



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000152 - Modelado y Simulacion Dinamica Aplicada a la Biomedicina**

### PLAN DE ESTUDIOS

09IB - Grado En Ingenieria Biomedica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10

## 1. Datos descriptivos

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000152 - Modelado y Simulacion Dinamica Aplicada a la Biomedicina
<b>No de créditos</b>	4 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09IB - Grado En Ingenieria Biomedica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 2. Profesorado

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Gregorio Romero Rey (Coordinador/a)	ETSIT / ETSII	gregorio.romero@upm.es	L - 17:30 - 19:30 Las tutorías se pueden realizar después de clase en la ETSIT o cualquier otro día en la ETSII - es preciso avisar previamente por correo electrónico.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Conocimientos previos recomendados

---

#### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Modelos Numericos En Biomedicina

#### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- No se precisa que el alumno tenga conocimientos previos, aunque se recomienda manejo de programas genéricos como Matlab.

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE3 - Comprender y saber aplicar al cálculo numérico la discretización de modelos continuos.

CE4 - Conocer las diferentes metodologías existentes para simulación de sistemas.

CE5 - Aplicar las metodologías de simulación a sistemas multidominio.

CG1 - Desarrollar las habilidades de aprendizaje necesarias para emprender actividades o estudios posteriores de forma autónoma y con confianza.

CG10 - Formular, diseñar y elaborar proyectos siendo capaz de liderar grupos de trabajo y buscar en distintas fuentes de información e integrar nuevos conocimientos en su investigación

CG2 - Aplicar de forma profesional a su trabajo los conocimientos adquiridos.

CG6 - Adoptar una actitud ante los problemas de su competencia que considere que su papel no es exclusivamente aportar soluciones sino, siempre que sea posible, participar además en la propia identificación u definición de dichos problemas

CG8 - Entender, aplicar, adaptar y desarrollar herramientas, técnicas y protocolos de experimentación con rigor metodológico comprendiendo las limitaciones que tiene la aproximación experimental.

CG9 - Tener capacidad de descripción, cuantificación, análisis y evaluación de resultados experimentales.

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA203 - Interrelacionar modelos basados simultáneamente en los diferentes dominios mecánico, hidráulico y eléctrico.

RA198 - Conocer la diferencia entre simulación cinemática y dinámica.

RA204 - Analizar y plantear los diferentes problemas posibles al abordar la simulación de un modelo

RA205 - Sintetizar las características principales de un modelo a simular

RA202 - Conocer los principios de elementos eléctricos y su posible aplicación

RA201 - Conocer las características principales de mecánica de fluidos existentes en arterias y venas

RA207 - Analizar los resultados que se obtienen en una simulación y saber obtener las conclusiones pertinentes.

RA208 - Implementar mejoras sobre un modelo con el fin de optimizarlo tras el análisis de los resultados y conclusiones.

RA206 - Configurar las condiciones iniciales y de contorno del modelo

RA199 - Saber obtener las ecuaciones características de un modelo de simulación

RA200 - Comprender la modelización de sistemas multicuerpo por medio de la formulación de mecánica clásica

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo la modelización de mecanismos y esquemas que se corresponden con dispositivos y circuitos biomédicos, a partir del análisis de elementos de comportamiento análogo y su aplicación a diferentes dominios de la física, todo ello con objeto de obtener el sistema de ecuaciones ODE / DAE asociado a un modelo dinámico y su posterior simulación.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo
2. Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo
3. Introducción a la técnica de Bond-Graph
4. Desarrollo de las ecuaciones de estado
5. Concepto de causalidad
6. Aplicación a sistemas mecánicos
7. Aplicación a sistemas con fluidos
8. Aplicación a sistemas eléctricos

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1.- Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 1.- Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
2	<b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
3	<b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Temas 1 y 2</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
	<b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
4				<b>Temas 1 y 2</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
5	<b>Tema 3.- Introducción a la técnica de Bond-Graph</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 3.- Introducción a la técnica de Bond-Graph</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			
6	<b>Tema 4.- Desarrollo de las ecuaciones de estado</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
	<b>Tema 4.- Desarrollo de las ecuaciones de estado</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			

7	<p><b>Tema 5.- Concepto de causalidad</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 5.- Concepto de causalidad</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Temas 3 y 4</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
8				<p><b>Temas 3, 4 y 5</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p>
9	<p><b>Tema 6.- Aplicación a sistemas mecánicos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 6.- Aplicación a sistemas mecánicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p><b>Tema 7.- Aplicación a sistemas con fluidos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.- Aplicación a sistemas con fluidos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
11	<p><b>Tema 7.- Aplicación a sistemas con fluidos</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 7.- Aplicación a sistemas con fluidos</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
12	<p><b>Tema 8.- Aplicación a sistemas eléctricos</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8.- Aplicación a sistemas eléctricos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Temas 5, 6 y 7</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13				<p><b>Temas 6, 7 y 8</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00</p>
14	<p><b>Temas 6 y 7</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 6 y 7</b> Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			



15	<b>Temas 2 y 8</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Temas 2 y 8</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Temas 2 y 8</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
16				<b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Trabajo asignatura</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 15:00  <b>Examen final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00  <b>Trabajo asignatura</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 15:00
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Temas 1 y 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	5%	0 / 10	CE4
8	Temas 3, 4 y 5	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	5%	0 / 10	CE4 CE5 CE3
13	Temas 6, 7 y 8	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	5%	0 / 10	CG6 CE5 CG9
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	45%	4 / 10	CE5 CG9
16	Trabajo asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	15:00	40%	4 / 10	CG1 CE4 CG2 CG6 CG10 CE5 CG8 CG9

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	4 / 10	CE5 CG9

16	Trabajo asignatura	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	15:00	50%	4 / 10	CG1 CE4 CG2 CG6 CG10 CE5 CG8 CG9 CE3
----	--------------------	---	------------	-------	-----	--------	--

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura está diseñada para su calificación mediante evaluación continua, para lo cual se considerará la resolución de ejercicios de forma previa a la clase, los cuales se corregirán en horas de clase, así como un examen final y un trabajo en grupo. El examen final será presencial y escrito, y se realizará el día señalado por la Subdirección-Jefatura de Estudios. Así mismo, el trabajo se desarrollará según los criterios del profesorado y se deberá entregar antes de la fecha indicada.

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, renunciando para ello a la evaluación continua. Ambas formas de calificación serán aplicables en la convocatoria ordinaria (febrero), mientras que en la extraordinaria (julio) solo será posible la opción de examen final y trabajo individual .

Así mismo, se evaluará considerando la elaboración de los 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.

En caso de que los exámenes parciales se tengan que realizar en aula informática, al igual que las prácticas de la

asignatura, esos días se realizará el desdoble del grupo de clase en dos grupos para tener así un tamaño más adecuado y resulte más efectivo, debiéndose acomodar los horarios de ambos grupos para que sea compatible para los alumnos y el profesorado.

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Karnopp, D.C.; Margolis, D.L.; Rosenberg, R.C. 2000. "System Dynamics. Modeling and Simulation of Mechatronic Systems". Wiley Interscience.	Bibliografía	
Cellier, F.E. 1991. "Continuous System Modeling". Springer-Verlag, New York.	Bibliografía	
Forbes, T. B. 2001. "Engineering System Dynamics". Marcel Dekker Ed.	Bibliografía	
Vera, C., Félez, J. 2001. "Simulación de sistemas mecánicos mediante la técnica de bond graph". Sección de Publicaciones de la ETSII-UPM.	Bibliografía	
<a href="http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales">http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales</a>	Recursos web	Página web de la asignatura