



MODELADO Y SIMULACIÓN DINÁMICA APLICADO A LA BIOMEDICINA

Guía de Aprendizaje – Información al estudiante

1. Datos Descriptivos

Asignatura	Modelado y simulación dinámica aplicado a la biomedicina
Materia	Métodos numéricos
Departamento responsable	Ingeniería Mecánica
Créditos ECTS	4
Carácter	Obligatoria
Titulación	Grado en Ingeniería Biomédica
Curso	4º
Especialidad	N/A

Curso académico	2014-2015
Semestre en que se imparte	Primer semestre
Idioma en que se imparte	Español
Página Web	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales



POLITÉCNICA



2. Profesorado

NOMBRE Y APELLIDO	DESPACHO	Correo electrónico
Gregorio Romero Rey (Coord.)	ETSI Industriales	gregorio.romero@upm.es
Jesús Félez Mindán	ETSI Industriales	jesus.felez@upm.es
Berta Suarez Esteban	ETSI Industriales	b.suarezupm.es

3. Conocimientos previos requeridos para poder seguir con normalidad la asignatura

Asignaturas superadas	<ul style="list-style-type: none">• Modelos numéricos en biomedicina
Otros resultados de aprendizaje necesarios	N/A



4. Objetivos de Aprendizaje

COMPETENCIAS ASIGNADAS A LA ASIGNATURA Y SU NIVEL DE ADQUISICIÓN		
Código	Competencia	Nivel
CG1	Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.	1
CG2	Comprender y dominar los conocimientos fundamentales de la Ingeniería Biomédica.	1
CG6	Tener capacidad de análisis y síntesis, pensar de forma integrada y abordar los problemas desde diferentes perspectivas.	2
CG8	Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación.	2
CG9	Diseñar experimentos con rigor metodológico comprendiendo y entender las limitaciones que tiene la aproximación experimental.	3
CG10	Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.	3
CE1	Conocer las diferentes metodologías existentes para simulación de sistemas dinámicos.	2
CE2	Comprender la técnica de Bond Graph y la modelización de sistemas multicuerpo como metodologías a emplear.	3
CE3	Aplicar las metodologías de simulación a sistemas multidominio.	3
CE4	Ser capaz de analizar la interrelación entre sistemas mecánicos, hidráulicos y eléctricos.	3
CE5	Entender la problemática de la simulación y ser capaces de desarrollar modelos de simulación de un nivel medio.	3
CE10	Aplicar los conceptos teóricos a casos prácticos implementados sobre una aplicación informática.	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Básico
 Nivel de adquisición 2: Medio
 Nivel de adquisición 3: Avanzado



RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA			
Código	Resultado de aprendizaje	Competencias asociadas	Nivel de adquisición
RA01	Conocer la diferencia entre simulación cinemática y dinámica.	CG 1,6,8 CE 3,4,5,10	3
RA02	Conocer diferentes metodologías existentes para la simulación de sistemas de ecuaciones diferenciales y algebraicas.	CG 2,6,8,9 CE 3	3
RA03	Saber obtener las ecuaciones características de un modelo de simulación.	CG 6,10 CE 1-5	3
RA04	Comprender la metodología basada en la técnica de Bond Graph.	CG 8,14 CE 2,10	2
RA05	Comprender la modelización de sistemas multicuerpo por medio de la formulación de mecánica clásica.	CG 2,6,8 CE 4	2
RA06	Aplicar las metodologías de simulación a problemas de nivel medio.	CG 1,2 CE 1-3,5	3
RA07	Conocer la mecánica asociada a los modelos biomédicos.	CG 2	3
RA08	Conocer las características hidráulicas principales existentes en arterias y venas.	CG 1,2 CE 3,4	3
RA09	Conocer los principios de elementos eléctricos y su posible aplicación.	CG 1,2 CE 3,4	3
RA10	Interrelacionar modelos basados simultáneamente en los diferentes dominios mecánico, hidráulico y eléctrico.	CG 1,2 CE 3,4	3
RA11	Analizar y plantear los diferentes problemas posibles al abordar la simulación de un modelo.	CG 6,14 CE 5,10	3
RA12	Sintetizar las características principales de un modelo a simular.	CG 6,10 CE 2,4,5,10	3
RA13	Configurar las condiciones iniciales y de contorno del modelo.	CG 6,8 CE 1,5	3



