

Guia docent

340208 - MATH-M7P29 - Màquines Tèrmiques i Hidràuliques

Última modificació: 03/04/2024

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 MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).
Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 6.0 **Idiomes:** Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: JAUME MIQUEL MASALLES
Altres: JAUME MIQUEL MASALLES
FERNANDO GARCIA GONZALEZ
DAVID MORENO MAESTRO

CAPACITATS PRÈVIES

Es recomana tenir:
Coneixements de Fonaments d'Enginyeria Tèrmica
Coneixements de Mecànica de Fluids
Coneixements d'Enginyeria Tèrmica
Coneixements d'Enginyeria de Fluids

REQUISITS

Es recomana haver cursat les següents assignatures (o almenys haver cursat una assignatura de l'àrea de Tèrmica i una altra de l'àrea de Fluids):

340038 - Fonaments d'Enginyeria Tèrmica
340039 - Mecànica de Fluids
340056 - Enginyeria Tèrmica
340058 - Enginyeria de Fluids

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

1. CE21. Coneixements aplicats d'enginyeria tèrmica
2. CE24. Coneixement aplicat dels fonaments dels sistemes i màquines fluidomecàniques

Transversals:

3. APRENTATGE 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.
4. 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.
6. 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.
7. 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. En bona part dels temes de l'assignatura, el material utilitzat en aquestes sessions teòriques estarà disponible per a l'alumne en l'apartat del Campus Digital habilitat per a l'assignatura.
- **APRENTATGE 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. Això donarà peu a l'activitat de "Lliurament d'Exercicis". L'alumne disposarà amb antelació en l'apartat del Campus Digital habilitat per a l'assignatura del recull de problemes a realitzar.
- **LLIURAMENT D'EXERCICIS:** Lliurament de problemes resolts per part dels alumnes. Els lliuraments consistiran en la resolució individual, a realitzar en classe i/o fora de classe, d'algun/s problema/es de la llista de problemes, o semblants als de la llista, que l'alumne tindrà al Campus Digital. Aquesta activitat tindrà pes avaluat i per a la seva realització es disposarà d'una rúbrica. Es procurarà donar la nota del lliurament dels problemes en un temps raonable perquè l'alumne pugui reorientar el seu treball en cas que no sigui satisfactori.
- **APRENTATGE A PARTIR DE L'EXPERIMENTACIÓ I LA SIMULACIÓ:** Sessions pràctiques de laboratori i pràctiques de simulació, 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 estaran disponibles, abans de 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, per grup, de la pràctica realitzada. Per a la seva realització l'alumnat disposarà al Campus Digital d'una rúbrica referent a la confecció dels informes de pràctiques. Aquests informes tindran pes avaluat i s'hauran de lliurar, per grups, abans de la data indicada pel professor a través del campus digital.
- **GUIES D'APRENTATGE AUTÒNOM:** Preparació i presentació escrita de dos (o tres) apartats del Tema 1 i del Tema 6 de l'assignatura respectivament. Això constitueix la Pràctica 1 i la Pràctica 5 de l'assignatura. L'estudiantat haurà de treballar individualment o en grups de 2 alumnes dos (o tres) apartats del Tema 1 i del Tema 6 de l'assignatura que li assignarà el professor. Disposarà dels objectius, els apartats a desenvolupar i una bibliografia de referència per consultar. El grup ha de ser capaç de decidir com ha d'organitzar-se i de saber identificar les fonts d'informació. La presentació de l'activitat es farà de forma escrita (com l'informe de la Pràctica 1 i la Pràctica 5 respectivament) i tindrà un pes avaluat.
- **TUTORIES:** Tutories individuals (o col·lectives si és el cas) que permetran 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 de tots els coneixements de teoria i problemes desenvolupats a l'assignatura. El primer control parcial (CP1) es realitzarà a la meitat del quadrimestre i estarà relacionat amb Màquines Tèrmiques, i el segon control parcial (CP2) es realitzarà a final del quadrimestre (període d'Avaluació Final) i estarà relacionat amb Màquines Hidràuliques. Es farà un Control Final de l'assignatura (CFinal) en el període d'Avaluació Final. Els estudiants amb una nota del CP1 inferior a 3,5 poden presentar-se de forma opcional a aquest Control Final, el qual substituirà al CP2.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

