



Guia docent

220260 - 220260 - Sistemes de Transmissió de Potència

Última modificació: 12/07/2024

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

Unitat que imparteix: 729 - MF - Departament de Mecànica de Fluids.
712 - EM - Departament d'Enginyeria Mecànica.
724 - MMT - Departament de Màquines i Motors Tèrmics.

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

Curs: 2024 **Crèdits ECTS:** 10.0 **Idiomes:** Català, Castellà

PROFESSORAT

Professorat responsable: Gamez Montero, Pedro Javier

Altres: Torrent Gelmà, Miquel
Díaz González, Carlos Gustavo
Bermejo Plana, David

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

3. Capacitat per conèixer i entendre les eines de disseny CAD / CAM / CAE, de simulació numèrica CFD i de simulació dinàmica per al disseny i càlcul avançat d'instal·lacions i sistemes fluid dinàmics.
4. Capacitat per conèixer la legislació, normativa i directives vigents sempre valorant les implicacions ambientals, energètiques, socials i ètiques de l'activitat professional.
5. Capacitat per conèixer i entendre els fenòmens dinàmics i la seva formulació per a la seva aplicació en el desenvolupament de totes i cadascuna de les fases de concepció, disseny i càlcul d'elements mecànics.
6. Capacitat per conèixer i entendre les eines de simulació numèrica pel disseny, càlcul i fabricació de components, sistemes i instal·lacions mecàniques.

METODOLOGIES DOCENTS

Grup gran: Metodologia conceptual

Està previst que les classes de grup gran (denominades comunament de teoria) es divideixin en tres grans blocs temàtics: (MT) tren de potència: motors i transmissions, (TM) transmissions mecàniques i (TOH) transmissions oleo-hidràuliques. Cada bloc s'imparteix en dues hores a la setmana, de manera que cada dues hores es canviï el bloc temàtic en estudi. Les classes de grup gran podem incloure lliçons magistrals, així com exemples i problemes, a criteri de l'equip docent segons les necessitats dels continguts.

En les sessions d'exposició dels continguts, el professorat introduirà les bases teòriques de la matèria, conceptes, mètodes i resultats, il·lustrant-los amb exemples convenients per facilitar-ne la comprensió. Les classes de teoria combinen mètode expositiu i aprenentatge actiu directament relacionats amb les Activitats 1, 2, 4 i 5.

Grup petit: Laboratori / Seminari d'aplicacions

Les classes de pràctiques es realitzaran a classe, al laboratori o en les aules informàtiques, en funció de les particularitats de cada bloc temàtic. El treball pràctic es desenvolupa individualment, en parelles i/o equips, a especificar en cada laboratori/seminari. Es treballaran exemples i aplicacions particulars relacionats amb les Activitats 3, 4 i 5. Les classes pràctiques podem incloure visites a empreses, pràctiques de laboratori/taller, seminaris i presentacions a anunciar per cada bloc temàtic.

Treball de curs

El treball de curs enllaça els tres blocs temàtics (tren de potència, mecànica i oleohidràulica) amb un fil conductor durant tot el curs. La seva descripció correspon amb l'Activitat 6.

Aprenentatge autònom

L'estudiantat, de forma autònoma, haurà d'estudiar i exercitar-se per assimilar i aprendre els conceptes, resoldre els exercicis proposats, sigui manualment o amb l'ajuda de l'ordinador. Les activitats programades fora de l'aula, treball de curs Activitat 6, han estat dissenyades perquè serveixin com autoaprenentatge, realització d'activitats avaluable i resoldre els qüestionaris. També es poden programar qüestionaris tipus test en línia desenvolupats en la plataforma ATENEA de l'assignatura, a realitzar individualment. Són exercicis conceptuals que formen part de l'aprenentatge autònom de cada bloc temàtic determinat.

OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

Els objectius generals de l'assignatura són els següents:

- Aplicar conceptes, principis, lleis o teories a situacions de sistemes de transmissió de potència; Interpretar estudis, informes, dades i analitzar-les numèricament fenòmens dinàmics i la seva formulació per a la seva aplicació en el desenvolupament en les fases corresponents de concepció, disseny i càlcul d'elements de sistemes de transmissió de potència.
- Complementar el coneixement dels procediments de càlcul per tal de conceptualitzar i dissenyar les transmissions de potència utilitzades en vehicles autopropulsats.
- Utilitzar i operar les eines informàtiques existents com a suport i capacitat d'elecció d'un element concret segons les seves propietats i la seva aplicació.
- Analitzar situacions concretes, examinar supòsits i símptomes, sistemes, mètodes, procediments o estratègies per prendre decisions i implementar plans d'actuació en la recerca de solucions en sistemes de transmissió de potència.
- Valorar la legislació, normativa i directives vigents amb les implicacions ambientals, energètiques, socials, ètiques i de seguretat relacionades amb l'assignatura.

HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	60,0	24.00
Hores grup petit	30,0	12.00
Hores aprenentatge autònom	160,0	64.00

Dedicació total: 250 h

CONTINGUTS

Tren de potència: motors i transmissions

Descripció:

Tema 1 – Introducció als vehicles autopropulsats: i) Definicions: vehicle, màquina i motor; ii) Classificacions informals dels vehicles; iii) Classificacions formals dels vehicles: legislació aplicada

Tema 2 – Fonaments dels motors de combustió interna: i) El motor tèrmic i de combustió; ii) El motor alternatiu de combustió interna: arquitectura, components i classificació; iii) Cicles termodinàmics ideals: Otto, Dièsel, Atkinson, Miller; iv) Cicles termodinàmics reals dels MACIs: pèrdues mecàniques i transferència de calor

Tema 3 – Característiques operatives dels MACIs: i) Cicles de treball; ii) Motors d'encesa per guspira (SI); iii) Motors d'encesa per compressió (CI); iv) Altres cicles d'operació

Tema 4 – Paràmetres de disseny i operació dels MACIs: i) Característiques dimensionals i adimensionals fonamentals; ii) Cinemàtica del motor alternatiu; iii) Característiques constructives fonamentals; iv) Característiques operatives; v) Característiques efectives; vi) Corbes característiques; vii) Comportament dinàmic: fonts de vibracions, ancoratge del motor a la carrosseria.

Tema 5 – Tecnologies dels MACIs: i) Regulació del parell; ii) Sistemes d'alimentació de combustible; iii) Sobrealimentació de motors

Tema 6 – Introducció al tren motriu: i) Del motor a la roda: components del tren motriu; ii) Resistència a l'avanç: necessitat del tren motriu

Tema 7 – L'embragatge: i) Missió de l'embragatge; ii) Classificació dels embragatges; iii) Embragatges de fricció; iv) Embragatges hidràulics; v) Embragatges electromagnètics

Tema 8 – La caixa de velocitats: i) Missió de la caixa de velocitats; ii) Càlcul de velocitats d'una caixa de velocitats; iii) Classificació de les caixes de velocitats; iv) Caixes de velocitats d'engranatges rectes; v) Caixes d'engranatges epicicloïdals

Tema 9 – El diferencial: i) Missió del diferencial; ii) Classificació dels diferencials;

Tema 10 – Juntes i arbres de transmissions: i) Missió de les juntes i arbres de transmissió; ii) Classificació de les juntes; iii) Cinemàtiques de les juntes

Objectius específics:

Els objectius específics d'aquest mòdul son:

- Descriure els principis operatius dels principals cicles termodinàmics amb que operen els motors de combustió interna comunament emprats en els sistemes de transmissió de potència industrials, explicar les principals diferències entre els cicles termodinàmics i inferir quin és el cicle de treball més idoni segons les condicions d'operació de la maquinària.
- Identificar i descriure els principals components de l'arquitectura d'un motor de combustió interna comunament emprat en els principals sectors industrials i relacionar-los amb la seva funció dins del cicle termodinàmic de treball.
- Distingir i explicar la funcionalitat de les diferents tecnologies que s'incorporen en els motors tèrmics per a millorar la seva eficiència tèrmica i reduir les emissions contaminants.
- Distingir i explicar el funcionament de cadascun dels components que formen part de la cadena de transmissió de potència del motor de combustió als receptors de potència com bombes hidràuliques o sistemes de tracció.
- Dissenyar i calcular un cicle tèrmic de treball, els principals components de l'arquitectura d'un motor i la cadena de transmissió de potència conegudes les necessitats de potència i motrius d'una màquina autopropulsada.

Activitats vinculades:

Activitats de la 1 a la 6.

Dedicació: 83h

Grup gran/Teoria: 20h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 53h



Transmissions mecàniques

Descripció:

Tema 1: Introducció a les transmissions mecàniques. Conceptes generals de transmissions mecàniques. Tipus de transmissió: Corretges, cadenes, rodes de fricció, lleves, mecanismes de barres i engranatges.

