

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

Unitat responsable: 270 - FIB - Facultat d'Informàtica de Barcelona  
Unitat que imparteix: 748 - FIS - Departament de Física  
Curs: 2018  
Titulació: GRAU EN ENGINYERIA INFORMÀTICA (Pla 2010). (Unitat docent Optativa)  
GRAU EN ENGINYERIA FÍSICA (Pla 2011). (Unitat docent Optativa)  
Crèdits ECTS: 6 Idiomes docència: Català

### Professorat

Responsable: - Joaquim Casulleras Ambros (joaquim.casulleras@upc.edu)

### Capacitats prèvies

Coneixements d'anàlisi matemàtic. Formalisme vectorial i matricial. Nocions de càlcul diferencial.

### Competències de la titulació a les quals contribueix l'assignatura

#### Específiques:

CCO2.2. Capacitat per a adquirir, obtenir, formalitzar i representar el coneixement humà d'una forma computable per a la resolució de problemes mitjançant un sistema informàtic en qualsevol àmbit d'aplicació, particularment en els que estan relacionats amb aspectes de computació, percepció i actuació en ambients o entorns intel·ligents.

CT1.2A. Interpretar, seleccionar i valorar conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la informàtica i la seva aplicació a partir dels fonaments matemàtics, estadístics i físics necessaris. CEFB1: capacitat per a resoldre els problemes matemàtics que es plantegin en la enginyeria. Aptitud per a aplicar els coneixements sobre: àlgebra, càlcul diferencial i integral i mètodes numèrics; estadística i optimització.

CT1.2B. Interpretar, seleccionar i valorar conceptes, teories, usos i desenvolupaments tecnològics relacionats amb la informàtica i la seva aplicació a partir dels fonaments matemàtics, estadístics i físics necessaris. CEFB2. Capacitat per a comprendre i dominar els fonaments físics i tecnològics de la informàtica: electromagnetisme, ones, teoria de circuits, electrònica i fotònica i la seva aplicació per a la resolució de problemes propis de l'enginyeria.

CT5.1. Triar, combinar i explotar diferents paradigmes de programació, en el moment de construir software, tenint en compte criteris com la facilitat de desenvolupament, l'eficiència, la portabilitat i la mantenibilitat.

CT5.2. Conèixer, dissenyar i utilitzar de forma eficient els tipus i les estructures de dades més adients per a la resolució d'un problema.

CT5.5. Usar les eines d'un entorn de desenvolupament de software per a crear i desenvolupar aplicacions.

#### Genèriques:

G9. Capacitat de raonament crític, lògic i matemàtic. Capacitat de resoldre problemes en la seva àrea d'estudi.

Capacitat d'abstracció: capacitat de crear i utilitzar models que reflecteixin situacions reals. Capacitat de dissenyar i realitzar experiments senzills, i analitzar-ne i interpretar-ne els resultats. Capacitat d'anàlisi, de síntesi i d'avaluació.

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

### Metodologies docents

La metodologia docent que se seguirà estarà basada en classes de teoria i problemes, i exercicis pràctics, juntament amb la realització d'una pràctica d'animació per computador basada en els coneixements assolits, tot recolzant-se en el càlcul numèric elemental per computador. La realització de la pràctica serà una part fonamental de l'assignatura i tindrà caràcter obligatori. Es farà per grups de dos alumnes.

La metodologia docent que se seguirà estarà basada en classes de teoria i problemes, i exercicis pràctics, juntament amb la realització d'una pràctica d'animació per computador basada en els coneixements assolits, tot recolzant-se en el càlcul numèric elemental per computador. La realització de la pràctica serà una part fonamental de l'assignatura.

Consistirà en realitzar una animació físicament realista del moviment d'un robot autònom (o d'un sistema físic a escollir, de complexitat similar). Donades les característiques físiques del sistema, l'entorn en el que es desenvolupa i el moviment que es vol aconseguir, es determinaran conjuntament les actuacions adequades de cada una de les articulacions del robot, i l'evolució detallada de tot el sistema, integrant les lleis físiques del moviment.