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

1. Identificar i avaluar les variables que caracteritzen les màquines tèrmiques i hidràuliques.
2. Conèixer els tipus, el funcionament i les aplicacions de les màquines tèrmiques i hidràuliques.
3. Conèixer i calcular els cicles termodinàmics de referència de les màquines tèrmiques.
4. Resoldre problemes específics de màquines tèrmiques i hidràuliques.
5. Realitzar anàlisis experimentals per avaluar les corbes característiques del funcionament d'un motor de gasolina mono cilíndric de 4T a plena càrrega.
6. Realitzar anàlisis experimentals amb ventiladors.
7. Utilitzar el software CYCLEPAD pel càlcul cicles de potència de vapor, cicles de potència de gas i cicles combinats.
8. Redactar informes de càlcul i assaigs justificant els resultats, i extreure conclusions.
9. Utilitzar la terminologia tècnica relativa a les màquines tèrmiques i hidràuliques en diferents idiomes, especialment en anglès. Utilitzar les fonts d'informació de l'assignatura (incloent les 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 aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup gran	52,5	35.00
Hores grup petit	7,5	5.00

Dedicació total: 150 h



CONTINGUTS

1. MOTORS TÈRMICS: MOTORS DE COMBUSTIÓ INTERNA ALTERNATIU

Descripció:

- 1.1. Classificació general de les màquines tèrmiques i dels motors tèrmics (Motors de combustió externa i interna). Components bàsics d'un motor de combustió interna alternatiu (MCIA). Principals camps d'aplicació dels MCIA.
- 1.2. Classificació dels motors de combustió interna alternatius: Motors d'encesa provocada (MEP) i motors d'encesa per compressió (MEC), motors de 4 i 2 Temps, motors refrigerats per aire i motors refrigerats per líquid (agua), motors atmosfèrics i sobrealimentats, motors mono cilíndrics i policilíndrics (en L, en V, en W, contraposats, en estrella, ...).
- 1.3. Cicles termodinàmics de referència dels motors de combustió interna alternatius: Cicle Otto, cicle Diesel, cicle Semi-diesel o Dual.
- 1.4. Paràmetres fonamentals dels MCIA: Diàmetre. Cursa del pistó. Relació volumètrica de compressió. Velocitat lineal mitjana del pistó. Cabal d'aire i rendiment volumètric. Dosat i dosat relatiu. Pressió mitjana indicada i potència indicada. Pressió mitjana efectiva i potència efectiva. Rendiment indicat i rendiment efectiu. Consum específic de combustible.
- 1.5. Corbes característiques d'un motor de combustió interna alternatiu. Paràmetres a mesurar.
- 1.6. Semblança de MCIA.
- 1.7. Balanç tèrmic d'un motor. Pèrdues de calor. Sistema de refrigeració.
- 1.8. Nocions de pèrdues mecàniques d'un motor. Sistema de lubricació. Olis lubricants: classificació i característiques.
- 1.9. El motor de 4T: Descripció. Cicle teòric i cicle real. Diagrama de distribució. Rendiment volumètric.
- 1.10. El motor de 2T: Descripció. Diferències respecte a un motor de 4T. Cicle teòric i cicle real. Renovació de la càrrega. Coeficients per a mesurar la renovació de la càrrega.
- 1.11. Nocions bàsiques de combustió i qualitats dels combustibles en els MEP i MEC. Bio combustibles (bio dièsel, bio etanol i biogàs). Combustibles sintètics o e-Fuels. Cambres de combustió en els MEP i MEC.
- 1.12. Sobrealimentació de motors: Justificació. Turbosobrealimentació.
- 1.13. Sistemes d'alimentació de combustible: Carburador. Injecció de gasolina en els MEP. Injecció de combustible en els MEC.
- 1.14. La contaminació atmosfèrica dels motors: Fonts d'emissions en un motor. Principals productes contaminants en els gasos d'escapament. Solucions per a minimitzar els contaminants en els MEP i MEC. Legislació i normatives.