Tema 2: Cinemàtica dels trens d'engranatges. Anàlisi cinemàtica de trens simples, compostos, epicicloïdals i trens diferencials.

Tema 3: Anàlisi i disseny d'engranatges cilíndric-rectes. Paràmetres de fabricació i de funcionament.

Tema 4: Anàlisi i disseny d'engranatges helicoïdals. Paràmetres de fabricació i de funcionament.

Tema 5: Anàlisi i disseny d'engranatges cònics.

Tema 6: Anàlisi i disseny d'engranatges específics: engranatges interiors, hiperbòlics, hipoïdals.

Objectius específics:

Son objectius específics d'aquest mòdul adquirir el coneixement de totes les possibilitats de disseny i càlcul dels engranatges com elements i mecanismes de transmissió de potència aplicades al cas dels vehicles, i també, el d'adquirir les eines pel disseny, càlcul i projecte de qualsevol altre mecanisme de transmissió mecànica d'aplicació a altres tipus de màquines.

Activitats vinculades:

Activitats de la 1 a la 6.

Dedicació: 83h

Grup gran/Teoria: 20h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 53h

Transmissions oleo-hidràuliques

Descripció:

Tema 1 – Introducció (i) Fonaments de Fluids: propietats dels fluid i equacions bàsiques de flux (massa, quantitat de moviment, energia); (ii) Normativa i simbologia; (iv) Sistemes de transferència d'energia (manual, mecànic, elèctric, pneumàtic e hidràulic); (v) STEO: Arquitectura bàsica; (z) Exemples d'aplicació.

Tema 2 – Màquines de desplaçament positiu (disseny, característiques reals d'estat estacionari, capacitat/desplaçament volumètric, cabal, eficiència volumètrica, mecànic-hidràulica, corbes característiques, font de pèrdues de flux i parell, controls per a variació de desplaçament.) (z) Exemples d'aplicació.

Tema 3 – Bombes i motors oleohidràulics. (i) Cabal constant i variable (discret i continu), pressió constant amb limitadors de pressió absoluta (d'acció directa i pilotats) i pressió aproximadament fixa, característiques cabal-pressió ideals i reals; (ii) Motors de cilindrada variable (control manual i limitador de pressió absoluta) (z) Exemples d'aplicació.

Tema 4 – Vàlvules. (i) Vàlvules reguladores de pressió: limitadores de pressió: seguretat, seqüència i descàrrega; (ii) Vàlvules reguladores de cabal: no compensades i compensades en pressió; (iii) Circuits amb controls de velocitat: control de cabal i efectes del canvi de càrrega; (iv) Sistemes a pressió constant (acumulador i cabal variable) (v) Anàlisi de components reals (z) Exemples d'aplicació.

Tema 5 – Sistemes load sensing (LS). (i) Què és LS?; (ii) Bombes compensades amb pressió o en cabal; (iii) Circuits arquitectures de centre obert i centre tancat amb unitats de generació de flux fix i variable, compensadors locals, repartiment de flux; (iv) Exemple de circuit real p.e. d'un carretó elevador i/o cabrestant hidràulic; (z) Exemples d'aplicació.

Tema 6 – Arquitectura general d'una transmissió hidràulica (TH). Conceptes bàsics de circuits tancats: esquema d'una transmissió hidrostàtica; (i) Transmissió hidrostàtica ideal; (ii) Combinació bomba/motor (parell o potència constant); (iii) Transmissió hidrostàtica real; (iv) Influència de les fugues; (v) Dimensionat de transmissions hidràuliques (aplicació a vehicles); (vi) Concepte de rang teòric (RT); (vii) Dimensionat de TH amb relació de transmissió desconeguda; (viii) Combinació de transmissions hidràuliques i mecàniques (en sèrie, en paral·lel)

Objectius específics:

En acabar aquest contingut l'estudiantat ha de ser capaç de:

