

Guia docent

330517 - EME1 - Enginyeria Mecànica 1

Última modificació: 05/05/2020

Unitat responsable: Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa

Unitat que imparteix: 712 - EM - Departament d'Enginyeria Mecànica.

Titulació: GRAU EN ENGINYERIA D'AUTOMOCIÓ (Pla 2017). (Assignatura obligatòria).

Curs: 2020

Crèdits ECTS: 6.0

Idiomes: Castellà, Català

PROFESSORAT

Professorat responsable: Al Omar Mesnaoui, Anas

Altres: Alcelay Larrión, José Ignacio
Peña Pitarch, Esteban
Ortuño Martín, Jose

COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

Específiques:

CE11. Coneixement i aplicació dels principis de teoria de màquines, mecanismes i dinàmica del vehicle.

Genèriques:

CG3. Coneixement en matèries bàsiques i tecnològiques, que els capaciti per a l'aprenentatge de nous mètodes i teories i els doti de versatilitat per adaptar-se a noves situacions.

CG4. Capacitat de resoldre problemes amb iniciativa, presa de decisions, creativitat, raonament crític i de comunicar i transmetre coneixements, habilitats i destreses en el camp de l'Enginyeria de l'automoció.

Transversals:

1. COMUNICACIÓ EFICAC ORAL I ESCRITA - Nivell 2: Utilitzar estratègies per preparar i dur a terme les presentacions orals i redactar textos i documents amb un contingut coherent, una estructura i un estil adequats i un bon nivell ortogràfic i gramatical.

2. TREBALL EN EQUIP - Nivell 2: Contribuir a consolidar l'equip, planificant objectius, treballant amb eficàcia i afavorint-hi la comunicació, la distribució de tasques i la cohesió.

3. APRENENTATGE AUTÒNOM - Nivell 2: Dur a terme les tasques encomanades a partir de les orientacions bàsiques donades pel professorat, decidint el temps que cal emprar per a cada tasca, incloent-hi aportacions personals i ampliant les fonts d'informació indicades.

Bàsiques:

CB3. Que els estudiants tinguin la capacitat de reunir i interpretar dades rellevants (normalment dins la seva àrea d'estudi) per emetre judicis que incloquin una reflexió sobre temes rellevants d'índole social, científica o ètica.

CB4. Que els estudiants puguin transmetre informació, idees, problemes i solucions a un públic tant especialitzat com no especialitzat.

METODOLOGIES DOCENTS

MD1 Classe magistral o conferència (EXP)

MD2 Resolució de problemes i estudi de casos (RP)

MD3 Treballs pràctics en laboratori o taller (TP)

MD5 Projecte, activitat o treball reduït (PR)

MD7 Activitats d'Avaluació (EV)



OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

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

- Comprendre i utilitzar els conceptes bàsics de la mecànica perquè pugui assimilar adequadament els continguts d'assignatures posteriors i resoldre un ampli espectre de problemes en el camp de la mecànica que li apareixeran en el desenvolupament de la seva vida professional.
- Resoldre problemes d'un sistema mecànic des del punt de vista estàtica, cinemàtica i dinàmic i ser capaç de relacionar el moviment del sistema amb les causes que el produeixen.
- Explicar amb fluïdesa i claredat com es realitza la resolució d'un problema i com es planteja des d'un punt de vista mecànic.

HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00
Hores grup petit	15,0	10.00

Dedicació total: 150 h

CONTINGUTS

Títol del contingut 1: Sistemes de forces

Descripció:

Aplicació de conceptes bàsics d'àlgebra vectorial per a l'obtenció de resultants de forces, moments de forces, parells de forces, etc. Sistemes de forces equivalents. Reducció d'un sistema de forces. Torsor i moment mínim d'un sistema de forces.

Objectius específics:

- Conèixer les característiques d'un sistema de forces, aplicat a un sistema mecànic.
- Calcular la resultant i el moment resultant d'un sistema de forces.
- Comprendre el concepte de sistemes de forces equivalents.
- Reduir un sistema de forces, per molt complex que sigui, a un torsor.

Activitats vinculades:

Activitat de tipus 1: Resolució de problemes
Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats
Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua
Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 14h

Grup gran/Teoria: 7h

Aprenentatge autònom: 7h



Títol del contingut 2: Geometria de masses

Descripció:

Centres de masses i centroides.
Teoremes de Pappus-Guldin.
Moments d'inèrcia.
Teorema de Steiner.