Per a desenvolupar la pràctica l'alumne haurà de completar les següents fases:

- 1) Modelització matemàtica del robot: determinació dels paràmetres de les taules de Denavit-Hartenberg, tensors d'inèrcia dels diferents elements, esforços màxims de cada articulació.
- 2) Especificació del conjunt de variables rellevants i de les condicions de lligadura corresponents al moviment que es vol generar.
- 3) Generació automàtica i explícita de les matrius de transformació i de la matriu jacobiana rellevant. Resolució numèrica del problema cinemàtic invers i obtenció d'esforços teòrics de cadascuna de les articulacions.
- 4) Obtenció d'esforços reals sota les condicions del model del robot, reintroducció a les equacions del moviment i generació del moviment real.
- 5) Exportació del moviment a un sistema de renderització i generació de l'animació.

\*\*El desenvolupament de la pràctica es farà en hores de laboratori tutelades, i l'alumne disposarà de jocs de proves i tests d'autoconsistència que li permetran conèixer el grau d'assoliment dels objectius marcats. \*\*

### Objectius d'aprenentatge de l'assignatura

1. Conèixer, comprendre i utilitzar correctament les relacions de transformació entre sistemes de referència.
2. Saber desenvolupar models matemàtics de sistemes d'elements rígids articulats.
3. Dominar el formalisme de Denavit-Hartenberg.
4. Saber identificar el conjunt de variables adequat al sistema físic estudiat. Tenir la capacitat de determinar els valors de les variables d'articulació per a assolir una configuració donada en condicions estàtiques.
5. Saber donar una modelització matemàtica de les propietats físiques de cossos extensos (una roca, un element rigid de

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

forma arbitrària), sistemes d'elements rígids articulats (robot, manipulador industrial). Entendre el concepte del tensor d'inèrcia per a descriure la distribució de massa d'un objecte.

6. Coneixer, entendre i saber utilitzar les lleis de la cinemàtica i de la dinàmica en sistemes de moltes partícules.

7. Entendre i utilitzar adequadament els teoremes de conservació de les quantitats de moviment.

8. Saber descriure i determinar els efectes de diverses forces: gravetat, resistència aerodinàmica, forces elàstiques.

9. Coneixer i saber utilitzar el formalisme de Lagrange per a determinar equacions estàtiques i dinàmiques.

10. Saber identificar les variables rellevants en sistemes que es troben sota condicions dinàmiques restringides.

11. Saber incorporar i tractar matemàticament els efectes de les condicions de constrenyiment sobre les equacions dinàmiques.

12. Conèixer i utilitzar mètodes matemàtics per computador per a la integració de les equacions dinàmiques.

13. Ser capaç de construir una animació basada en la solució numèrica per computador de les equacions dinàmiques del sistema.

### Hores totals de dedicació de l'estudiantat

|                       |                        |     |        |
|-----------------------|------------------------|-----|--------|
| Dedicació total: 150h | Grup gran/Teoria:      | 30h | 20.00% |
|                       | Grup mitjà/Pràctiques: | 15h | 10.00% |
|                       | Grup petit/Laboratori: | 15h | 10.00% |
|                       | Activitats dirigides:  | 6h  | 4.00%  |
|                       | Aprenentatge autònom:  | 84h | 56.00% |

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

### Continguts

Transformacions geomètriques a l'espai. Formalisme Denavit-Hartenberg.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Relacions de transformació entre sistemes de referència. Formalisme de Denavit-Hartenberg. Modelització matemàtica de sistemes d'elements rígids articulats.

Física de cossos extensos.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Modelització matemàtica de les propietats físiques de cossos extensos (una roca, un element rígid), sistemes d'elements rígids articulats (robot, manipulador industrial). Distribució de massa, tensor d'inèrcia.

Sistemes de N cossos en interacció.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Cinemàtica i dinàmica en sistemes de moltes partícules. Teoremes de conservació. Tipus de forces rellevants: gravetat, resistència aerodinàmica, forces elàstiques. Xocs.

Dinàmica de sistemes amb N graus de llibertat. Dinàmica en condicions restringides.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Identificació de variables generalitzades rellevants. Sistemes sota condicions dinàmiques restringides. Determinació de les equacions dinàmiques restringides.

Animació de sistemes físicament realista.

Competències de la titulació a les que contribueix el contingut:

Descripció:

Mètodes d'integració de les equacions del moviment. Trajectòria. Visualització d'objectes i sistemes en moviment mitjançant la dinàmica sota restriccions cinemàtiques.