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Classificar les màquines tèrmiques i els motors tèrmics (de combustió interna i externa).
- Classificar els motors de combustió interna alternatius d'acord a diferents criteris.
- Analitzar els cicles de referència dels motors de combustió interna alternatius (Otto, Diesel i Semi-diesel) i cercar el seu rendiment tèrmic.
- Fer càlculs amb els diferents paràmetres dels motors de combustió interna alternatius (paràmetres geomètrics, potències, rendiments, parell motor, consum específic combustible).
- Conèixer i interpretar les corbes característiques d'un MCIA a plena càrrega (potència, parell motor i consum específic combustible en funció del règim de gir).
- Efectuar el balanç tèrmic d'un motor i conèixer el funcionament del sistema de refrigeració.
- Conèixer el sistema de lubricació d'un motor i la classificació i característiques dels olis lubricants.
- Descriure el motor de 4T, el seu cicle teòric i real i el diagrama de distribució.
- Descriure el motor de 2T, comparar-lo amb el 4T i establir el procés de renovació de la càrrega.
- Conèixer i identificar les cambres de combustió en els motors MEP i en els motors MEC.
- Tenir nocions bàsiques de combustió i de les qualitats dels combustibles en els MEP i MEC.
- Justificar la sobrealimentació dels motors tèrmics alternatius i conèixer com funciona el sistema de turbo sobrealimentació.
- Descriure els diferents sistemes d'alimentació de combustible en els motors MEP i MEC.
- Conèixer els principals contaminants en els gasos d'escapament dels motors tèrmics alternatius emesos a l'atmosfera, així com les legislacions i normatives que se'ls hi apliquen.

Activitats vinculades:

- A1. Problemes de motors de combustió interna alternatius (MCIA).
- A4. Pràctica 1: "Desenvolupament dels continguts de dos (o tres) apartats del Tema 1: Motors de combustió interna alternatius".
- A5. Pràctica 2: "Determinació en un banc de proves de les corbes característiques d'un motor de gasolina mono cilíndric de 4T a plena càrrega".
- A8. Primera prova escrita individual.

Dedicació: 30h 15m

Grup gran/Teoria: 10h 30m

Grup petit/Laboratori: 1h 45m

Aprenentatge autònom: 18h

2. COMPRESSORS

Descripció:

2.1. Introducció. Classificació general dels compressors. Camp d'aplicació dels diferents tipus de compressors. Aplicacions pràctiques dels compressors.

2.2. Model matemàtic d'un compressor. Treball i potència de compressió reversible.

2.3. Compressors alternatius de desplaçament positiu (Compressors de pistó).

- Procés de compressió ideal en un compressor de simple efecte sense espai perjudicial.
 - Treball i potència de compressió reversible en procés adiabàtic, isotèrmic i politròpic.
 - Procés de compressió ideal en un compressor de simple efecte amb espai perjudicial. Rendiment volumètric d'un compressor de pistó.
 - Treball i potència de compressió reversible en compressió politròpica amb espai perjudicial.
 - Procés de compressió real. Rendiments d'un compressor qualsevol.
 - Procés de compressió múltiple i compressor alternatiu de varies etapes
- 2.4. Compressors rotatius de desplaçament positiu: Un rotor (paleta mòbil), dos rotors (Lòbuls o tipus Roots, cargols helicoidals).
- 2.5. Turbocompressors: Compressor centrífug i compressor axial.

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Conèixer la classificació, els camps d'aplicació dels diversos tipus de compressors i les principals aplicacions dels mateixos.
- Modelitzar matemàticament un compressor i cercar el seu treball i potència ideal o reversible.
- Cercar el treball i la potència reversible en compressió adiabàtica, isotèrmica i politròpica en un compressor de pistó sense espai perjudicial.
- Cercar el treball i la potència reversible en compressió politròpica en un compressor de pistó amb espai perjudicial.
- Cercar el rendiment volumètric ideal d'un compressor de pistó.
- Aplicar els conceptes de rendiment volumètric d'un compressor de pistó i de rendiment intern adiabàtic i de rendiment mecànic per qualsevol tipus de compressor per a cercar la potència de compressió real.
- Resoldre problemes de compressió múltiple amb refrigeració en compressors de pistó.
- Saber la morfologia i entendre el principi de funcionament dels compressors rotatius de desplaçament positiu.
- Saber la morfologia i entendre el principi de funcionament dels compressors centrífugs i els compressors axials.

Activitats vinculades:

A2. Problemes de compressors.

A8. Primera prova escrita individual.

