



# Guia docent

## 820468 - SM - Simulació del Moviment

Última modificació: 14/06/2023

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 712 - EM - Departament d'Enginyeria Mecànica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).  
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura optativa).

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

### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:** GIL SERRANCOLÍ MASFERRER

**Altres:** Primer quadrimestre:  
GIL SERRANCOLÍ MASFERRER - Grup: M11

### CAPACITATS PRÈVIES

---

Mecànica vectorial, cinemàtica i dinàmica del sòlid rígid, equacions diferencials. Capacitats assolides a Dinàmica, Cinemàtica i dinàmica de màquines, Àlgebra i càlcul multivariable

### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

#### Transversals:

04 COE N3. 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.

### METODOLOGIES DOCENTS

---

L'assignatura combina la metodologia expositiva (aproximadament un 40%) amb el treball individual (aproximadament un 40%) i el treball en petits grups (treball cooperatiu en un 20%). El procés d'aprenentatge autònom es desenvolupa fent servir el Campus Digital Atenea, on s'inclouen diversos recursos, com poden ser qüestionaris d'autoavaluació, pautes per fer el treball en grup, debats i exercicis proposats.

La competència "Comunicació eficaç oral i escrita" es desenvolupa durant la presentació del treball que els alumnes hauran de fer en grups. Es farà un seguiment durant el curs d'aquest treball, i a l'última setmana de curs es farà una presentació oral on els estudiants hauran d'exposar el què han fet, els resultats i conclusions.

### OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

1. Saber calcular velocitats i acceleracions, i forces i moments, en un software de programació numèrica.
2. Comprendre què són les equacions de moviment i com s'utilitzen.
3. Comprendre els mètodes d'optimització de trajectòries bàsics.
4. Desenvolupament i simulació del moviment d'un model d'un mecanisme.



## HORES TOTALS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

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

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Tema 1: Anàlisi cinemàtica

**Descripció:**

- Coordenades generalitzades (absolutes i relatives) (1h)
- Sistemes de cadena cinemàtica oberta (5h)

- o Càlcul de velocitats en 2D (recordatori)
- o Càlcul de velocitats en 3D
- o Càlcul d'acceleracions (per derivació)

L1: Càlcul de velocitats d'un sistema en 2D de cadena oberta i visualització, en Matlab. (2h)

L2: Càlcul de velocitats d'un sistema en 3D de cadena oberta i visualització, recordatori gràfics, en Matlab. (2h)

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 6h

Activitats dirigides: 4h

### Tema 2: Anàlisi dinàmica

**Descripció:**

- Teoremes vectorials en 2D (recordatori) (1h)
- Tensor d'inèrcia, recordatori (1h)
- Teoremes vectorials en 3D (3h)
- Equacions del moviment per teoremes vectorials (3h)

L3: Càlcul de les equacions del moviment mitjançant anàlisi dinàmica d'un pèndol doble (2h)

**Dedicació:** 10h

Grup gran/Teoria: 8h

Activitats dirigides: 2h



### Tema 3: Equacions de Lagrange

**Descripció:**

- Càlcul de l'energia cinètica (recordatori) (1h)
- Càlcul de l'energia potencial (1h)
- Equacions de Lagrange (sense multiplicadors ni forces generalitzades) (3h)
- Potències virtuals (3h)
- Equacions de Lagrange (sense multiplicadors), amb forces generalitzades (4h)
- Equacions de Lagrange amb multiplicadors (4h)

L4: Càlcul de les equacions del moviment mitjançant les equacions de Lagrange d'un pèndol doble. Visualització de les relacions entre moments i forces vs. posicions, velocitats i acceleracions. (4h)

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 16h

Activitats dirigides: 4h

### Tema 4: Optimització

**Descripció:**

- Optimització estàtica (2h)
- Exemples analítics i càlcul numèric d'optimització estàtica (2h)
- Optimització dinàmica mitjançant col·locació directa (3h)
- Exemple de simulació del moviment d'un pèndol doble mitjançant optimització dinàmica basada en col·locació directa. (5h)

L5: Exemple de simulació del moviment d'un pèndol doble mitjançant optimització dinàmica basada en col·locació directa. (6h)

Presentació de treballs (2h)

**Dedicació:** 20h

Grup gran/Teoria: 14h

Activitats dirigides: 6h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

L'assignatura té un alt component pràctic. Tracta que l'estudiant es familiaritzi amb els mètodes numèrics utilitzats habitualment en simulació del moviment. El treball pràctic que l'alumne haurà de realitzar i defensar, val un 50%. Es farà un seguiment durant el curs d'aquest treball. L'alumne haurà de proposar un mecanisme (senzill, d'entre 2 i 4 graus de llibertat), i fer-ne una anàlisi cinemàtica i dinàmica, i optimitzar la trajectòria d'una o més coordenades.

Test de mig quadrimestre: 10%

Informes de les sessions a les aules informàtiques: 20%

Examen final: 20%

## NORMES PER A LA REALITZACIÓ DE LES PROVES.

Per a la realització de les proves, els professors donaran indicacions en cada cas de quin és el material que es pot portar a les proves d'avaluació i quina serà la normativa per a la seva realització. De manera general, les proves es realitzen sense utilitzar llibres ni apunts.



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Agulló Batlle, Joaquim. Mecànica de la partícula i del sòlid rígid. 3a ed. cor. i ampl. Barcelona: OK Punt, 2002. ISBN 8492085061.
- Agulló Batlle, Joaquim. Introducció a la mecànica analítica, percussiva i vibratòria : amb 198 figures, 80 qüestions amb solucions, 47 problemes amb resultats i 48 exemples d'aplicació. Barcelona: OK Punt, DL 1998. ISBN 8492085037.
- Uchida, Thomas K; Delp, Scott L; Delp, David. Biomechanics of movement : the science of sports, robotics and rehabilitation. Cambridge, MA: The Mit Press, [2020]. ISBN 9780262044202.

### Complementària:

- Yamaguchi, Gary T. Dynamic modeling of musculoskeletal motion : a vectorized approach for biomechanical analysis in three dimensions [en línia]. New York: Springer US, 2006 [Consulta: 12/06/2020]. Disponible a : <https://ebookcentral.proquest.com/lib/upcatalunya-ebooks/detail.action?docID=5750363>. ISBN 9780387287508.
- Betts, John T. Practical methods for optimal control using nonlinear programming. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, cop. 2010. ISBN 9780898716887.