de la teoria desenvolupada. Els guions de les pràctiques a desenvolupar hi seran disponibles, amb antelació a la seva realització, en l'apartat del Campus Digital habilitat per a l'assignatura. Els alumnes lliuraran al professor una còpia de les dades experimentals obtingudes. Posteriorment, l'alumnat haurà de fer un informe de la pràctica realitzada. Per a la seva realització l'alumne disposarà al Campus Digital d'una rúbrica referent a la confecció dels informes de pràctiques. Aquests informes tindran pes avaluatiu i s'hauran de lliurar abans de la data indicada pel professor.
- GUIES D'APRENENTATGE AUTÒNOM: Preparació i presentació d'un tema de l'assignatura. S'haurà de fer en grups de 5 - 7 alumnes un tema del temari de l'assignatura que assignarà el professor. Disposarà dels objectius, els apartats a desenvolupar i les tasques a realitzar. El grup ha de ser capaç de decidir com ha d'organitzar-se i saber identificar les fonts d'informació. També ha de decidir el temps que ha de dedicar a aprendre el contingut i fer les tasques. Aquestes han de ser el més professionals possibles. La presentació de l'activitat es farà de forma escrita i oral i tindrà un pes avaluatiu.
- TUTORIES: Tutories col·lectives o individuals que permeteran a l'alumne/a resoldre els dubtes que pugui tenir sobre la matèria per a un seguiment eficaç de l'assignatura.
- PROVES ESCRITES INDIVIDUALS: L'alumnat realitzarà dos controls parcials (proves escrites individuals) del temari de teoria i problemes desenvolupats a l'assignatura. El primer control parcial (CP1) es realitzarà a la meitat del quadrimestre i el segon control parcial (CP2) es realitzarà a final del quadrimestre (període d'Avaluació Final). Es farà un Control Final de l'assignatura (CFinal) en el període d'Avaluació Final. Els estudiants amb nota del CP1 inferior a 3,5 poden presentar-se de forma opcional al Control Final, que substituirà el CP2. També es farà un Control Global (CGlobal) de Reavaluació de tots els coneixements de teoria i problemes desenvolupats a l'assignatura en la data marcada per l'EPSEVG (període de Reavaluació).

OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

En acabar l'assignatura l'estudiantat ha de ser capaç de:

1. Identificar i avaluar les variables que caracteritzen els sistemas tèrmics.
2. Utilizar software específic pel càlcul de bescanviadors de calor i aïllaments tèrmics.
3. Dissenyar i calcular equips i generadors tèrmics utilitzant models simples o de complexitat mitjana.
4. Calcular i seleccionar aïllaments tèrmics en tuberies, conductes, equips i en edificis.
5. Utilitzar la reglamentació vigent referent a instal·lacions tèrmiques en edificis.
6. Resoldre problemes de processos de condicionament d'aire i de transmissió de calor de diferents nivells de dificultat.
7. Classificar i descriure els diferents sistemes de producció de calor i fred industrial.
8. Redactar informes de càlcul i assaigs justificant els resultats, i extreure conclusiones.
9. Utilizar la terminologia tècnica relativa a l'assignatura en diferents idiomes, especialment en anglès. Utilitzar les fonts d'informació de l'assignatura escrites en anglès.
10. Plantejar i resoldre problemes, i realitzar altres tasques, en equip.
11. Redactar textos amb l'estructura adequada als objectius de la comunicació.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	52,5	35.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	7,5	5.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

TEMA 1. AIRE HUMIT. PROCESSOS DE CONDICIONAMENT DE L'AIRE.

Descripció:
1.1.- Relacions P-V-T i propietats termodinàmiques de mescles de gasos ideals.
1.2.- Concepte d'aire humit. Propietats bàsiques de l'aire humit: Humitat específica, humitat relativa i grau de saturació. Entalpia específica i volum específic de l'aire humit. Temperatura de rosada.
1.3.- Temperatura de saturació adiabàtica i temperatura de termòmetre humit.
1.4.- Diagrama Psicromètric.
1.5.- Processos de condicionament de l'aire: Deshumidificació amb escalfament. Refredament evaporatiu. Humidificació amb o sense previ escalfament. Mescla adiabàtica de dues corrents d'aire humit. Aplicació al càlcul de sistemes de condicionament d'aire.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Definir i efectuar càlculs amb els models per a descriure el comportament P-V-T de mescles de gasos ideals (Dalton i Amagat).
- Calcular les propietats termodinàmiques de mescles de gasos ideals (entalpia i capacitats calorífiques).
- Definir i efectuar càlculs amb els conceptes relatius a l'aire humit (humitat específica, humitat relativa, grau de saturació, temperatura de rosada, entalpia específica, volum específic, temperatura de saturació adiabàtica i temperatura de termòmetre humit).
- Utilitzar el diagrama psicromètric per a determinar gràficament les propietats de l'aire humit.
- Calcular analíticament els processos bàsics de condicionament de l'aire humit (escalfament i refredament sensible, refredament amb deshumidificació, humidificació amb aigua líquida o vapor d'aigua i mesclat adiabàtic de dues corrents d'aire humit).
- Representar i calcular gràficament els processos de condicionament de l'aire anteriors en base al diagrama psicromètric.
- Calcular sistemes de condicionament d'aire en condicions d'estiu i d'hivern.