Dedicació: 20h 30m

Grup gran/Teoria: 7h 30m

Aprenentatge autònom: 13h

3. TURBINES DE VAPOR I TURBINES DE GAS

Descripció:

- 3.1. Cicles de potència amb turbines de vapor: cicle de Rankine ideal. Millores del rendiment del cicle de Rankine ideal. Irreversibilitats. Sobreescalfament i rescalfament del vapor. Cicle de potència de vapor regeneratiu.
- 3.2. Classificació de les turbines de vapor: Turbines d'acció i de reacció. Turbines de contrapressió i turbines de condensació.
- 3.3. Cicles de potència amb turbines de gas: Cicle de Brayton d'aire estàndard. Treball màxim i rendiment màxim. Irreversibilitats en el compressor i la turbina de gas. Turbina de gas regenerativa.
- 3.4. Model matemàtic d'una planta simple de turbina de gas de cicle obert amb aire-combustible.
- 3.5. Aplicacions de les turbines de gas. Plantes de potència de cicle combinat i cogeneració.

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Realitzar càlculs i resoldre problemes de cicles de potència amb turbines de vapor de diferents nivells de dificultat començant pels cicles ideals i després pels cicles reals amb irreversibilitats.
- Classificar les turbines de vapor i establir on s'utilitzen les turbines de contrapressió i les de condensació.
- Establir el principi de funcionament de les turbines de vapor d'acció i les de reacció.
- Realitzar càlculs i resoldre problemes de cicles de potència amb turbines de gas de diferents nivells de dificultat començant pels cicles ideals i després pels cicles reals amb irreversibilitats.
- Resoldre problemes de plantes simples de turbina de gas de cicle obert amb aire-combustible.
- Conèixer les aplicacions de les turbines de gas.
- Simular cicles de potència amb turbines de vapor, cicles de potència amb turbines de gas i cicles combinats amb ajut del programa CYCLEPAD (Aquest és l'objectiu principal de la Pràctica 4 de l'assignatura).

Activitats vinculades:

- A3. Problemes turbines de vapor i turbines de gas.
- A7. Pràctica 4: "Simulació de cicles de potència de turbines de vapor, cicles de potència de turbines de gas i cicles combinats amb el software CYCLEPAD".
- A8. Primera prova escrita individual.

Dedicació: 25h 15m

Grup gran/Teoria: 8h 45m

Grup petit/Laboratori: 2h 30m

Aprenentatge autònom: 14h

4. FONAMENTS DE MÀQUINES HIDRÀULIQUES

Descripció:

- 4.1. Definició i classificacions de Màquines Hidràuliques
- 4.2. Teoria general de les Turbomàquines Hidràuliques
 - 4.2.1. Triangles de velocitat.
 - 4.2.2. Equació fonamental de les turbomàquines hidràuliques.
 - 4.2.3. Grau de reacció
 - 4.2.4. Pèrdues en les turbomàquines.
 - 4.2.5. Comportament real de les turbomàquines hidràuliques.
- 4.3. Semblança en Turbomàquines Hidràuliques.

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre els principis de funcionament de les màquines hidràuliques.
- Diferenciar entre els diferents tipus de màquines hidràuliques.
- Comprendre el concepte de grau de reacció i de la velocitat específica d'una turbomàquina hidràulica.
- Fer servir les lleis de semblança per a determinar els paràmetres de funcionament de turbomàquines geomètricament similars.
- Resoldre problemes relacionats amb els fonaments estudiats de les màquines hidràuliques.

Activitats vinculades:

- A9. Problemes de fonaments de Màquines Hidràuliques.
- A13. Segona prova escrita individual.

Dedicació: 22h

Grup gran/Teoria: 8h 30m

Aprenentatge autònom: 13h 30m

5. BOMBES I VENTILADORS

Descripció:

- 5.1. Bombes Hidràuliques: Introducció i Classificació
 - 5.1.1. Turbobombes (bombes rotodinàmiques)
 - 5.1.1.1. Classificacions i elements constitutius. Equipament hidràulic.
 - 5.1.1.2. Corbes característiques.
 - 5.1.1.3. Forma i nombre dels àleps del rodet.
 - 5.1.1.4. Funcionament a velocitat angular variable.
 - 5.1.1.5. Retallada del rodet
 - 5.1.1.6. Cavitació.
 - 5.1.1.7. Selecció d'una bomba. Influència de la viscositat del fluid.
 - 5.1.1.8. Cop d'Ariet.
 - 5.1.2. Bombes de Desplaçament Positiu.
 - 5.1.2.1. Fonaments. Classificació.
 - 5.1.2.2. Bombes alternatives.
 - 5.1.2.3. Bombes rotoestàtiques.
- 5.2. Ventiladors.
 - 5.2.1. Definició i classificacions de ventiladors
 - 5.2.2. Formules fonamentals de ventiladors
 - 5.2.3. Efecte de la Compressibilitat del gas en el disseny de ventiladors
 - 5.2.4. Acoblament de ventiladors
- 5.3. Regulació de bombes i ventiladors

