TEORIA DE MÀQUINES I MECANISMES 240141

Full informatiu Curs 2025-2026 Quadrimestre de tardor

OBJECTIUS

Objectius generals

- Integrar la Teoria de Màquines i Mecanismes dins dels estudis d'Enginyeria Industrial, utilitzant els coneixements previs impartits en les assignatures anteriors, treballant les capacitats pròpies de l'enginyeria i fent-la atractiva i útil per a l'alumnat, vulgui o no optar per un perfil mecànic.
- Sensibilitzar l'alumnat sobre la relació entre la tecnologia i la societat analitzant el paper que juguen les màquines en aquest binomi i en la sostenibilitat del model actual d'activitat humana.

Objectius específics

- Realitzar, a partir dels conceptes de mecànica del sòlid rígid i de les eines bàsiques i operatives introduïdes, anàlisis cinemàtiques, estàtiques i dinàmiques dels mecanismes i de les màquines.
- Utilitzar aplicacions informàtiques per al càlcul i la simulació de mecanismes.
- Reconèixer els elements mecànics i grups mecànics bàsics de les màquines i mecanismes a partir d'exemples extrets de situacions reals.
- Fer balanços energètics i càlculs de rendiment aplicats a les màquines.

L'adquisició d'aquests objectius específics s'aconsegueix a partir dels continguts detallats en el següent apartat.

CONTINGUTS

1 MÀQUINA i MECANISME (Pissarra: 4.30 h / Laboratori: - h / Aprenentatge autònom: 6 h)
Definicions de màquina, mecanisme i cadena cinemàtica. Definicions i classificació de membres i parells cinemàtics. Esquematització, modelització i simbologia. Mecanismes de barres. Criteri de Grashof. Mecanismes de lleves. Engranatges i trens d'engranatges. Prestacions d'un mecanisme.

2 MOBILITAT (Pissarra: 5.30 h / Laboratori: 2 h / Aprenentatge autònom: 6 h)
Coordenades i velocitats generalitzades. Coordenades independents. Graus de llibertat d'un mecanisme. Equacions d'enllaç. Holonomia. Resolució de les equacions d'enllaç: Newton-Raphson. Espai de configuracions. Espai de configuracions accessibles. Redundància. Criteri de Grübler-Kutzbach. Configuracions singulars.

3 CINEMÀTICA DE MECANISMES (Pissarra: 10 h / Laboratori: 4 h / Aprenentatge autònom: 15 h)
Estudi cinemàtic d'un mecanisme a partir de les equacions d'enllaç geomètriques. Redundància i configuracions singulars. Estudi cinemàtic dels mecanismes a partir de les equacions d'enllaç cinemàtiques. Moviment pla. Teorema dels tres centres.

4 ENGRANATGES I TRENS D'ENGRANATGES (Pissarra: 4.30 h / Laboratori: 2 h / Aprenentatge autònom: 9 h)
Rodes dentades. Condició d'engranament. Perfils conjugats. Perfil d'evolvent i perfil cicloidal. Línia d'engranament i angle d'empenta. Tipus d'engranatges. Trens d'engranatges d'eixos fixos i trens epicicloidals. Relacions de transmissió. Mecanisme diferencial.

5 ANÀLISI DINÀMICA (Pissarra: 4.30 h / Laboratori: 2 h / Aprenentatge autònom: 12 h)
Teoremes vectorials. Diagrama del sòlid lliure. Torsor de les forces d'inèrcia de D'Alembert. Anàlisi dinàmica directa i inversa de mecanismes. Resolució matricial. Equilibratge estàtic i dinàmic de rotors. Equilibratge de mecanismes.

6 FORCES DE CONTACTE. FORCES D'ENLLAÇ. RESISTÈNCIES PASSIVES (Pissarra: 7 h / Laboratori: - h / Aprenentatge autònom: 9 h)
Torsor d'enllaç i torsor de les resistències passives en els enllaços. Resistència al lliscament, al rodolament i al pivotament. Models de frec i de resistència al rodolament. Condicions límit en els enllaços. Falcament en guies i articulacions. Mecanismes basats en el frec.

7 MÈTODE DE LES POTÈNCIES VIRTUALS (Pissarra: 7 h / Laboratori: - h / Aprenentatge autònom: 15 h)
Potència virtual associada a un sistema de forces. Moviments virtuals. Obtenció de les equacions del moviment i de les forces d'enllaç. Forces generalitzades.

8 TREBALL I POTÈNCIA EN MÀQUINES (Pissarra: 7 h / Laboratori: - h / Aprenentatge autònom: 18 h)
Teorema de l'energia. Inèrcia reduïda a una velocitat generalitzada. Règim transitori i règim estacionari. Funcionament cíclic d'una màquina. Grau d'irregularitat. Volants.