- Enunciar, definir i interpretar les lleis bàsiques de la mecànica de fluids: conservació de massa, quantitat de moviment, moment cinètic i energia
- Utilitzar les equacions fonamentals per a l'avaluació de les principals magnituds oleohidràulics en condicions d'estat estacionari
- Interpretar un esquema de potència fluida,
- Enunciar l'objectiu de cada component d'un circuit de potència fluida
- Interpretar el principi de funcionament de les vàlvules reguladores (de pressió, direccional i caudal) a partir del seu esquema hidràulic estàndard i com realitzen la seva funció
- Identificar i quantificar les fonts de dissipació d'energia en un components/sistemes d'energia fluida i avaluar l'eficiència
- Implementar els principis de funcionament teòrics en components oleohidràulics.
- Analitzar qualitativament i quantitativament els diferents modes de funcionament d'un circuit de potència fluida
- Explicar la diferència entre el comportament ideal i real d'un components de potència hidràulica
- Aplicar les regles per a la construcció d'un esquema oleohidràulics segons la norma ISO
- Distingir els principals esquemes utilitzats per a la generació i el control de l'energia hidràulica
- Utilitzar les dades tècniques dels catàlegs de bombes, vàlvules, motors i actuadors oleohidràulics
- Triar el component oleohidràulic adequat i la seva mida en relació amb el seu ús final
- Distingir les arquitectures específiques utilitzades en els circuits oleohidràulics
- Definir el disseny adequat d'un sistema de potència de fluids simple per controlar actuadors lineals i rotatius
- Contrastar diferents dissenys en termes energètics
- Resoldre aplicacions relacionades

Activitats vinculades:

Activitats de la 1 a la 6.

Dedicació: 84h

Grup gran/Teoria: 20h

Grup petit/Laboratori: 10h

Aprenentatge autònom: 54h



ACTIVITATS

ACTIVITAT 1: Classes teòriques

Descripció:

Aprenentatge actiu en aula. Exposició dels continguts teòrics. Realització d'exercicis i problemes senzills.

Objectius específics:

Exposició dels conceptes fonamentals teòrics i la seva aplicació a casos i problemes de l'àmbit industrial, en el marc de cada bloc temàtic, així com foment de l'aprenentatge actiu a través de la realització d'exercicis i problemes senzills amb avaluació formativa.

Material:

Documentació a ATENEA.

Lliurament:

Cap

Dedicació: 138h

Aprenentatge autònom: 84h

Grup gran/Teoria: 54h

ACTIVITAT 2: Classes pràctiques

Descripció:

Exercicis bàsics presentats en la documentació teòrica de l'assignatura per cada bloc temàtic. Problemes i aplicacions, proposades per resoldre a classe.

Objectius específics:

Exposició de problemes i aplicacions industrials bàsics presentats en l'Activitat 1 corresponent a cada bloc temàtic. L'estudiantat aprendre a interpretar i resoldre casos pràctics d'interès industrial a través de problemes, exercicis i reptes dissenyats i proposats a tal efecte per l'equip docent.

Material:

Documentació a ATENEA. Els enunciats dels problemes i aplicacions es presenten i comenten, prèviament preparats pel professorat, a classe.

Lliurament:

Cap

Dedicació: 72h

Aprenentatge autònom: 42h

Grup petit/Laboratori: 30h



ACTIVITAT 3: Classes de laboratori i seminaris

Descripció:

Aquesta activitat pot incloure pràctiques de laboratori, seminaris específics, visites a empreses, etc.

Objectius específics:

Desenvolupament de les diferents habilitats actituds professionals en l'àmbit dels sistemes de transmissió de potència i ampliació de la mirada mitjançant pràctiques de laboratori/taller, seminaris específics o visites a empreses, entre d'altres, segons la disponibilitat i les necessitats de cada bloc temàtic.

Material:

Documentació a ATENEA.

Lliurament:

Segons la naturalesa de l'activitat i del professorat responsable d'aquesta. En tot cas, s'informarà amb l'antelació corresponent i amb tota les dades.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

ACTIVITAT 4: Examen parcial

Descripció:

Prova escrita.

Objectius específics:

Acreditació individual de l'assoliment parcial dels objectius operatius de l'assignatura mitjançant una prova.

Material:

Enunciat de la prova.

Lliurament:

Resolució de la prova.

Dedicació: 8h

Aprenentatge autònom: 6h

Grup gran/Teoria: 2h

ACTIVITAT 5: Examen final

Descripció:

Prova escrita.

Objectius específics:

Acreditació individual de l'assoliment parcial dels objectius operatius de l'assignatura mitjançant una prova.

Material:

Enunciat de la prova.

Lliurament:

Resolució de la prova.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



ACTIVITAT 6: Treball de curs

Descripció:

Es proposarà un enunciat d'un treball de curs a l'assignatura. S'informarà puntualment amb totes les instruccions i paràmetres per part del professorat.