Activitats vinculades:
A1. Problemes d'aire humit i processos de condicionament de l'aire.
A5. Primera prova escrita individual.

Dedicació: 30h
Grup gran/Teoria: 13h
Aprenentatge autònom: 17h

TEMA 2. TRANSMISSIÓ DE CALOR PER CONDUCCIÓ EN ESTAT ESTACIONARI

Descripció:
2.1.- Equació general de la conducció de la calor: Equació en coordenades cartesianes i equació en coordenades cilíndriques.
2.2.- Conducció unidimensional en estat estacionari: Perfil de temperatura, flux de calor i resistència tèrmica en una paret plana, cilíndrica i esfèrica. Coeficient global de transmissió de calor (U). Gruix d'aïllament crític per un cilindre. Conductivitat tèrmica variable del material. Aïllaments tèrmics de canonades (reglamentació i càlcul).
2.3.- Transmissió de calor mitjançant aletes: Perfil de temperatura i flux de calor en una aleta recta de gruix uniforme i en una agulla de secció transversal constant. Concepte d'eficiència d'una aleta. Gràfics d'eficiències d'aletes de diverses geometries. Efectivitat superficial total d'una superfície amb un conjunt d'aletes.
2.4.- Conducció bi- i tridimensional en estat estacionari: Mètodes analítics. Mètode del Factor de Forma per la conducció en diferents geometries. Mètodes Numèrics.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Aplicar el mètode de les resistències tèrmiques per a resoldre diversos problemes de transmissió de calor que es poden trobar en la pràctica (amb geometries planes, cilíndriques i esfèriques), pel cas de mecanismes individuals o mecanismes combinats.
- Interpretar i resoldre el problema de la criticitat de l'aïllament tèrmic de cilindres (i canonades).
- Resoldre problemes de conducció de calor en diverses geometries amb conductivitat tèrmica del material variable amb la temperatura.
- Escollir el gruix de l'aïllament d'una canonada que transporta fluids calents o freds en base al mètode simplificat del RITE 2013 (Versió consolidada).
- Calcular i seleccionar el gruix d'aïllament d'una canonada que transporta fluids calents o freds en base a criteris tècnics (reducció en les pèrdues tèrmiques o màxima temperatura superficial de l'aïllament). També ha de saber resoldre aquests problemes amb el software AISLAM.
- Utilitzar els gràfics d'eficiències d'aletes de diverses geometries.
- Calcular el flux de calor total en una superfície aletejada i aplicar-ho a problemes pràctics.
- Utilitzar el mètode del factor de forma pel càlcul del flux de calor en diverses geometries (1D, 2D i 3D) i aplicar-ho a problemes reals d'enginyeria.
- Aplicar el mètode numèric de diferències finites per a resoldre problemes de conducció de calor estacionària 2D en coordenades cartesianes.

Activitats vinculades:
A2. Problemes de transmissió de calor per conducció en estat estacionari.
A5. Primera prova escrita individual.