RA14	Analizar los resultados que se obtienen en una simulación.	CG 6,10,14 CE 4,5,10	3
RA15	Obtener conclusiones tras el análisis de los resultados.	CG 6,10,14 CE 4,5,10	3
RA16	Implementar mejoras sobre un modelo con el fin de optimizarlo tras el análisis de los resultados y conclusiones.	CG 2,6,8,9,10,14 CE 4,5,10	3

LEYENDA: Nivel de adquisición 1: Conocimiento descriptivo
Nivel de adquisición 2: Comprensión/Aplicación
Nivel de adquisición 3: Análisis/Síntesis/Implementación



5. Sistema de evaluación de la asignatura

INDICADORES DE LOGRO		
Ref	Indicador	Relacionado con RA
I.01	Saber resolver numéricamente sistemas de ecuaciones algebraicas.	RA01 ,RA02
I.02	Saber plantear problemas de ingeniería biomédica en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias y algebraicas.	RA03
I.03	Saber resolver numéricamente problemas de ingeniería biomédica establecidos en términos de ecuaciones diferenciales ordinarias y algebraicas.	RA04
I.04	Saber aplicar los métodos anteriores a problemas típicos de biomecánica.	RA05,RA06
I.05	Ser capaz de efectuar simulaciones cinemáticas y dinámicas.	RA01,RA05, RA06
I.06	Ser capaz de obtener las ecuaciones características de modelos de simulación.	RA03
I.07	Ser capaz de modelar la fluido-dinámica existente en arterias y venas.	RA08
I.08	Ser capaz de modelar la interacción músculo-hueso existente en la fisiología humana.	RA09
I.09	Saber afrontar los diferentes problemas que se presentan en la simulación de problemas de biomedicina.	RA07
I.10	Saber plantear modelos que recojan las principales características del problema a simular.	RA9,RA10, RA11
I.11	Ser capaz de establecer las condiciones iniciales y de contorno del modelo.	RA13
I.12	Ser capaz de establecer conclusiones a partir de los resultados que se obtienen en una simulación	RA15
I.13	Saber optimizar los modelos y sus resultados.	RA16



EVALUACION SUMATIVA			
Breve descripción de las actividades evaluables	Momento	Lugar	Peso en la calif.
Actividades de aula (prácticas de laboratorio) y entregas de ejercicios realizados en casa	Todo el curso	Aula y casa	30%
Exámenes sobre los contenidos principales de diferentes temas	Todo el curso	Aula	20%
Trabajo en grupo	Fin curso	Casa	20%
Examen final	Fin curso	Aula	30%
			Total: 100%



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

La asignatura está diseñada para su calificación mediante evaluación continua. Sin embargo, los alumnos que lo deseen podrán ser evaluados mediante un único examen final y un trabajo individual, en los términos y plazos exigidos por la normativa. Este examen final será presencial y escrito, y se realizará el día señalado por la Subdirección-Jefatura de Estudios; de igual forma, el trabajo se desarrollará según los criterios del profesorado y se deberá entregar antes del examen final. Ambas formas de calificación serán aplicables en las convocatorias ordinaria (febrero) y extraordinaria (julio), siendo en esta última la opción de examen final y trabajo individual la única opción posible.