Objectius específics:

- Comprendre i aplicar a sistemes mecànics els conceptes de centre de masses i inèrcia.
- Determinar la ubicació del centre de massa i centroide d'un cos rígid.
- Utilitzar els teoremes de Pappus -Guldin per trobar l'àrea i volum d'un cos de revolució.
- Definir i calcular les diferents quantitats d'inèrcia d'un cos rígid.

Activitats vinculades:

Activitat de tipus 1: Resolució de problemes
Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats
Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua
Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 4h
Aprenentatge autònom: 4h

Títol del contingut 3: Estàtica del cos rígid

Descripció:

Diagrama del sòlid lliure. Reaccions a les articulacions i suports d'un sistema mecànic. Equacions d'equilibri en 2D i 3D. Aplicació de les equacions d'equilibri a entramats i màquines.

Objectius específics:

- Identificar les reaccions en les diferents articulacions i suports d'un sistema mecànic.
- Dibuixar correctament el diagrama del sòlid lliure d'un cos rígid o d'un sistema mecànic.
- Aplicar correctament les equacions d'equilibri tant en 2D com en 3D.
- Analitzar i resoldre problemes d'equilibri de cos rígids, entramats i màquines.

Activitats vinculades:

Activitat de tipus 1: Resolució de problemes
Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats
Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua
Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 10h

Grup gran/Teoria: 5h
Aprenentatge autònom: 5h



Títol del contingut 4: Fricció

Descripció:

Tipus de fricció. Lleis de la fricció seca. fricció Estàtic i Cinètic. Aplicacions específiques de l'anàlisi de la fricció seca a falques, cargols, corretges, elements flexibles, coixinets, embragatges, frens, etc. Concepte de la resistència al rodament.

Objectius específics:

- Identificar els tipus de fricció i analitzar l'equilibri de diversos sistemes mecànics tenint en compte l'efecte de les forces de fricció presents en diverses superfícies o punts del sistema mecànic.
- Aplicar correctament les lleis de la fricció per resoldre els problemes dels sistemes mecànics que contenen els diferents components d'enginyeria: falques, cargols, corretges, elements flexibles, coixinets, embragatges, frens, etc.
- Comprendre i aplicar el concepte de resistència al rodament en les diferents aplicacions d'enginyeria.

Activitats vinculades:

- Activitat de tipus 1: Resolució de problemes
- Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats
- Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua
- Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 6h

Aprenentatge autònom: 6h

Títol del contingut 5: Cinemàtica del cos rígid

Descripció:

Sistemes de referència. Derivació de vectors en un sistema de referència mòbil. Cossos rígids i tipus de moviment. Rotació respecte a un eix fix. Moviment pla general: velocitats i acceleracions. Centre Instantani de Rotació. Moviment relatiu a eixos en rotació.

Objectius específics:

- Saber calcular les velocitats i acceleracions de les diferents parts d'un sistema mecànic i interpretant els resultats obtinguts.
- Estudiar el moviment pla general mitjançant un anàlisi cinemàtic.
- Calcular la velocitat i acceleració del moviment relatiu en un sistema de referència mòbil.
- Trobar el centre instantani de rotació i determinar la velocitat de les diferents parts d'un sistema mecànic usant aquest mètode.
- Determinar la velocitat i acceleració del moviment relatiu en un sistema de referència giratori.

Activitats vinculades:

- Activitat de tipus 1: Resolució de problemes
- Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats
- Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua
- Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 10h



Títol del contingut 6: Dinàmica del cos rígid

Descripció:

Lleis de Newton. Principi de la quantitat de moviment. Principi del moment cinètic. Teorema de l'energia cinètica. Equacions generals del moviment pla general: Derivada de la segona llei de Newton. Principi de d'Alembert. Mètode de l'energia: Potències virtuals. Teoremes de l'energia. Equacions de Lagrange. Aplicació de les equacions de moviment.

Objectius específics:

- Comprendre i aplicar les equacions generals de la dinàmica del moviment pla general a la resolució de problemes.
- Comprendre i aplicar us teoremes fonamentals de la dinàmica de cossos rígids, en el seu moviment respecte al centre de massa.