Dedicació: 28h
Grup gran/Teoria: 11h
Aprenentatge autònom: 17h

TEMA 3. TRANSMISSIÓ DE CALOR PER CONDUCCIÓ EN ESTAT TRANSITORI

Descripció:
3.1. Equació de la conducció de la calor en estat transitori.
3.2. Conducció de calor transitòria: Sòlid amb resistència interna menyspreable.
3.3. Resolució analítica i mitjançant gràfics (Gràfics de Heisler i Gröber) de problemes de conducció transitoris: Conducció transitòria unidimensional (Placa plana gran, Cilindre llarg i Esfera). Conducció transitòria bi- i tridimensional.
3.4. Introducció a les solucions numèriques als problemes de conducció en règim transitori: Formulació explícita i implícita per diferències finites del mètode del balanç de calor.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Conèixer l'equació de la conducció de la calor en estat transitori, les seves diferents formes i simplificacions.
- Identificar i calcular problemes de conducció de calor en estat transitori quan la resistència interna a la conducció en l'interior del sòlid és menyspreable.
- Utilitzar els gràfics de Heisler i Gröber i la solució analítica d'un únic terme de la sèrie per a resoldre problemes de conducció de calor transitòria 1D, 2D i 3D i aplicar-ho a problemes reals d'enginyeria.
- Aplicar el mètode numèric de diferències finites per a resoldre problemes de conducció de calor transitòria 1D i 2D en coordenades cartesianes.

Activitats vinculades:
A12. Problemes de transmissió de calor per conducció en estat transitori.
A4. Pràctica de laboratori: Transmissió de calor per conducció en estat transitori en un cilindre.
A11. Segona prova escrita individual.

Dedicació: 16h 30m
Grup gran/Teoria: 6h
Grup petit/Laboratori: 1h 30m
Aprenentatge autònom: 9h

TEMA 4. TRANSMISSIÓ DE CALOR PER CONVECCIÓ: CORRELACIONS EMPÍRIQUES

Descripció:
4.1.- Paràmetres adimensionals rellevants per a la caracterització de la convecció forçada.
4.2.- Transmissió de calor per Convecció Forçada en Flux Intern en tubs i conductes no-circulars: Correlacions pel flux turbulent, flux laminar i flux de transició en tubs. Correlacions pel flux en l'interior de conductes no-circulars.
4.3.- Transmissió de calor per Convecció Forçada en Flux Extern: Correlacions pel flux laminar i turbulent sobre una placa plana. Correlacions pel flux al voltant d'un cilindre circular i no-circular. Correlacions pel flux al voltant de bateries de tubs.
4.4.- Transmissió de calor per Convecció Natural: Paràmetres adimensionals rellevants en convecció natural. Correlacions per la convecció natural en plaques, cilindres i esferes.
4.5.- Estudi de la transmissió de calor en la Condensació de vapors i l'Ebullició de líquids.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Identificar els paràmetres adimensionals que intervenen en la transmissió de calor per convecció forçada , per convecció natural i per convecció amb canvi de fase.
- Calcular els coeficients de transmissió de calor per convecció forçada en flux intern en tubs i conductes no circulars en situacions de règim turbulent, laminar i de transició.
- Calcular els coeficients de transmissió de calor per convecció forçada en flux extern en una placa plana, un cilindre i una esfera, així com al voltant d'un feix de tubs.
- Calcular els coeficients de transmissió de calor per convecció natural en flux extern en plaques, cilindres i esferes en règim laminar i turbulent.
- Calcular els coeficients de transmissió de calor per convecció en la condensació de vapors i l'ebullició de líquids.

Activitats vinculades:
A6. Problemes de transmissió de calor per Convecció: Correlacions empíriques.
A9. Pràctica de laboratori: Transmissió de calor per convecció natural i radiació en una placa plana negra.
A10. Pràctica de laboratori: Transmissió de calor per convecció natural i radiació en una placa plana amb recobriment d'alumini brillant i determinació de la seva emissivitat.
A11. Segona prova escrita individual.

Dedicació: 24h 15m
Grup gran/Teoria: 8h
Grup petit/Laboratori: 2h 15m
Aprenentatge autònom: 14h