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Identificar els diferents tipus de bombes, entendre el seu funcionament i saber el seu camp d'aplicació.
- Descriure els components d'una turbobomba i comprendre la missió de cadascun d'ells.
- Seleccionar l'equip de bombatge més adequat per a una instal·lació hidràulica.
- Conèixer el funcionament dels ventiladors i els seus camps d'aplicació.
- Descriure l'efecte de la compressibilitat del gas sobre el funcionament dels ventiladors.
- Seleccionar un ventilador per a unes determinades condicions de funcionament.
- Seleccionar el mètode de regulació de bombes o de ventiladors més idoni per a una determinada instal·lació.

Activitats vinculades:

- A6. Pràctica 3."Estudi de les prestacions d'un ventilador centrífug amb diferents rodets. Estudi de les inestabilitats d'un ventilador".
- A10. Problemes de Bombes Hidràuliques i Ventiladors.
- A13. Segona prova escrita individual.

Dedicació: 29h

Grup gran/Teoria: 10h 45m

Grup petit/Laboratori: 1h 45m

Aprenentatge autònom: 16h 30m

6. TURBINES HIDRÀULIQUES

Descripció:

- 6.1. Centrals Hidroelèctriques. Elements constitutius.
- 6.2. Generalitats de Turbines Hidràuliques
- 6.3. Turbines Hidràuliques d'Acció
 - 6.3.1. Elements d'una Turbina Pelton
 - 6.3.2. Triangles de velocitats d'una Turbina Pelton
 - 6.3.3. Velocitat Específica en una Turbina Pelton
- 6.3.4. Selecció d'una Turbina Pelton
- 6.4. Turbines Hidràuliques de Reacció
 - 6.4.1. Diagrama de transformació d'energia d'una Turbina Hidràulica de Reacció
 - 6.4.2. Elements d'una Turbina Hidràulica de Reacció
 - 6.4.3. Tipus de Turbines Hidràuliques de Reacció
 - 6.4.4. Velocitat Específica en una Turbina Francis
 - 6.4.5. Cavitació en Turbines Hidràuliques

Objectius específics:

Al finalitzar aquesta unitat docent, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Distingir entre turbines d'acció i turbines de reacció, i conèixer els seus camps d'aplicació.
- Descriure els components dels diferents tipus de turbines hidràuliques i conèixer la funció de cadascun d'ells.
- Resoldre problemes de càlculs elementals referents a les diferents turbines hidràuliques estudiades.

Activitats vinculades:

- A11. Problemes de Turbines Hidràuliques.
- A12. Pràctica 5. "Desenvolupament dels continguts de dos (o tres) apartats/subapartats del Tema 6: Turbines Hidràuliques".
- A13. Segona prova escrita individual

Dedicació: 23h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprentatge autònom: 15h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El pes avaluatiu dels diferents conceptes que intervenen en la qualificació de l'assignatura són:

- PROVES ESCRITES INDIVIDUALS: 60 %
- LLIURAMENT D'EXERCICIS RESOLTS: 20 %
- INFORMES DE PRÀCTIQUES (TREBALLS, LABORATORI I SIMULACIÓ): 20 %

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

$$[1] \text{ Nota Final de MATH} = \text{Nota CP1} \cdot 0,30 + \text{Nota CP2} \cdot 0,30 + \text{Nota Lliurament Problemes} \cdot 0,20 + \text{Nota Pràctiques} \cdot 0,20$$

Els alumnes que hagin tret 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 de MATH, en aquest cas és:

$$[2] \text{ Nota Final de MATH} = \text{Nota CFinal} \cdot 0,60 + \text{Nota Lliurament de Problemes} \cdot 0,20 + \text{Nota Pràctiques} \cdot 0,20$$

