

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Modelado y simulación dinámica aplicada a la biomedicina

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

|  |  |
|--|--|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>             | Modelado y simulacion dinamica aplicada a la biomedicina   |
| <b>Titulación</b>                          | 09IB - Grado en Ingenieria Biomedica                       |
| <b>Centro responsable de la titulación</b> | Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion |
| <b>Semestre/s de impartición</b>           | Séptimo semestre   |
| <b>Módulos</b>                             | Optativo   |
| <b>Materias</b>                            | Metodos numericos  |
| <b>Carácter</b>                            | Optativa   |
| <b>Código UPM</b>                          | 95000152   |
| <b>Nombre en inglés</b>                    | Modelado y simulacion dinamica aplicada a la biomedicina   |

## Datos Generales

---

|                              |            |                                     |                  |
|------------------------------|------------|-------------------------------------|------------------|
| <b>Créditos</b>              | 4          | <b>Curso</b>                        | 4                |
| <b>Curso Académico</b>       | 2016-17    | <b>Período de impartición</b>       | Septiembre-Enero |
| <b>Idioma de impartición</b> | Castellano | <b>Otros idiomas de impartición</b> |                  |

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingenieria Biomedica no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingenieria Biomedica no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

Modelos numericos en biomedicina

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

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

## 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.

## Resultados de 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

## Profesorado

---

### Profesorado

| Nombre  | Despacho         | e-mail                 | Tutorías   |
|---|------------------|------------------------|--|
| Romero Rey, Gregorio ( <b>Coordinador/a</b> ) | ETSIT /<br>ETSII | gregorio.romero@upm.es | L - 17:30 - 19:30<br><br>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. |

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

## 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.

## Temario

---

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

## Cronograma

**Horas totales:** 59 horas

**Horas presenciales:** 59 horas (54.6%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

| Semana   | Actividad Presencial en Aula   | Actividad Presencial en Laboratorio   | Otra Actividad Presencial | Actividades Evaluación   |
|----------|--|---|---------------------------|--|
| Semana 1 | <p><b>Tema 1.- Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 1.- Análisis cinemático de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> |   |                           |  |
| Semana 2 | <p><b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>     |   |                           |  |
| Semana 3 | <p><b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 2.- Análisis dinámico de sistemas mecánicos multicuerpo</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>     | <p><b>Temas 1 y 2</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |                           |  |
| Semana 4 |  |   |                           | <p><b>Temas 1 y 2</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> |
| Semana 5 | <p><b>Tema 3.- Introducción a la técnica de Bond-Graph</b></p> <p>Duración: 01:30</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3.- Introducción a la técnica de Bond-Graph</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>                             |   |                           |  |

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

|           |  |  |  |   |
|-----------|--|--|--|---|
| Semana 12 | <p><b>Tema 8.- Aplicación a sistemas eléctricos</b><br/>Duración: 01:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 8.- Aplicación a sistemas eléctricos</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | <p><b>Temas 5, 6 y 7</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> |  |   |
| Semana 13 |  |  |  | <p><b>Temas 6, 7 y 8</b><br/>Duración: 02:00<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p>   |
| Semana 14 | <p><b>Temas 6 y 7</b><br/>Duración: 00:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 6 y 7</b><br/>Duración: 02:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   |  |  |   |
| Semana 15 | <p><b>Temas 2 y 8</b><br/>Duración: 00:30<br/>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Temas 2 y 8</b><br/>Duración: 01:00<br/>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>   | <p><b>Temas 2 y 8</b><br/>Duración: 02:00<br/>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>    |  |   |
| Semana 16 |  |  |  | <p><b>Examen final</b><br/>Duración: 02:00<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Trabajo asignatura</b><br/>Duración: 15:00<br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación continua<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b><br/>Duración: 02:00<br/>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial</p> <p><b>Trabajo asignatura</b><br/>Duración: 15:00<br/>TI: Técnica del tipo Trabajo Individual<br/>Evaluación sólo prueba final<br/>Actividad presencial</p> |
| Semana 17 |  |  |  |   |

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.



## Actividades de Evaluación

| Semana | Descripción        | Duración | Tipo evaluación              | Técnica evaluativa                      | Presencial | Peso | Nota mínima | Competencias evaluadas                       |
|--------|--------------------|----------|------------------------------|---|------------|------|-------------|--|
| 4      | Temas 1 y 2        | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Sí         | 10%  |             | CE4  |
| 8      | Temas 3, 4 y 5     | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Sí         | 10%  |             | CE4, CE5, CE3                                |
| 13     | Temas 6, 7 y 8     | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Sí         | 10%  |             | CG6, CE5, CG9                                |
| 16     | Examen final       | 02:00    | Evaluación continua          | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Sí         | 35%  | 4 / 10      | CE5, CG9                                     |
| 16     | Trabajo asignatura | 15:00    | Evaluación continua          | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí         | 35%  | 4 / 10      | CG2, CG6, CG10, CE5, CG8, CG9, CE4, CG1      |
| 16     | Examen final       | 02:00    | Evaluación sólo prueba final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito     | Sí         | 50%  | 4 / 10      | CE5, CG9                                     |
| 16     | Trabajo asignatura | 15:00    | Evaluación sólo prueba final | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | Sí         | 50%  | 4 / 10      | CG6, CG10, CE5, CG8, CG9, CG1, CE4, CG2, CE3 |

## 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.

## Recursos Didácticos

---

| Descripción   | 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 |