TEMA 5. EQUIPS I GENERADORS TÈRMICS

Descripció:
5.1. Bescanviadors de calor: Classificació. Coeficient global de transmissió de calor (U). Equacions del balanç d'energia. Diferència de temperatures mitjana logarítmica (DTML). Gràfics de F per a diversos tipus de bescanviadors. Mètode de càlcul F-DTML. Efectivitat (E) i nombre d'unitats de transferència (NUT) d'un bescanviador. Gràfics E-NUT i fórmules E=f(Rc,NUT) i NUT=f(Rc,E) per a bescanviadors de diverses configuracions. Resolució del problema d'Anàlisi del comportament tèrmic i del problema de Disseny d'un bescanviador de calor.
5.2.- Torres de refredament d'aigua o torres de refrigeració: Classificació i aplicacions de les torres de refrigeració. Model matemàtic d'una torre de refrigeració i potència de refrigeració.
5.3. Calderes o Generadors de vapor: Classificació. Utilització de les calderes. Balanç de massa i energia aplicat a una caldera. Rendiment d'una caldera.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Identificar i classificar els diferents tipus de bescanviadors de calor.
- Establir l'equació pel càlcul del coeficient global de transmissió de calor (U).
- Efectuar un balanç d'energia general als bescanviadors de calor.
- Utilitzar els gràfics pel càlcul de F en diversos tipus de bescanviadors.
- Utilitzar els gràfics E-NUT i les fórmules E=f(Rc,NUT) i NUT=f(Rc,E) per a bescanviadors de diverses configuracions.
- Analitzar el comportament tèrmic i dissenyar un bescanviador de calor en base als mètodes F-DTML i E-NUT.
- Establir les aplicacions de les torres de refrigeració i efectuar la seva classificació.
- Calcular una torre de refrigeració i establir la seva potència de refrigeració.
- Classificar els diferents tipus de calderes i efectuar balanços de massa i energia a les mateixes.
- Determinar el rendiment tèrmic d'una caldera.

Activitats vinculades:
A3. Pràctica de laboratori: Estudi experimental del comportament tèrmic de bescanviadors de calor de doble tub, de carcassa i tubs, i de plaques.
A7. Problemes d'equips i generadors tèrmics.
A11. Segona prova escrita individual.

Dedicació: 33h 15m
Grup gran/Teoria: 12h
Grup petit/Laboratori: 2h 15m
Aprenentatge autònom: 19h

TEMA 6. CALOR I FRED INDUSTRIAL

Descripció:
6.1. Combustibles i combustió: Classificació dels combustibles. Poder calorífic dels combustibles. Balanç de massa i equacions químiques de la combustió (combustió estequiomètrica, combustió amb excés i defecte d'aire). Balanç d'energia en la combustió. Temperatura adiabàtica de flama. Exemple(s) numèric(s) d'aplicació.
6.2. Cremadors: Classificació i combustibles utilitzats. Aplicacions. Parts d'un cremador. Criteris de selecció d'un cremador.
6.3. Forns: Classificació i combustibles utilitzats. Aplicacions. Parts d'un forn industrial. Selecció d'un forn segons l'aplicació.
6.4. Generalitats de la producció de fred: Mètodes de producció de fred. Aplicacions de la refrigeració. Fluids refrigerants: nomenclatura, classificació, propietats i criteris d'elecció.
6.5. Producció de fred per compressió mecànica de vapor: Cicle simple de compressió de vapor. Breu descripció d'algunes modificacions del cicle simple. Components frigorífics (Compressor, Evaporador, Condensador i Vàlvula d'Expansió). Aplicacions de les màquines de compressió.
6.6. Refrigeració per absorció: Cicle d'absorció. Comparació d'una màquina de compressió mecànica i d'una màquina d'absorció. Màquina d'absorció d'NH3-H2O. Màquina d'absorció d'H2O-LiBr. Aplicacions.

Objectius específics:
Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:
- Interpretar els conceptes referents als combustibles i la combustió.
- Aplicar el principi de conservació de la massa a sistemes reactius per a efectuar càlculs i determinar les equacions de la combustió ajustades.
- Aplicar el balanç d'energia a una combustió i cercar la temperatura adiabàtica de flama.
- Classificar els tipus de cremadors, establir els combustibles utilitzats i enumerar les seves parts. Tanmateix establir les seves aplicacions.
- Classificar els tipus de forns, establir els combustibles utilitzats i enumerar les seves parts. Tanmateix establir les seves aplicacions.
- Establir els mètodes de producció de fred i les aplicacions de la refrigeració.
- Classificar els fluids refrigerants i cercar les seves propietats.
- Comprendre la producció de fred per compressió mecànica de vapor.
- Fer càlculs dels components d'una instal·lació de refrigeració per compressió mecànica (compressor, evaporador, condensador i vàlvula d'expansió).
- Comprendre la producció de fred mitjançant un cicle d'absorció de simple efecte.
- Fer càlculs en una màquina d'absorció d'H2O-LiBr i en una màquina d'absorció d'NH3-H2O.

Activitats vinculades:
A8. Preparació, lliurament per escrit i presentació oral del Tema 6: Calor i fred industrial.