Activitats vinculades:

Activitat de tipus 1: Resolució de problemes

Activitat de tipus 2: Lliurament de resolució de problemes proposats

Activitat de tipus 3: Prova parcial d'avaluació continua

Activitat de tipus 4: Prova final

Dedicació: 18h

Grup gran/Teoria: 8h

Aprenentatge autònom: 10h

ACTIVITATS

Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Sistemes de Forces.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 2h



Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Geometria de masses.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Estàtica del cos rígid.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 4h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Fricció.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 3h



Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Cinemàtica del cos rígid.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

Títol de l'activitat de tipus 1: Resolució en grup de problemes de Dinàmica del cos rígid.

Descripció:

L'activitat consisteix en la resolució en grup de problemes orientats al disseny mitjançant programes informàtics (fulls de càlcul, programes per resoldre equacions i programes per traçar gràfiques).

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes i Apunts del Professor

Lliurament:

El grup elabora un informe de resolució dels problemes i el lliura al professor al final de la sessió presencial.

Dedicació: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h

Aprenentatge autònom: 3h

Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Sistemes de Forces

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h



Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Geometria de masses

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Estàtica del cos rígid.

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Fricció.

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h



Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Cinemàtica del cos rígid.

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 2: Lliurament individual de Problemes Proposats de Dinàmica del cos rígid.

Descripció:

Activitat individual que consisteix en la resolució d'una sèrie de problemes proposats per cada tema estudiat.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de:

- Comprendre i aplicar els conceptes involucrats en l'activitat.

Material:

Sèrie de Problemes (disponible al Campus Virtual) i Apunts del Professor

Lliurament:

L'estudiant elabora un informe de resolució dels problemes proposats i el lliura al Campus Virtual en el termini que fixi el professor.

Dedicació: 2h

Aprenentatge autònom: 2h

Títol de l'activitat de tipus 3: Primera Prova Individual d'Avaluació

Descripció:

Primera prova individual a l'aula sobre els conceptes bàsics corresponent als tres primers temes estudiats amb resolució de problemes relacionats amb els objectius de l'aprenentatge.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de: conèixer, comprendre i utilitzar els conceptes bàsics del contingut corresponent als tres primers temes.

Material:

Enunciats i calculadora.

Lliurament:

Resolució de la prova.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 6h



Títol de l'activitat de tipus 3: Segona Prova Individual d'Avaluació

Descripció:

Segona prova individual a l'aula sobre els conceptes bàsics corresponent als tres últims temes estudiats amb resolució de problemes relacionats amb els objectius de l'aprenentatge.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de: conèixer, comprendre i utilitzar els conceptes bàsics del contingut corresponent als tres últims temes.

Material:

Enunciats i calculadora.

Lliurament:

Resolució de la prova.

Dedicació: 8h

Grup gran/Teoria: 2h

Aprenentatge autònom: 6h

Títol de l'activitat de tipus 4: Prova final

Descripció:

Prova individual a l'aula sobre el conjunt total dels conceptes bàsics teòrics de l'assignatura amb resolució de problemes relacionats amb els objectius de l'aprenentatge.

Objectius específics:

En acabar l'activitat, l'estudiant ha de ser capaç de: conèixer, comprendre i utilitzar els conceptes bàsics de l'assignatura.

Material:

Enunciats i calculadora

Lliurament:

Resolució de la prova.

Dedicació: 12h

Grup gran/Teoria: 3h

Aprenentatge autònom: 9h

SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

- Activitat de tipus 1: aquesta activitat es repeteix per a cada contingut estudiat. L'assistència a l'activitat i l'elaboració dels informes relatius als resultats obtinguts en aquestes activitats representa un 15% de la nota de l'assignatura.
- Activitat de tipus 2: aquesta activitat es repeteix per a cada contingut estudiat. La nota mitjana del lliurament de les 6 sèries de problemes proposats corresponents als 6 continguts teòrics estudiats representa un 15% de la nota de l'assignatura.
- Activitat de tipus 3: es fa una primera prova individual per avaluar la consecució dels objectius d'aprenentatge planificats per als 3 primers temes de la assignatura. La nota de la primera prova individual representa un 35% de la nota de l'assignatura. La segona prova individual es fa per avaluar l'assoliment dels objectius d'aprenentatge planificats per als 3 últims temes de la assignatura. La nota d'aquesta segona prova representa un 35% de la nota de l'assignatura.
Per tant, la Nota per Proves Parcial (NPP) = $35\% * (\text{Nota Primera Prova Individual}) + 35\% * (\text{Nota Segona Prova Individual}) + 15\% * (\text{Nota mitjana de totes les activitats de tipus 1}) + 15\% * (\text{Nota mitjana de totes les activitats de tipus 2})$.
- Activitat de tipus 4: si $NPP < 4,95$ o si l'estudiant vol millorar la seva nota, tindrà una segona oportunitat en una prova final. La Nota per Prova Final (NPF) = $70\% * \text{Nota Prova Final} + 15\% * (\text{Nota mitjana de totes les activitats de tipus 1}) + 15\% * (\text{Nota mitjana de totes les activitats de tipus 2})$.
- La Nota Final de l'Assignatura (NFA) = $\text{MAX} (NPP; NPF)$.

NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

- Per aprovar l'assignatura, és obligatori assistir i realitzar totes les activitats lliurant tots els informes de les activitats en els terminis indicats.
- A la resolució dels problemes proposats, els alumnes utilitzaran els continguts estudiats en la part expositiva de la sessió presencial i podran aclarir els dubtes i les dificultats amb les que es poden trobar amb el professor. La data límit de lliurament dels informes de totes les activitats serà especificada, i no s'acceptarà cap lliurament un cop transcorreguda aquesta data límit.
- Els informes de les activitats seran originals, de manera que la còpia (total o parcial) d'un informe serà sancionada amb el suspens global de l'activitat i de l'assignatura.
- En el lliurament de la resolució dels problemes proposats, qualsevol còpia total o parcial de solucions suposarà el suspens en l'activitat. L'estudiant ha de vetllar per la privacitat i seguretat de les seves dades.
- Si es detecta que algun alumne ha copiat en alguna prova escrita serà avaluat com suspens de l'assignatura.
- En cap cas es podrà disposar de cap tipus de formulari o apunts en les proves parcials com finals.

BIBLIOGRAFIA

Bàsica:

- Beer, Ferdinand P., i altres. Mecánica vectorial para ingenieros. Vol. 1, Estática [en línia]. 11ª ed. México: McGraw-Hill Education, 2017 [Consulta: 11/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8077. ISBN 9781456255275.
- Norton, Robert L. Diseño de maquinaria: síntesis y análisis de máquinas y mecanismos [en línia]. 4ª ed. México: McGraw-Hill, 2008 [Consulta: 29/07/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=5701. ISBN 9789701068847.
- Beer, Ferdinand P., i altres. Mecánica vectorial para ingenieros. Vol. 2, Dinámica [en línia]. 11ª ed. México: McGraw-Hill Education, 2017 [Consulta: 11/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=8078. ISBN 9781456255268.
- Meriam, J. L.; Kraige, L. G. Mecánica para ingenieros. Vol. 2, Dinámica. 3ª ed. Barcelona: Reverté, 1998. ISBN 8429142592.
- Meriam, J. L.; Kraige, L. G. Mecánica para ingenieros. Vol. 1, Estática. 3ª ed. Barcelona: Reverté, 1998. ISBN 8429142576.
- Shigley, J. E. Teoría de máquinas y mecanismos. México: McGraw-Hill, 1982. ISBN 968451297X.

Complementària:

- Hibbeler, R. C; Murrieta Murrieta, Jesús Elmer. Ingeniería mecánica : estática [en línia]. 14a ed. Ciutat de Mèxic: Pearson, 2016 [Consulta: 12/11/2020]. Disponible a: http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=6763. ISBN 9786073237079.
- Hibbeler, R. C; Murrieta Murrieta, Jesús Elmer; Fonseca Campos, Jorge. Ingeniería mecánica : dinámica. 14a ed. Ciutat de Mèxic: Pearson, 2016. ISBN 9786073236973.
- Riley, William F.; Sturges, Leroy D. Ingeniería mecánica. Vol. 2, Dinámica. Barcelona: Reverté, 1995. ISBN 8429142568.
- Riley, William F.; Sturges, Leroy D. Ingeniería mecánica. Vol. 1, Estática. Barcelona: Reverté, 1995. ISBN 842914255X.
- Bedford, A.; Fowler, W. T. Mecánica para ingeniería. Vol. 2, Dinámica. 5ª ed. México: Pearson Educación, 2008. ISBN 9789702612780.
- Bedford, A.; Fowler, W. T. Mecánica para ingeniería. Vol. 1, Estática. 5ª ed. México: Pearson Educación, 2008. ISBN 9789702612155.