METODOLOGIA

La càrrega docent de l'assignatura és de 6 crèdits ECTS; d'aquests 5 s'imparteixen en classes de pissarra, teoria i problemes, en grups nominalment d'uns 60 alumnes; el crèdit restant s'imparteix en classes de laboratori en grups d'uns 20 alumnes.

A les classes de pissarra, dues per setmana de 100 minuts, s'exposen els aspectes bàsics de la teoria amb suport de material docent i d'un bon nombre d'exemples. Es presenten, s'analitzen i es resolen exercicis sovint inspirats en situacions reals i se'n proposen per realitzar com treball personal.

A les classes de laboratori, cinc al llarg del quadrimestre de dues hores, es realitzen les pràctiques amb el material disponible al Laboratori de Màquines, s'introdueix el programari d'anàlisi de mecanismes que s'utilitza en un exercici de simulació de mecanismes.

La dedicació personal addicional a les classes de pissarra i a les classes de laboratori es preveu de 90 h repartida aproximadament de manera uniforme al llarg del curs però amb un lleuger escreix per als últims temes.

Exercici de simulació

És un exercici basat en l'anàlisi cinemàtica i dinàmica d'un mecanisme d'un sistema mecànic que, en principi, facilitarà el professorat. Es desenvolupa durant el curs i s'ha de presentar, com a molt tard, el dia **12 de desembre**. Per a la seva realització cal tenir en compte que:

- S'ha de realitzar en grups de 3 estudiants. Aquests grups han de quedar definits, com a molt tard, a la 3a pràctica: **setmana del 13 al 17 d'octubre**. El professorat no organitza els grups per a la realització de l'exercici.
- L'informe ha de tenir una extensió de 3 pàgines més portada amb un format que s'ajusti a les pautes que es poden trobar al web de l'assignatura.

Pràctiques

- P1 Mecanismes d'una màquina de cosir. Esquematització.
- P2 Elements de màquines. Anàlisi de diversos mecanismes.
- P3 Caixa de canvis i diferencial d'un automòbil.
- P4 Simulació de mecanismes per ordinador. Anàlisi d'un mecanisme.
- P5 Exercici de simulació.

Les pràctiques es realitzen al Laboratori de Màquines. Pavelló G Planta -1. Per a les pràctiques P4 i P5 cal que cada grup porti almenys un portàtil amb l'aplicació PAM instal·lada.

AVALUACIÓ

Durant el curs l'alumnat ha de treballar, en base al contingut de l'assignatura, la seva capacitat per:

- Interpretar situacions i artefactes relacionats amb màquines i mecanismes, descrits amb l'ajut de fotografies, dibuixos, esquemes, etc.
- Plantejar i resoldre els procediments per assolir els objectius proposats en els exercicis.
- Interpretar i valorar els resultats, en funció de la situació o de l'artefacte analitzat i dels objectius plantejats.
- Comunicar les seves conclusions de manera pulcra, concisa i precisa.

L'assoliment d'aquestes capacitats permetrà l'alumnat superar els exercicis de les proves, previstos en base als punts mencionats.

Addicionalment, amb l'exercici de simulació l'alumnat ha de treballar les capacitats de:

- Plantejar-se la necessitat d'estudiar algun aspecte d'un artefacte mecànic real.
- Entendre el funcionament de l'artefacte, esquematitzar-lo i fer les hipòtesis adequades per obtenir un model realista i estudiable amb els coneixements i eines del curs.
- Simular el model amb ordinador i interpretar els resultats.
- Escriure i presentar un informe tècnic de l'exercici utilitzant els recursos addients, entre altres les eines de dibuix estudiades.
- Treballar en equip.

Sistema de qualificació

La nota final, N_{final}, arrodonida a la dècima, serà la següent mitjana ponderada

$$N_{final} = \text{Màx}(0{,}6\ N_{ef} + 0{,}3\ N_{parcial},\ 0{,}9\ N_{ef}) + 0{,}1\ N_{exer} \text{ on}$$

N_{final} Nota final

N_{ef} Nota de l'examen final. L'examen final constarà d'un conjunt d'exercicis de valoració semblant. Per a la seva realització es disposarà de 3 hores. Realització: **22 de gener a les 9 h.**

$N_{parcial}$ Nota de l'examen parcial. L'examen parcial constarà d'un conjunt d'exercicis de valoració semblant. Per a la seva realització es disposarà d'1 hora i quart. Realització: **29 d'octubre a les 15.30 h.**

N_{exer} Nota de l'exercici de simulació de mecanismes. Lliurament límit: **12 de desembre de 2024 a les 13 h**.