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

### Planificació d'activitats

|  |   |
|--|---|
| examen parcial   | Dedicació: 10h<br>Activitats dirigides: 2h<br>Aprentatge autònom: 8h  |
| <p>Descripció:<br/>examen escrit no eliminadori de materia.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5</p>   |   |
| Examen final   | Dedicació: 15h<br>Activitats dirigides: 3h<br>Aprentatge autònom: 12h   |
| <p>Descripció:<br/>Examen final de l'assignatura.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11</p>   |   |
| Realització i entrega de la pràctica final.  | Dedicació: 12h<br>Activitats dirigides: 0h<br>Aprentatge autònom: 12h   |
| <p>Descripció:<br/>Preparació de la pràctica final amb el seu informe corresponent.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13</p>           |   |
| Desenvolupament de classes de Teoria   | Dedicació: 28h<br>Grup gran/Teoria: 28h<br>Grup mitjà/Pràctiques: 0h<br>Grup petit/Laboratori: 0h<br>Activitats dirigides: 0h<br>Aprentatge autònom: 0h |
| <p>Descripció:<br/>Combinació d'exposicions de pissarra amb projecció de material multimedia.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13</p> |   |

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

|   |   |
|---|---|
| <p>Desenvolupament de classes de problemes</p>  | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran/Teoria: 0h<br/>Grup mitjà/Pràctiques: 15h<br/>Grup petit/Laboratori: 0h<br/>Activitats dirigides: 0h<br/>Aprentatge autònom: 0h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>Discussió i resolució de problemes.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11</p>   |   |
| <p>Realització de pràctiques</p>  | <p>Dedicació: 15h<br/>Grup gran/Teoria: 0h<br/>Grup mitjà/Pràctiques: 0h<br/>Grup petit/Laboratori: 15h<br/>Activitats dirigides: 0h<br/>Aprentatge autònom: 0h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>Desenvolupar el treball de laboratori previst.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13</p>  |   |
| <p>Estudi i treball preparatori de pràctiques.</p>  | <p>Dedicació: 30h<br/>Grup gran/Teoria: 0h<br/>Grup mitjà/Pràctiques: 0h<br/>Grup petit/Laboratori: 0h<br/>Activitats dirigides: 0h<br/>Aprentatge autònom: 30h</p>         |
| <p>Descripció:<br/>L'alumne haurà d'estudiar el material proporcionat, i a partir de les eines teòriques explicades a classe, preparar el treball de pràctiques que es realitzarà després al laboratori.</p> <p>Objectius específics:<br/>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13</p> |   |
| <p>Resolució d'exercicis i problemes</p>  | <p>Dedicació: 20h 30m<br/>Grup gran/Teoria: 0h<br/>Grup mitjà/Pràctiques: 0h<br/>Grup petit/Laboratori: 0h<br/>Activitats dirigides: 0h<br/>Aprentatge autònom: 20h 30m</p> |

## 270151 - FOMAR - Física Orientada a la Modelització i l'Animació Realista

### Descripció:

Treball personal de resolució d'exercicis i problemes

### Objectius específics:

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11

### Sistema de qualificació

L'avaluació es farà mitjançant dos exàmens (parcial i final), que donaran lloc a una nota d'exàmen (Nota\_ex), juntament amb la realització d'una pràctica (Nota\_lab).

Els pesos relatius del parcial (no eliminatori de matèria) i final seran del 25% i 75% respectivament, (0% i 100% en cas que del final resulti una nota superior al parcial). En la valoració de la pràctica es tindrà en compte el grau d'assoliment dels objectius marcats en les diferents fases.

La nota del curs es calcularà segons la mitjana de les dues notes:

$$\text{Nota\_curs} = (\text{Nota\_ex} + \text{Nota\_lab}) / 2$$

L'avaluació de la competència transversal G9.1 es farà mitjançant la mitjana ponderada de les notes assignades a aquesta competència en els exàmens parcial i final, amb els mateixos pesos del 25% i 75% respectivament, (0% i 100% en cas que del final resulti una nota superior al parcial).

### Bibliografia

#### Bàsica:

Garcia, D.; Guardia, E. Elements de mecànica aplicada a la robòtica. Edicions UPC, 1996. ISBN 8483011670.

Riley, W.F.; Sturges, L.D. Ingeniería mecánica: vol. 2: dinámica. Reverté, 1996. ISBN 8429142568 (V.2).