Objectius específics:

Desenvolupament de les habilitats individuals i aplicació dels coneixements assimilats en el transcurs del curs mitjançant la resolució d'un cas global seguint un mètode d'aprenentatge col·laboratiu, en el qual els alumnes treballaran conjuntament en petits grups. De l'estudiantat s'espera i s'exigeix compromís amb l'activitat i que interactuin, discuteixin, contraposin punts de vista, analitzin i resolguin el cas global conjuntament. Per tant, cada alumne haurà de realitzar una part equitativa del treball de reflexió i execució. El cas global centrat en els sistemes de transmissió de potència es proporcionarà en forma d'enunciat. L'equip docent de l'assignatura informarà puntualment amb totes les instruccions i paràmetres necessaris.

Material:

Enunciat i documentació a ATENEA.

Lliurament:

L'informe corresponent al treball de curs.

Dedicació: 16h

Aprenentatge autònom: 16h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

Es faran 3 exàmens independents:

- 1) Examen de la part transmissions mecàniques. Pes 20%.
- 2) Examen de la part motor tèrmics i vehicles. Pes 20%
- 3) Examen de la part transmissions oleo-hidràuliques. Pes 20%

Es valoraran els problemes dels seminaris: 20%

Es valoraran els informes i treballs: 20%

Tot aquell estudiantat que ho desitgi podrà recuperar la nota mitjançant l'examen final.

Per aquells estudiants que compleixin els requisits i es presentin a l'examen de reavaluació, la qualificació de l'examen de reavaluació substituirà les notes de tots els actes d'avaluació que siguin proves escrites presencials (controls, exàmens parcials i finals) i es mantindran les qualificacions de pràctiques, treballs, projectes i presentacions obtingudes durant el curs.

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.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Stone, Richard. Motor vehicle fuel economy. London: MacMillan, 1989. ISBN 0333438205.
- Heisler, Heinz. Vehicle and engine technology. London: Edward Arnold, 1985. ISBN 0713135425.
- Gibert, Jaume. Ingeniería de los engranajes. Barcelona: l'autor, 2005. ISBN 8460954552.
- Masià, J.; Esquerdo, T.; Colomina, J. Trens d'engranatges epicicloïdals. València: Universitat Politècnica de València, 2007. ISBN 9788483630501.
- Riba Romeva, C. Mecanismes i màquines, vol. 2, Transmissions d'engranatges [en línia]. 2ª ed. Barcelona: Edicions UPC, 2002 [Consulta: 08/01/2016]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36254>. ISBN 8483014467.
- Manring, Noah D. Hydraulic control systems [en línia]. Hoboken: John Wiley & Sons, cop. 2005 [Consulta: 07/06/2023]. Disponible a: <https://onlinelibrary-wiley-com.recursos.biblioteca.upc.edu/doi/book/10.1002/9781119418528>. ISBN 9780471693116.
- Akers, A.; Gassman, M.; Smith, R. Hydraulic power system analysis. Boca Raton: CRC Press, 2006. ISBN 9780824799564.
- Ivantysyn, J.; Ivantysynova, M. Hydrostatic pumps and motors: principles, design, performance, modelling, analysis, control and testing. New Delhi: Tech Books International, 2003. ISBN 9788188305087.
- Müller, Herbert W. Epicyclic drive trains: analysis, synthesis and applications. Detroit: Wayne State University Press, 1982. ISBN 9780814316634.
- Heisler, Heinz. Advanced vehicle technology [en línia]. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2002 [Consulta: 13/05/2022]. Disponible a: <https://ebookcentral-proquest-com.recursos.biblioteca.upc.edu/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?pq-origsite=primo&docID=296757>. ISBN 9780750651318.
- Kröell, Imre [et al.]. Fundamentals of hydraulic power transmission. Amsterdam: Elsevier, 1988. ISBN 0444418725.
- Vacca, Andrea; Franzoni, Germano. Hydraulic fluid power: fundamentals, applications, and circuit design. Wiley, 2021. ISBN 9781119569114.
- Norton, Robert L. Machine design: an integrated approach. 6th ed. Boston (USA): Pearson, 2019. ISBN 9780135214800.
- Galal Rabie, M. Fluid power engineering. McGraw-Hill, 2009. ISBN 9780071622462.
- Esposito, Anthony. Fluid power with applications. 7th ed. Pearson, 2008. ISBN 9780135136904.

RECURSOS

Enllaç web:

- Documentació a la web ATENEA