La calificación de la asignatura mediante evaluación continua se llevará a cabo con los siguientes elementos:

- Prácticas de laboratorio, realizadas junto con el profesor, y entregas de ejercicios realizados en casa (30%).
- Exámenes sobre los contenidos principales de diferentes temas, bien sea al término de cada uno o de varios y de forma conjunta (20%).
- Trabajo en grupo, realizado en grupo, y a presentar al final (20%).
- Examen final del conjunto de los conocimientos adquiridos (30%).

La evaluación de las capacidades y habilidades adquiridas se llevará a cabo por medio de la elaboración de ejercicios que se realizarán y evaluarán en horas de clase, así como en el examen final. En lo referente a competencias, se evaluarán por un lado por medio de la realización de diferentes pruebas en horas lectivas realizadas en clase y, por otro, por medio de las prácticas en laboratorio de la asignatura; también se evaluará a la hora de hacer el trabajo en grupo. La nota final será la ponderada entre la nota de la de evaluación continua (prácticas, entregas semanales y exámenes en aula), del examen final y la del trabajo en grupo según los porcentajes indicados.



POLITÉCNICA





6. Contenidos y Actividades de Aprendizaje

CONTENIDOS ESPECÍFICOS		
Bloque / Tema / Capítulo	Apartado	Indicadores Relacionados
Tema 1: Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo	Sistemas de referencia. Planteamiento de las ecuaciones de restricción. Cinemática plana. Ecuaciones de velocidad y aceleración.	I.01, I.02, I.03, I.04, I.05, I.06, I.12
Tema 2: Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo	Dinámica de la partícula; leyes de Newton. Dinámica de un sistema de partículas. Dinámica del sólido rígido. Dinámica de sistemas multicuerpo con restricciones cinemáticas. Matriz Jacobiana.	I.01, I.02, I.03, I.04, I.05, I.06, I.12
Tema 3: Introducción a la técnica de Bond-Graph	Principios. Elementos básicos: Inertance, Resistance y Compliance. Nudos de unión tipo 0 y 1. Elementos fuente.	I.02, I.05, I.10, I.13
Tema 4: Desarrollo de las ecuaciones de estado	Obtención de flujos y esfuerzos. Planteamiento de las ecuaciones diferenciales características de un sistema. Acoplamiento de submodelos.	I.06, I.10, I.11, I.12, I.13
Tema 5: Concepto de causalidad	Concepto. Causalidad tipo flujo y tipo esfuerzo. Determinación de variables dependientes e independientes de un sistema. Planteamiento de ecuaciones de tipo ODE y DAE.	I.06, I.09, I.10, I.11, I.12, I.13



Tema 6: Aplicación a sistemas mecánicos	Elementos Transformer y Gyrotor. Fuerzas resistivas y rozamiento. Modelos de varios grados de libertad. Modelización de fisiología básica del sistema óseo. Musculatura y tendones.	I.06, I.08, I.10, I.11, I.12. I.13
Tema 7: Aplicación a sistemas con fluidos	Elementos característicos. Concepto de resistencia e inercia hidráulica. Modelización de vasos sanguíneos. Válvulas.	I.06, I.07, I.10, I.11, I.12. I.13
Tema 8: Aplicación a sistemas eléctricos	Elementos característicos. Interrelación con sistema muscular. Regulación y control. Circuitos electrónicos.	I.06, I.08, I.10, I.11, I.12. I.13