Durant les proves es pot disposar d'un full A4 manuscrit i original amb el contingut que es cregui oportú, però no pot contenir problemes resolts. Aquest full es pot realitzar manualment amb un dispositiu digital, però s'haurà de portar imprès.

Recuperació de proves no realitzades

Per tal d'optar-hi cal, en principi, haver justificat l'absència abans de la realització de la prova. Posteriorment a la prova, es donarà a conèixer la relació d'admesos a la recuperació, que inclourà una part oral.

Reavaluació

La nota N_{reaval} substitueix les notes $N_{parcial}$ i N_{ef}. La prova de reavaluació serà de tipus test amb preguntes teòriques i pràctiques. S'aplicarà el punt 3.1.3 de la NAGRAMA. Realització: data fixada per la direcció de l'ETSEIB i actualment desconeguda.

RECURSOS

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia bàsica

Cardona, S., Clos, D. (2008). *Teoria de Màquines*. Barcelona. Ed. UPC. Disponible a eBooks UPC.
Cardona, S., et al. (1999). *Esquematització. Simulació de mecanismes*. Barcelona. Disponible al web.
Cardona, S., et al. (2006). Curs d'Autoaprenentatge de Simulació de Mecanismes (CD_CASM). Barcelona. Disponible al web.

Bibliografia complementària

Cardona, S., Clos, D. (1999). *Teoria de Màquines. Problemes elementals*. Barcelona. Disponible al web.
Domínguez, J. (coordinador). (2016). *Teoría de Máquinas y Mecanismos*. Sevilla: Ed. Universidad de Sevilla.
Hernàndez, A. (2004). Cinemática de mecanismos. Análisis i diseño. España: Ed. Síntesis.
Norton, R. (1995). *Diseño de maquinaria*. México: McGraw Hill.
Agulló i Batlle, J. (1995). *Mecànica de la partícula i del sòlid rígid*. Barcelona: Publicacions OK Punt..
Beer, F.; Johnston, E. (1990). *Mecánica vectorial para ingenieros: Estática/Dinàmica*. México: McGraw Hill.

MATERIAL COMPLEMENTARI

Col·lecció de problemes i exemples resolts i altre material a:
http://em.upc.edu/ca/docencia/pagines-docents/etseib-tmm

HORARI DE LES CLASSES, GRUPS, AULES I PROFESSORAT

Grup	Dia	Hora	Aula	Professorat
10	dm/dj	10 – 12	0.4	L. Jordi
20	dm/dj	8 – 10	0.5	L. Jordi
30	dl/dv	10 – 12	0.1	A. Rodríguez
40	dm/dj	14 – 16	0.3	E. Zayas

PROFESSORAT I HORARI D'ATENCIÓ

Professorat		dilluns	dimarts	dimecres	dijous	divendres
Albert de la Fuente Albert.de.la.fuente.morato@upc.edu	Pav. F Pl. 0			15 ÷ 16		
Cristian Díez cristian.diez@upc.edu	Pav. D Pl. 0				13 ÷ 14	
Lluïsa Jordi lluisa.jordi@upc.edu	Pav. D Pl. 0		12 ÷ 13.30		12 ÷ 13.30	
Eduard Lores eduard.lores@upc.edu	Pav. D Pl. 0	13 ÷ 14				
Antonio Rodríguez antonio.rodriguez.fernandez@upc.edu	H. Planta 4	12 ÷ 13				12 ÷ 13
David Romanos david.romanos@upc.edu	Pav. D Pl. 0					15 ÷ 16
Enrique Zayas enrique.zayas@upc.edu	Pav. D Pl. 0	15.30 ÷ 17		12 ÷ 13.30		

Altres hores de consulta caldrà convenir-les amb el professorat.

PROGRAMACIÓ DEL CURS

Set.		Teoria i problemes	Laboratori
1	Setembre 8 – 12	Màquina i mecanisme	
2	Setembre 15 – 19		
3	Setembre 22 – 26	Mobilitat	
4	Set. 29 – Oct. 3	Cinemàtica de mecanismes	Sessió 1
5	Octubre 6 – 10		Sessió 2
6	Octubre 13 – 17	Engranatges	Sessió 3*
7	Octubre 20 – 24		
	Octubre 27 – 31	Proves Parcials	
8	Novembre 3 – 7	Anàlisi dinàmica	
9	Novembre 10 – 14		Sessió 4
10	Novembre 17 – 21	Resistències passives	
11	Novembre 24 – 28	Potències virtuals	Sessió 5
12	Desembre 1 – 5		
13	Desembre 8 – 12	Treball i	Lliurament
14	Desembre 15 – 19	potència en màquines	

*Data límit per a la definició de grups per realitzar l'exercici de simulació