Dedicació: 18h
Grup gran/Teoria: 4h
Aprenentatge autònom: 14h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El pes avaluatiu dels diferents conceptes que intervenen en la qualificació de l'assignatura són:
- PROVES ESCRITES INDIVIDUALS: 70 %
- LLIURAMENT D'EXERCICIS RESOLTS: 10 %
- INFORMES DE PRÀCTIQUES DE LABORATORI: 10 %
- PREPARACIÓ, LLIURAMENT PER ESCRIT I PRESENTACIÓ ORAL D'UN TEMA: 10 %

Per a obtenir la Nota Final d'ETER s'aplicarà la següent equació de l'avaluació:

[1] Nota Final d'ETER = Nota CP1*0,35 + Nota CP2*0,35 + Nota Lliurament Problemes*0,10 + Nota Pràctiques*0,10 + Nota Treball i Exposició d'un Tema*0,10

Els alumnes que hagin obtingut una nota igual o superior a 3,5 en la Nota del CP1, hauran de fer necessàriament el CP2. Els alumnes que hagin obtingut una nota inferior a 3,5 en la Nota del CP1, podran presentar-se de forma totalment opcional a un Control Final (CFinal) en lloc del CP2. Aquest CFinal es realitzarà el mateix dia i hora que el CP2, dins del Període d'Avaluació Final. L'equació de l'avaluació, per a obtenir la Nota Final d'ETER, en aquest cas és:

[2] Nota Final d'ETER = Nota CFinal*0,70 + Nota Lliurament Problemes*0,10 + Nota Pràctiques*0,10 + Nota Treball i Exposició d'un Tema*0,10

No hi han notes mínimes en cap dels actes avaluatius anteriors en el moment d'aplicar les equacions [1] ó [2].

REAVALUACIÓ:
L'estudiant que estigui suspès i tingui una Nota Final d'ETER entre 2,0 i 4,9 , té dret a presentar-se a la Reavaluació de l'assignatura d'ETER.
La reavaluació constarà d'un Control Global de teoria i problemes de l'assignatura que tindrà un pes del 70%.
Una vegada fet el Control Global (CGlobal) de reavaluació, la Nota Final de Reavaluació s'obtindrà seguint la següent expressió:

Nota Final Reavaluació = Nota CGlobal*0,70 + Nota Lliurament Problemes*0,10 + Nota Pràctiques*0,10 + Nota Treball i Exposició d'un Tema*0,10

La Nota Final d'ETER després de la reavaluació serà:
a) Si la "Nota Final Reavaluació" és superior a 7,0: La Nota Final d'ETER = 7,0
b) Si la "Nota Final Reavaluació" està compresa entre 5,0 i 7,0: La Nota Final d'ETER = Nota Final Reavaluació.
c) Si la "Nota Final Reavaluació" és inferior a 5,0: S'agafarà com a Nota Final d'ETER la nota més alta entre la Nota Final Reavaluació i la Nota Final d'ETER anterior a la reavaluació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Cadascuna de les dues proves escrites individuals (Controls Parcials), constarà de dues parts: un test de teoria (que podrà constituir fins a un 30 % de la nota de la prova) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100 % de la nota de la prova). Ambdues proves tenen el mateix pes avaluatiu (35 %). No s'exigeix una nota mínima dels Controls Parcials.

- El Control Final (CFinal) constarà de dues parts: un test de teoria (que podrà constituir fins al 30% de la nota de la prova) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100 % de la nota de la prova). Aquesta prova té un pes avaluatiu del 70 %. No s'exigeix una nota mínima del Control Final.

- Els lliuraments de problemes resolts de forma individual seran avaluats seguint la rúbrica per a la realització dels lliuraments de problemes, que l'alumne disposarà amb antelació. Els problemes resolts hauran de ser lliurats personalment al professor o a través del Campus Atenea, i dins del termini de temps assignat.

- Els informes de pràctiques de laboratori seran avaluades segons la rúbrica establerta per a la realització dels mateixos i que els alumnes disposaran prèviament. Per a tenir nota de les pràctiques de laboratori és indispensable haver realitzat presencialment les pràctiques i presentar els informes amb el grup amb el que es va realitzar la pràctica al laboratori.

- La realització, per grups, del lliurament escrit i la presentació oral d'un tema de l'assignatura tindrà una data límit que establirà el professor. La seva qualificació es realitzarà d'acord amb la corresponent rúbrica que els estudiants coneixeran amb antelació. Si un estudiant no es presenta a l'exposició oral del Tema 6 de l'assignatura tindrà un zero d'aquesta part.

- Si un estudiant presenta lliuraments de problemes i/o pràctiques, al final tindrà una qualificació de l'assignatura encara que no s'hagi presentat a les proves escrites individuals (controls parcials o control final).