7. Breve descripción de las modalidades organizativas utilizadas y de los métodos de enseñanza empleados

CLASES DE TEORIA	Exposición de los fundamentos teóricos de la asignatura, destacando los aspectos conceptuales y resolviendo dudas.
CLASES DE PROBLEMAS	Una vez los alumnos hayan estudiado los contenidos teóricos y prácticos de la asignatura, en clase se desarrollarán ejercicios orientados a reforzar sus conocimientos del tema.
CLASES DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO	Se efectuarán las prácticas (de ordenador) en laboratorio, individualmente o en grupo, bajo la supervisión del profesor.
TRABAJOS AUTONOMOS	Los alumnos deberán realizar, individualmente y fuera del aula, ejercicios orientados a reforzar sus conocimientos del tema.
TRABAJOS EN GRUPO	Se plantearán trabajos en grupo fuera del aula, también orientados a reforzar sus conocimientos del tema.
TUTORÍAS	Los alumnos que lo deseen se dirigirán al profesor responsable de la asignatura para concretar fecha y lugar para la realización de la tutoría. Asimismo, podrán realizarse tutorías grupales, bien en el aula o bien, en otros locales.
METODOLOGÍAS	En el desarrollo del curso se empleará el método expositivo para desarrollar los fundamentos teóricos de la asignatura, y se efectuarán clases de problemas, prácticas de ordenador y trabajos, tanto en grupo como individualmente, orientadas a implementar las metodologías vistas a lo largo del curso.



8. Recursos didácticos

RECURSOS DIDÁCTICOS	
BIBLIOGRAFÍA	Karnopp, D.C.; Margolis, D.L.; Rosenberg, R.C. 2000. "System Dynamics. Modeling and Simulation of Mechatronic Systems". Wiley Interscience.
	Cellier, F.E. 1991. "Continuous System Modeling". Springer-Verlag, New York.
	Forbes, T. B. 2001. "Engineering System Dynamics". Marcel Dekker Ed.
	Vera, C., Félez, J. 2001. "Simulación de sistemas mecánicos mediante la técnica de bond graph". Sección de Publicaciones de la ETSII-UPM.
RECURSOS WEB	Página web de la asignatura
	http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales
EQUIPAMIENTO	Laboratorio computacional
	Sala de trabajo en grupo

9. Cronograma de trabajo de la asignatura

Semana	Actividades en Aula	Actividades en Laboratorio	Trabajo Individual	Trabajo en Grupo	Actividades de Evaluación	Otros
Semana 1	Tema 1 (2.5 h. – 2T+0.5P)		Estudio (1 h.)			
Semana 2	Tema 2 (2.5 h. – 1.5T+1P)		Estudio (2 h.)			
Semana 3	Tema 2 (2.5 h. – 1.5T+1P)	Temas 1 y 2 (2 h.)	Estudio (3 h.)			
Semana 4			Estudio (4 h.)		Temas 1 y 2 (2 h.)	
Semana 5	Tema 3 (2.5 h. – 1.5T+1P)		Estudio (2 h.)			
Semana 6	Tema 4 (2.5 h. – 1T+1.5P)		Estudio (2 h.)			
Semana 7	Tema 5 (2.5 h. – 1T+1.5P)	Temas 3 y 4 (2 h.)	Estudio (3 h.)			
Semana 8			Estudio (4 h.)		Tema 3, 4 y 5 (2 h.)	
Semana 9	Tema 6 (2.5 h. – 1.5T+1P)		Estudio (2 h.)			
Semana 10	Tema 7 (2.5 h. – 1.5T+1P)		Estudio (2 h.)	(3 h.)		
Semana 11	Tema 7 (2.5 h. – 0.5T+2P)		Estudio (2 h.)	(3 h.)		
Semana 12	Tema 8 (2.5 h. – 2T+1P)	Temas 5, 6, 7 (2 h.)	Estudio (3 h.)	(3 h.)		
Semana 13			Estudio (3 h.)	(3 h.)	Tema 6, 7 y 8 (2 h.)	
Semana 14	Temas 6 y 9 (0.5T + 2P)		Estudio (1 h.)	(3 h.)		
Semana 15	Temas 2 y 8 (0.5T + 2P)	Temas 2 y 8 (2 h.)	Estudio (1 h.)	(3 h.)		
			Preparación examen final (8h)		Examen final (3 h)	
Horas/act	30 h.	8 h.	43 h.	18 h.	9 h.	

Nota: Para cada actividad se especifica la dedicación en horas que implica para el alumno (Total 108 horas).



POLITÉCNICA