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

Donat que l'assignatura de MATH és optativa, d'acord amb la pàgina 17 de la Normativa Acadèmica dels Estudis de Grau i Màster de l'EPSEVG del Curs 2023/24, no hi haurà Reavaluació.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Cadascuna de les dues proves escrites individuals (Controls Parcial), constarà de dues parts: un test de teoria (que constituirà un 30 % de la nota de la 1a prova i un 20 % de la nota de la 2ª 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 (30 %). No s'exigeix una nota mínima dels controls parcials.
- El Control Final (CFinal) constarà de dues parts: la primera part de Màquines Tèrmiques valdrà 5 punts i constarà d'un test de teoria (que podrà constituir fins a un 30 % de la nota d'aquesta part) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100 % de la nota d'aquesta part). La segona part de Màquines Hidràuliques valdrà 5 punts i constarà d'un test de teoria (que podrà constituir fins a un 20 % de la nota d'aquesta part) i un cert nombre de problemes (fins a completar el 100 % de la nota d'aquesta part). 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 pel Campus Digital dins del termini de temps assignat pel professor.
- Els informes de pràctiques (treballs, laboratori i simulació) seran avaluats segons la rúbrica establerta per a la realització dels mateixos i que els alumnes disposaran prèviament. Per a tenir nota d'una determinada pràctica de laboratori o simulació és indispensable haver realitzat presencialment la pràctica i presentar l'informe amb el grup amb el que es va realitzar la pràctica al laboratori o l'aula informàtica.
- Si un estudiant no es presenta a cap dels dos controls parcials (o al Control Final), però presenta lliuraments de problemes i/o pràctiques, al final tindrà una nota de l'assignatura.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Agüera Soriano, José. Termodinámica lógica y motores térmicos. 6a ed. Madrid: Ciencia 3, 1999. ISBN 8486204984.
- Álvarez Flórez, Jesús Andrés [et al.]. Máquinas térmicas motoras. Vol. 1 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 28/03/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36712>. ISBN 8483016443.
- Payri González, Francisco; Desantes Fernández, José María. Motores de combustión interna alternativos. Madrid: Reverte, 2011. ISBN 9788429148022.
- Muñoz Torralbo, Manuel; Payri González, Francisco. Máquinas térmicas. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia, 1990. ISBN 8436225651.
- Valdés del Fresno, Marta; Wolff Elosegui, G.; Casanova Kindelan, J. Problemas resueltos de máquinas y motores térmicos. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, 1998. ISBN 8474840597.
- Mataix, Claudio. Turbomáquinas hidráulicas : turbinas hidráulicas, bombas, ventiladores. 2a ed. Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2009. ISBN 9788484682523.
- Viejo Zubizaray, Manuel; Álvarez Fernández, Javier. Bombas : teoría, diseño y aplicaciones. 3a ed. México D. F: Limusa, 2003. ISBN 9681864433.
- Heras, Salvador de las. Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas [en línia]. Barcelona: Iniciativa Digital Politècnica, 2011 [Consulta: 17/03/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/127556>. ISBN 9788476538012.
- Kumar Gupta, Manoj. Power plant engineering. New Delhi: PHI Learning Private Limited, 2012. ISBN 9788120346123.
- Agüera Soriano, José. Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas. 5a ed. Madrid: Ciencia 3, 2002. ISBN 8495391015.
- Álvarez Flórez, Jesús A. Máquinas térmicas motoras. Vol. 2 [en línia]. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 29/03/2022]. Disponible a: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.3/36713>. ISBN 8483016451.
- Agüera Soriano, José. Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas : problemas resueltos. 4a ed. Madrid: Ciencia 3, 1996. ISBN 8486204747.

Complementària:

- Eastop, Thomas D.; McConkey, A. Applied thermodynamics for engineering technologists. 5th ed. Harlow [etc.]: Prentice Hall, 1993. ISBN 0582091934.
- Logan, Earl. Turbomachinery : basic theory and applications [en línia]. 2nd ed. New York [etc.]: M. Dekker, 1993 [Consulta: 20/02/2024]. Disponible a: <https://www-taylorfrancis-com.recursos.biblioteca.upc.edu/books/mono/10.1201/b16419/turbomachinery-earl-logan-jr>. ISBN 082479138X.
- Mataix, Claudio. Termodinámica técnica y máquinas térmicas. Madrid: ICAI, 1978. ISBN 8473990501.
- Miranda, Ángel Luis. Turbinas de gas. Barcelona: Ceac, 1998. ISBN 8432965596.

- Moran, Michael J.; Shapiro, H.N. Fundamentos de termodinámica técnica [en línea]. 2a ed. Barcelona [etc.]: Reverté, 2004 [Consulta: 14/02/2024]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=5635437>. ISBN 8429143130.
- García Ortega, Justo. Problemas resueltos de máquinas hidráulicas y transitorios hidráulicos. Pamplona: Universidad Pública de Navarra, 2009. ISBN 9788497692472.