REAVALUACIÓ:

- Quan la Nota Final d'ETER és inferior a 5,0 però igual o superior a 2,0 , es pot optar a la Reavaluació. En aquest cas, són reavaluables els continguts de teoria i problemes del CP1 i CP2. En la Reavaluació hi haurà un Control Global de l'assignatura (CGlobal) i aquest tindrà un pes del 70 %.

- El Control Global (CGlobal) de la reavaluació constarà de dues parts: un test de teoria (que podrà constituir fins a un 30 % de la nota de la prova) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100 % de la nota de la prova).

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Andrés Rodríguez-Pomatta, Mª Isabel. Problemas resueltos de calor y frío industrial. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. ISBN 8436242432.
- Çengel, Yunus A.; Ghajar, Afshin J. Transferencia de calor y masa : fundamentos y aplicaciones [en línia]. 6a ed. México, Madrid: McGraw-Hill, 2011 [Consulta: 03/05/2022]. Disponible a: https://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=10213. ISBN 9781456277215.
- González Olmedo, Félix. Diseño y mantenimiento de hornos industriales. Saamanca: Bernardo Martín Hernández, 2000. ISBN 8960900664.
- Perry's chemical engineers' handbook [en línia]. 8th ed. New York [etc.]: McGraw-Hill, 2008 [Consulta: 12/02/2024]. Disponible a: https://search-ebscohost-com.recursos.biblioteca.upc.edu/login.aspx?direct=true&AuthType=ip,uid&db=nlebk&AN=219494&site=ehost-live&ebv=EB&ppid=pp_C. ISBN 9780071422949.
- Illa Alibés, J., Cuchí Oterino, Juan Carlos. Problemes de termotècnia. Vic: Eumo, 1990. ISBN 8476025580.
- Incropera, Frank Paul; DeWitt, David P. Fundamentos de transferencia de calor. 4a ed. México [etc.]: Prentice Hall, 1999. ISBN 9701701704.
- Jutglar i Banyeras, Lluís; Miranda, Ángel L. Técnicas de refrigeración. Barcelona: Marcombo, 2008. ISBN 9788426714404.
- Kreith, Frank; Bohn, Mark S. Principios de transferencia de calor. 7a ed. México: Cengage, 2012. ISBN 9786074816150.
- Llorens, Martin; Miranda Barreras, Ángel Luis. Ingeniería térmica. Barcelona: Marcombo, 2009. ISBN 9788426715319.
- Miranda, Ángel Luis. Técnicas de climatización [en línia]. 3a ed. Barcelona: Marcombo, 2010 [Consulta: 02/05/2022]. Disponible a: https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=3175467. ISBN 9788426715937.
- Dutta, Binay K. Heat transfer: principles and applications. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2006. ISBN 9788120316256.
- Chandra, Ramesh. Refrigeration and air conditioning. New Delhi: PHI Learning, 2010. ISBN 9788120339156.

Complementària:

- Aroca Lastra, Santiago; de Andrés y Rodríguez-Pomatta, Mª Isabel; Montes Pita, Mª José. Termotecnia. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2011. ISBN 9788436262476.
- Manual de aire acondicionado = Handbook of air conditioning system design. Barcelona: Marcombo, 2009. ISBN 9788426714992.
- Chapman, Alan J. Transmisión del calor. 3a ed. Madrid: Bellisco, 1990. ISBN 8485198425.
- Kern, Donald Quentin. Procesos de transferencia de calor. México [etc.]: CECSA, 1965. ISBN 968261040.
- Kohan, Anthony Lawrence. Manual de calderas : principios de operativos de mantenimiento, construcción, instalación, reparación, seguridad, requerimientos y normativas. Madrid [etc.]: McGraw-Hill, 2000. ISBN 8448125460.
- Márquez Martínez, Manuel. Combustión y quemadores. Barcelona: Marcombo, 2005. ISBN 8426713645.
- Molina Igartua, Luis Alfonso; Alonso Girón, Jesús Mª. Calderas de Vapor en la Industria (2 vol.). Bilbao: Ente Vasco de la Energía, 1996. ISBN 8481290386.
- Ramirez Miralles, Juan Antonio. Nueva enciclopedia de la climatización, vol. 1, Refrigeración. Barcelona: CEAC, 2000. ISBN 843296543X.
- Torrella Alcaraz, Enrique. La producción de frío. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Servicio de Publicaciones, 1996. ISBN 8477213674.